

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Журнал основан в 1957 году

3

1981

АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), доц. Е. С. Романов (зам. гл. редактора), доц. С. И. Морозов (зам. гл. редактора), проф. Н. М. Белая, доц. Е. М. Боровиков, проф. Ю. Г. Бутко, доц. П. И. Войчаль, проф. И. В. Воронин, проф. И. И. Гусев, проф. Ю. Я. Дмитриев, доц. Г. Л. Дранишников, проф. Р. Е. Калитеевский, проф. В. Г. Кочегаров, проф. Э. Д. Левин, проф. П. Н. Львов, проф. Н. В. Маковский, доц. Н. В. Никитин, д-р с.-х. наук А. Р. Родин, проф. П. С. Серговский, проф. Ю. Д. Силуков, проф. Э. Н. Фалалеев, проф. Н. И. Федоров, проф. В. В. Щелкунов.

Ответственный секретарь 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», 1981.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3

Сдано в набор 8/IV 1981 г. Подписано к печати 9/VII 1981 г.
Форм. бум. 70×108¹/₁₆. Печать высокая. Условн. печ. л. 12,95. Уч. изд. л. 14,25
Ст. 04121 Тираж 1950 экз. Заказ 2806. Цена 1 руб.
Типография им. Склянина издательства Архангельского обкома КПСС,
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ, ПОСТАВЛЕННЫХ XXVI СЪЕЗДОМ КПСС ПЕРЕД ЛЕСНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

И. В. ВОРОНИН

Воронежский лесотехнический институт

«Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» [2], утвержденные XXVI съездом КПСС, определяют развитие всех отраслей народного хозяйства СССР.

Практика планового хозяйства показывает, что успешность выполнения тех или иных задач во многом зависит от того, насколько четко и ясно они сформулированы, как обоснованы количественные и качественные показатели, подлежащие доведению до исполнителей. В лесном хозяйстве СССР это очевидное и совершенно бесспорное условие обеспечить не просто.

Обширность территории лесов и резкие их различия по климатическим, естественноисторическим и экономическим условиям затрудняют установление единого показателя по выполнению отдельных поставленных задач, в силу чего в Основных направлениях развития лесного хозяйства на 1981—1985 годы многие задачи сформулированы в виде общих принципов, которые без дополнительных методических разработок и установок Гослесхоза СССР и союзных министерств не могут быть доведены до таких подразделений, как лесхоз, лесничество, комплексная бригада.

Записаны, например, такие задачи: постепенно перейти на принцип непрерывного и рационального лесопользования; вырастить не менее 8 млн. га молодняков ценных древесных пород; улучшить качественный состав лесов, увеличить объем работ по облесению и т. п. Первоначальное мероприятие в организации выполнения этих задач — конкретизация каждой из них применительно к отдельному лесхозу. По нашему мнению, сделать это можно и необходимо. Следует ставить только такие задачи, по которым имеются показатели для проверки выполнения. Эти показатели не обязательно должны входить в народнохозяйственный план. Их должны устанавливать отраслевые министерства с учетом особенностей регионов и хозяйств.

Рассмотрим задачу рационального лесопользования. «Основами лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» [3] размер лесопользования предусмотрено устанавливать в виде утвержденных расчетных лесосек. Следовательно, критерием рациональности может и должно служить соблюдение расчетных лесосек и размеров других видов пользования, предусмотренных в лесоустроительных проектах.

На практике в лесхозах имеют место частые перерубы расчетных лесосек по хвойным хозяйствам, недорубы по мягколиственным и, как правило, слабо реализуются потенциальные возможности по другим видам пользования, которые не находят количественного и качественного выражения даже в лесоустроительных проектах.

Постепенность перехода на принципы рационального лесопользования по каждому лесхозу состоит в преодолении отклонений фактического лесопользования от потенциально возможного. Необходимое для этого время должен обосновать коллектив лесхоза и затем утвердить областное управление. В свою очередь, областные управления должны потребовать от лесоустроителей обоснованного определения не только расчетной лесосеки по главному пользованию древесиной, но и объемов по всем другим видам пользования лесом, как это предусмотрено в ст. 21 Основ лесного законодательства СССР. В необходимых случаях следует организовать специальные проектные исследования для всех лесхозам. Показатели потенциальной продуктивности должны быть внесены в паспорт предприятия с ежегодным сопоставлением с показателями фактической продуктивности. При такой постановке рационализация лесопользования приобретает конкретные формы, рубежи которых могут стать объектом соревнования для коллективов лесхозов.

Выращивание молодняков ценных пород на первый взгляд кажется задачей вполне конкретной. Имеется даже количественное ее выражение — 8 млн. га. Однако и эта задача не может быть принята без дополнительных методических уточнений. В ней неясны два момента: что следует считать молодняками ценных древесных пород и в каком возрасте полагать молодняк выращенным?

Для условий Центрально-Черноземного экономического района на богатых почвах ценными породами считают дуб и ясень семенного происхождения, для супесчаных и песчаных почв — сосну и березу, в поймах — тополь, ольху; в Северо-Западном районе — ель, сосну, березу; для Восточной Сибири — кедр, сосну; для среднеазиатских условий — фисташку, саксаул.

Молодняками в лесоводстве принято называть лесные насаждения в возрасте от 1 до 20 лет, следовательно, процесс выращивания выходит за пределы пятилетнего плана. Облесенные площади после смыкания крон (в возрасте деревьев 5—8 лет) зачисляются в покрытую лесом площадь лесного фонда, оформляя это особым актом. Очевидно, с этого момента и следует считать молодняк выращенным. Но здесь возникает необходимость разработать и утвердить ведомственный стандарт или ведомственные технические условия, определяющие показатели, по которым можно признать выращенными ценные молодняки для основных условий местопроизрастания в каждом регионе. Площадь, которая должна быть принята в лесной фонд по каждому лесхозу в период с 1981 г. по 1985 г., утверждается областным управлением как плановое задание.

Не менее сложно установить единый показатель улучшения качественного состава лесов как главного средства производства в лесовыращивании. Качественный состав лесного фонда определяет качество прироста древесины как существенной составной части комплексной продукции. Поэтому улучшая состав лесов, мы улучшаем качество продукции.

Состояние лесного фонда и изменение показателей этого состояния за определенный период — наиболее надежная объективная оценка успешности хозяйственной деятельности человека. Особая важность качественного состава лесного фонда вызывает необходимость при его оценке применять несколько показателей. Прежде всего, надо постоянно следить за тем, чтобы в каждом лесхозе выделенная в лесной фонд площадь использовалась по назначению, т. е. была покрыта лесом. Оптимальное отношение покрытой лесом площади к общей площади лесного фонда составляет 92—93%. Многие лесхозы достигли этого оптимума. Однако в целом по стране показатель остается еще очень низким: по учету 1966 г. — 59,3%, 1978 г. — 65,1% (включая и несомкнувшиеся культуры). Задания по этому показателю могут быть установлены для каждого лесхоза и лесничества. Каждый процент площадей лесного фонда, переведенных из нелесной площади в лесную и из непокрытой лесом в покрытую, будет служить надежным и объективным показателем улучшения состава лесов.

Но одного, даже высокого показателя покрытой лесом площади недостаточно для оценки качественного состава леса. Для учета качества древесины на корню в социалистическом лесном хозяйстве рекомендуется [1, с. 70—71] использовать качественную цифру, как средневзвешенную таксовую цену обезличенного кубометра древесины. Это дает возможность отразить различия запасов древесины по породам, возрасту, поясу и разряду таксовых цен, качеству древесины и экономическому уровню цен. Показатели качества древесины необходимо определять по каждому лесхозу при лесоустройстве раз в пять лет. Они будут служить исходными данными для денежной оценки запасов и приростов древесины и объективными показателями выполнения заданий XXVI съезда по улучшению качественного состава лесов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воронин И. В., Васильев П. В., Судачков Е. Я. Экономика лесного хозяйства СССР. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. — 364 с. [2]. Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года. — М.: Политиздат, 1981. — 95 с. [3]. Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик. — М.: Известия, 1977. — 46 с.

УДК 630*61

**НЕПРЕРЫВНОЕ И НЕИСТОЩИТЕЛЬНОЕ
ПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОМ —
ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЙ ПРИНЦИП ОРГАНИЗАЦИИ
ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИИ И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Н. А. МОИСЕЕВ, С. Г. СИННИЦЫН

ВНИИЛМ, Госплан СССР

Главная особенность лесовыращивания, отличающая его от других видов хозяйственной деятельности, — чрезвычайно большая длительность производственного цикла, измеряемая, например, для хвойных пород умеренного пояса, многими десятилетиями. Эта особенность обязывает соразмерять пользование ресурсами леса со сроками и масштабами их воспроизводства. В этом и заключается сущность принципа непрерывного, неистощительного пользования лесом. Указанный основополагающий принцип определяет условия для упорядочения лесоэксплуатации и организации лесного хозяйства.

При кажущейся очевидной сущности этого принципа в истории лесоустройства до настоящего времени сохраняются различные определения его названия, объекта приложения и показателей для измерения или контроля [7]. Расширение целей лесопользования и изменение его структуры еще более осложнило толкование содержания этого принципа, что обуславливает актуальность поставленного вопроса [1, 11, 12].

Принцип непрерывного и неистощительного лесопользования первоначально вошел в лесоустройство под названием принципа постоянства пользования лесом [8, 10, 13], что означало непрерывное лесопользование во времени, в отличие от периодического или временного. Но пользование лесом может быть непрерывным и вместе с тем столь неравномерным, что вызывает осложнения в лесоснабжении и нарушит ритмичность работы лесных предприятий. Поэтому понятие принципа было расширено до постоянства и равномерности лесопользования [6, 8]. Имелось в виду, что при расчете пользования лесом в среднем за более или менее продолжительный период времени размер заготовки древесины не должен сильно колебаться, хотя по отдельным годам он может и различаться.

Однако потребности в древесине и в других ресурсах леса непрерывно растут. Для их удовлетворения в ряде стран надо вести или уже ведут лесное хозяйство так, чтобы обеспечить расширенное воспроизводство лесных ресурсов. Очевидно, что при этом постоянство и равномерность пользования лесом как принципиальная установка оказывается недостаточной. Делаются разъяснения, что под «постоянством» следует понимать и «оптимальность» [13]. Такое понимание «постоянства» хотя и относится к многоцелевому лесопользованию, но не говорит об уровне воспроизводства самих ресурсов с учетом возрастающих потребностей в них.

Отмеченную выше ограниченность понятия «равномерности» снижает понятие «неистощительности» [2, 3, 9]. Принцип неистощительности предопределяет такое использование лесов в соответствии с их на-

значением, которое обеспечивает неумещающийся потенциал лесопользования на протяжении всего оборота рубки. При этом лесопользование может быть и относительно равномерным, и прогрессивно возрастающим, в зависимости от масштабов воспроизводства ресурсов с учетом поставленных перед лесным хозяйством целей. Неистощительное во времени пользование не может быть убывающим, оно сохраняет накопленный потенциал сколь угодно длительный срок. В этом смысле неистощительность означает обязательство передать будущим поколениям лесной фонд в таком виде, при котором достигнутый потенциал лесопользования будет сохранен и для внуков.

Понятие неистощительности обеспечивает и непрерывность, т. е. постоянство пользования лесом. Но для исторической преемственности оба термина в нашей стране сохранены и употребляются совместно. Принцип непрерывного, неистощительного пользования лесом вошел в «Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» в виде основного требования к ведению лесного хозяйства.

Считается, что непрерывность и неистощительность пользования лесом (ННПЛ) — понятие временного порядка. Это мнение связано с главной особенностью лесовыращивания — его длительностью, отражаемой такими показателями, как возраст спелости и оборот рубки. Однако, чтобы полнее охарактеризовать это понятие, необходимо рассмотреть его в связи с другим, более широким понятием — воспроизводством лесных ресурсов [4].

Уже само понятие воспроизводства предполагает непрерывное возобновление производства. По отношению к ежегодно извлекаемым из леса ресурсам это означает необходимость проведения ежегодно повторяющейся системы хозяйственных мероприятий в объеме, обеспечивающем их воспроизводство.

Для примера представим хозяйственно освоенные леса того или иного лесохозяйственного предприятия, проводящего заготовку древесины в пределах расчетной лесосеки, отражающей возможности лесопользования.

Чтобы поддерживать достигнутый уровень заготовки древесины в течение длительного времени (непрерывно), необходимо ежегодно проводить в определенном объеме совокупность взаимосвязанных мероприятий, соответствующих природе лесов и экономическим условиям данного района, включающих, наряду с установленным способом рубки, обусловленные им способы возобновления леса, ухода за молодняками, меры по охране лесов от пожаров и защите от вредителей и т. п., а также располагать необходимыми финансовыми, материально-техническими и трудовыми ресурсами. Такую целостную совокупность лесохозяйственных, технических и экономических мероприятий, согласованную с зонально-типологическими и экономическими условиями, можно назвать региональными системами. Они разрабатываются научными и проектными учреждениями для различных районов страны. Проведение таких региональных систем призвано сбалансировать изъятие и воспроизводство лесных ресурсов и таким образом практически обеспечить непрерывное и неистощительное пользование лесом, но только на нижнем его уровне, т. е. в неизменных или относительно равномерных объемах.

Нарушение сбалансированности заготовки и воспроизводства того или иного ресурса, ввиду, например, отставания лесного хозяйства от лесозаготовки, или при односторонней лесозаготовке, вызовет нарушение требования непрерывного, неистощительного пользования лесом, неминуемый спад объема воспроизводимого ресурса со всеми

вытекающими экономическими, а иногда и экологическими последствиями.

Но поступательное развитие лесного хозяйства призвано обеспечить удовлетворение непрерывно растущих потребностей общества в ресурсах как каждого конкретного вида, так и в расширении их ассортимента. В данном случае мы имеем дело с организацией воспроизводства лесных ресурсов в расширенных масштабах, призванной обеспечить непрерывное и прогрессивно возрастающее многоцелевое лесопользование. Динамическое сбалансирование расширяющихся масштабов и разнообразия производства и потребления продуктов и услуг леса возможно только в рамках длительного времени и требует выработки целенаправленной долгосрочной лесной политики. В СССР управление процессом расширенного воспроизводства лесных ресурсов осуществляется с помощью предварительно разрабатываемых долгосрочных прогнозов и системы планов — на 10—15 лет, пятилетних и годовых — развития всего комплекса лесных отраслей (в том числе лесного хозяйства) с учетом целей народного хозяйства.

Составная часть проблемы удовлетворения растущих потребностей в древесине и в некоторых других продуктах леса — международная торговля лесными материалами, масштабы которой расширяются по мере развития межгосударственных контактов. Для экономики отдельных стран эта торговля имеет важное значение.

Расширенное воспроизводство лесных ресурсов внутри страны осуществляется с помощью комплекса мероприятий по повышению продуктивности лесов (интенсивный путь), а также вовлечения в использование ранее не освоенных лесов и облесения земель в безлесных или малолесных областях (экстенсивный путь). Перечисленные мероприятия требуют выделения дополнительных вложений с долгосрочным характером отдачи. Очередность их определяется народнохозяйственной эффективностью, а объем — экономическими возможностями страны на каждом этапе развития. В СССР объемы таких мероприятий предусматриваются планом. Интенсификация лесного хозяйства, направленная на повышение продуктивности лесов, сопровождается непрерывным увеличением затрат на единицу площади, последующим ростом объема лесной продукции и снижением ее себестоимости.

Таким образом, ННПЛ — это понятие не только временного порядка. В воспроизводственном отношении оно имеет конкретное хозяйственное содержание, реальность которого обуславливается экономическим уровнем ведения лесного хозяйства.

Очень важно определить пространственные границы приложения требования ННПЛ и показателей, с помощью которых можно контролировать его выполнение.

Вопрос о первичном, исходном объекте приложения ННПЛ значим потому, что именно на базе его начинают вырабатываться системные хозяйственные решения, составляющие основу планирования и организации хозяйственной деятельности в предприятиях, так как уже само лесохозяйственное предприятие должно функционировать на основе ННПЛ. Необходимо знать оптимальную площадь таких предприятий и структурные подразделения, на которые может распространяться ННПЛ. В принципе величина объекта приложения ННПЛ определяется экономическими возможностями его организации, что, в свою очередь, обуславливается рядом взаимосвязанных факторов: назначение лесов, лесистость, уровень интенсивности лесного хозяйства, специализации и концентрации производств, базирующихся на разработке лесных ресурсов. В данном случае взаимодействуют две разнонаправ-

ленные тенденции: с одной стороны, интенсификация лесного хозяйства углубляет дифференциацию объекта, что в известной мере сужает его величину; с другой стороны, на эффективности производства отражается степень концентрации производств, на определенном уровне обеспечивающих эффективную специализацию их при внутри- или межхозяйственной кооперации. Однако на обе тенденции в каждом районе накладываются экологические и социальные ограничения. При большом разнообразии природных и экономических условий площади лесохозяйственных предприятий могут быть различны, при сохранении общей тенденции, обуславливающей уменьшение площади в интенсивных хозяйствах и увеличение в экстенсивных.

Согласно официально утвержденной методике, объектом расчета пользования лесом является каждое лесохозяйственное предприятие (лесхоз). В действительности и сейчас еще далеко не в каждом даже таком предприятии (не говоря уже о леспромхозах особенно в многолесных районах) ведется непрерывное неистощительное пользование лесом. Сложившаяся ранее основная часть леспромхозов (ЛПХ), как периодически действующих, или временных, мешают быстро перейти к повсеместному ННПЛ.

Организация постоянно действующих ЛПХ как задача была сформулирована в постановлении ЦК КПСС «О работе Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР по повышению эффективности использования древесины в свете требований XXV съезда КПСС» (1976 г.). В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» намечается обеспечить постепенный переход к ведению лесного хозяйства на принципах непрерывного и рационального лесопользования, приступить к реализации целевой комплексной программы по созданию в Европейско-Уральской зоне СССР постоянной лесосырьевой базы для целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП).

Сама постановка задачи создания постоянно действующих ЛПХ и постоянных лесосырьевых баз для ЦБП говорит о том, что на сегодняшний день пока не для каждого лесохозяйственного и лесопромышленного предприятия возможна и реальна организация ННПЛ. Постепенный повсеместный переход к нему, видимо, будет поэтапным. Последовательность этапов будет заключаться в упорядочении лесопользования вначале в рамках крупных территориально-производственных комплексов (ТПК), затем для сырьевых баз входящих в их состав крупных лесопромышленных комплексов (ЛПК) и только после них для каждого лесхоза и леспромхоза. Эта последовательность обусловлена тем, что сырьевые базы ряда ЛПХ уже настолько истощены, что об организации в них ННПЛ на данном этапе говорить уже поздно. Но важно не допустить крайнего истощения потребительских сырьевых баз ЛПК, в состав которых эти ЛПХ входят. Такая опасность существует, например, для Братского ЛПК, и важно своевременно исправить сложившиеся здесь недостатки. Объединение Минлеспрома СССР с Минбумпромом СССР позволит изменить положение, в котором находились до этого ЛПК. В новых условиях единого управления комплексом лесопромышленных отраслей, наконец, быстрее удастся целиком подчинить лесозаготовительную промышленность (которая до сих пор занимала неоправданно привилегированное положение среди других лесных отраслей) интересам отраслей по обработке и переработке древесины, а следовательно, и всю лесозаготовку—требованию создания постоянно действующих сырьевых баз ЛПК и входящих в их состав ЦБП.

Возникает вопрос о целесообразности и возможности организации ННПЛ в рамках территориально-хозяйственных подразделений, входящих в состав предприятия. Этот вопрос принципиально важен только с точки зрения выполнения системы лесохозяйственных требований, особенно тех, которые обуславливаются социально-экологическими ограничениями. Имеется в виду, например, допустимая степень концентрации рубок, особенно сплошнолесосечных, в той или иной части предприятия с учетом конкретного сочетания категорий и типов леса. Если социально-экологические ограничения не доминируют, то может быть целесообразна концентрация рубок, а как следствие, и неравномерность их объемов и размещения внутри предприятия по его подразделениям.

Вместе с тем преобладание сугубо защитных лесов, особенно в горных районах, потребует более равномерного размещения рубок по территории, что ослабляет антропогенные воздействия на функционирование экологической системы в целом.

Для тех же равнинных районов, особенно многолесных, где рубки существенно не нарушают гидрологический режим и не приводят к эрозии почв, чаще целесообразно размещать рубки блоками, но, разумеется, дифференцируя способы рубок по категориям лесов. Следует иметь в виду, что по мере увеличения числа категорий лесов в том или ином предприятии организация ННПЛ по каждой из них может привести к такой деконцентрации рубок, что проведение последних становится затруднительным или даже экономически невозможным для отдельных категорий лесов. Так, в некоторых категориях лесов I группы систематически не используется расчетная лесосека. Поэтому организация ННПЛ для каждой категории лесов внутри лесохозяйственного предприятия необходима лишь в тех случаях, когда это диктуется социально-экологическими ограничениями.

Следующее важное составное хозяйственное подразделение внутри предприятия — хозяйственная секция (ХС), которая представляет совокупность участков леса, общих по хозяйственным признакам и поставленной цели. ХС традиционно считается основным объектом организации ННПЛ. Эта традиция связана с теорией нормального леса, одним из атрибутов схемы которого является равномерное распределение площади насаждений по классам возраста в пределах оборота рубки. Однако схема нормального леса в ее классическом понимании реализуется лишь при неизменности целей, условий и способов хозяйствования, при установившейся раз и навсегда структуре лесного фонда. К схеме нормального леса мог бы приближаться лесной фонд на уровне простого воспроизводства лесных ресурсов.

При расширенном воспроизводстве лесных ресурсов и возрастающем многоцелевом значении лесов имеет место постепенное изменение в соотношении целей, их приоритетов, что в долгосрочной перспективе серьезно отражается на структуре лесного фонда. В процессе интенсификации лесного хозяйства малопродуктивные насаждения заменяются более продуктивными, при этом изменяется и соотношение ХС. Часть ХС (малопродуктивных) может вообще исчезать, замещаясь более продуктивными. При такой динамичной перестройке лесного фонда в процессе расширенного воспроизводства лесных ресурсов не каждая ХС может быть устойчивым объектом для организации ННПЛ.

В условиях динамичного развития лесного фонда при расчете ННПЛ все ХС надо рассматривать системно в целостной совокупности, выделяя в их составе функционально различные группы, площади которых на перспективу для одних увеличиваются, для других уменьшаются, для третьих остаются относительно стабильными.

При расширенном воспроизводстве лесных ресурсов, обеспечивающем непрерывное, прогрессивно возрастающее многоцелевое лесопользование, схема нормального леса не подходит для контроля за обеспечением ННПЛ. При изменяющемся соотношении площадей и запасов насаждений во времени надежным регулятором ННПЛ не могут быть только традиционные показатели лесного фонда, такие как распределение площади и запаса по классам возраста, прирост (текущий или средний периодический). В этих динамичных условиях для надежного регулирования ННПЛ и контроля за ним они должны быть дополнены рассчитываемым размером пользования по тем или иным ресурсам на долгосрочную перспективу в виде временного ресурсного потока по этапам времени. Определяемый при этом размер пользования, например древесиной, на оборот рубки позволяет оценить долговременные последствия существующего уровня или предлагаемых альтернатив хозяйствования на перспективу.

Разработанный для этой цели балансовый метод прогнозных расчетов лесопользования на основе долгосрочных программ воспроизводства лесных ресурсов позволяет определить размер пользования ресурсом, в том числе и древесиной, при разных уровнях ведения лесного хозяйства, долговременные последствия принимаемых хозяйственных решений и их эффективность, формирование структуры наиболее эффективных долгосрочных программ для управления долгосрочным процессом расширенного воспроизводства лесных ресурсов [5].

Однако при разнокачественности древесины разных ХС количественные показатели суммарного потока лесопользования недостаточно характеризуют уровень ННПЛ для того или иного объекта в целом. Поэтому наряду с натуральными показателями следует использовать и стоимостные: оптовые цены на древесину разных пород и сортиментов, чистую прибыль (разница оптовых цен и себестоимости сортиментов), а также эффективность воспроизводства древесного ресурса в виде отношения прибыли к приведенным затратам, или к себестоимости. При этом требование ННПЛ будет выполнено, если для объекта в целом (лесохозяйственного предприятия) непрерывный суммарный поток всего комплекса ресурсов, поддающегося стоимостной оценке, на перспективу будет не снижающимся в стоимостном выражении.

Таким образом, контроль за выполнением требования ННПЛ можно осуществлять различными способами в зависимости от масштабов воспроизводства: при простом воспроизводстве лесных ресурсов на основе распределения площади и запаса ХС по классам возраста, используя схему нормального леса, а при расширенном — дополнением традиционных показателей характеристиками долговременного суммарного потока лесопользования (на протяжении оборота рубки), в натуральном и стоимостном выражении.

Сказанное о контроле за выполнением требования ННПЛ относится в основном к одному, хотя и важнейшему, ресурсу леса — древесине. Проблема определения размеров многоцелевого пользования лесом пока стоит лишь на повестке будущих научных исследований. Они потребуют первоначального поиска методического подхода к решению этой проблемы. Заранее можно лишь сказать, что принципиальным отличием в ее решении является не максимизация, а оптимизация пользования каждым отдельным ресурсом леса, при максимизации суммарного эффекта в многоцелевом лесопользовании с учетом заданной структуры целей. Однако общим в решении будет программно-целевая основа, предполагающая также увязку многоцелевого ННПЛ с мас-

штабами и структурой расширенного воспроизводства лесных ресурсов.

Динамизм целей лесного хозяйства естественно будет приводить к изменению структуры лесопользования. И тут может возникнуть вопрос, не приведет ли на определенном этапе максимизация суммарного эффекта к снижению размера пользования древесиной и, следовательно, к нарушению ННПЛ по отношению к древесному ресурсу. Этот вопрос заслуживает внимания. Дело в том, что в перспективе непрерывно возрастает доля социальных и экологических функций леса. В малолесных областях нашей страны, например, уже сейчас значительную долю имеют леса I группы, в которых приоритет принадлежит защитным функциям. Эти функции в общей совокупности, конечно, отражаются на пользовании древесиной. В этих условиях обеспечить ННПЛ по отношению к древесине можно при условии расширения масштабов тех способов рубок, которые отвечают назначению защитных лесов, но требуют больше затрат труда и средств по сравнению со способами рубок в лесах промышленного назначения. Имеются в виду разного рода выборочные, постепенные, реконструктивные, ландшафтные рубки и т. п. Следовательно, нужны добавочные ресурсы на интенсификацию лесного хозяйства, обеспечивающие не только изъятие древесины соответствующими способами рубок, но и воспроизводство ее при более трудных, более строго регламентируемых лесохозяйственными требованиями способах ведения хозяйства.

Следовательно, в условиях многоцелевого лесного хозяйства, направленного на максимизацию суммарного эффекта всеми ресурсами леса, обеспечить непрерывное и неистощительное пользование древесным ресурсом леса можно только при условии интенсификации лесного хозяйства, требующей значительно большего уровня затрат по сравнению с воспроизводством древесины в эксплуатационных лесах. Интенсификация многоцелевого лесного хозяйства становится условием для организации ННПЛ и удовлетворения непрерывно растущих потребностей общества в различных ресурсах леса.

В условиях непрерывно растущих потребностей в разнообразных продуктах и услугах леса возрастает и роль лесоустройства в разработке программ и проектов, обеспечивающих управление долгосрочным процессом расширенного воспроизводства лесных ресурсов. Контроль за выполнением ННПЛ и планомерное регулирование его на разных уровнях воспроизводства лесных ресурсов — обязательная составная часть таких программ, а следовательно, и всей службы лесоустройства. В соответствии с «Основами лесного законодательства Союза ССР и союзных республик», на лесоустройство возложен государственный учет всех лесов по единой для всей страны системе, разработка задач по организации непрерывного, неистощительного и рационального пользования лесами для планомерного удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине и другой лесной продукции, а также системы мероприятий, обеспечивающих восстановление и повышение продуктивности лесов, охрану и защиту леса. Вся работа лесоустройства в этом направлении служит не только целям текущей хозяйственной деятельности и развитию экономики. Она вместе с тем выражает нашу заботу о будущем, об обеспеченности грядущих поколений природными ресурсами и благами. Учитывая, что значительная часть эффекта, получаемого от осуществления этих разработок, переносится на отдаленную перспективу, на тех, кто будет жить после нас, проведение этих работ является этическим обязательством перед будущим человечеством.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис В. В. Современное направление лесоустройства. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 280 с. [2]. Анучин Н. П. Определение площади лесных предприятий с непрерывным лесопользованием. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. — 36 с. [3]. Лесоустройство/ А. А. Байгин, О. О. Герниц, Г. П. Мотовилов и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. — 347 с. [4]. Моисеев Н. А. Основы прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов. — М.: Лесн. пром-сть, 1974. — 223 с. [5]. Моисеев Н. А. Воспроизводство лесных ресурсов. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 263 с. [6]. Орлов М. М. Лесоустройство. Т. I. — Л.: Лесн. хоз-во, лесопромышленность и топливо. — 428 с. [7]. Расчет размера лесопользования/ С. Г. Синицын, Н. А. Моисеев, В. В. Загребев, Н. П. Анучин. — М.: Лесн. пром-сть, 1973. — 176 с. [8]. Рудзкий А. Ф. Краткий очерк истории лесоустройства. — 2-е изд. — Спб., 1899. — 170 с. [9]. Синицын С. Г. Хозяйственное воплощение принципа непрерывного, нестационального лесопользования.—Лесн. хоз-во, 1980, № 1, с. 43—47. [10]. Blankmeister J. Die räumliche und zeitliche Ordnung im Walde. — Neuman Verlag, Leipzig, 1956. — 145 S. [11]. Gregory G. R. Forest resource economics. — The Ronald Press Company, 1972. [12]. Kurth H. Die Raumzeitordnung des Waldes. — Tharandter Beiträge zur Entwicklung der Forsteinrichtung. Dresden, 1978, L. 7, H. 1. [13]. Speidel Dr. G. Planung im Forstbetrieb. — Hamburg und Berlin. Verl. Paul Parey. 1972. — 268 S.

УДК 378

УЧЕБНО-ОПЫТНЫЕ ЛЕСХОЗЫ ВУЗОВ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

И. С. МЕЛЕХОВ

Московский лесотехнический институт

Учебно-опытные лесхозы и лесничества лесных вузов должны играть в подготовке кадров и развитии лесной науки такую же роль, как клиники медицинских вузов. Без клиники немислима подготовка врача и прогресс медицины, и без хорошо налаженного опытного хозяйства нельзя подготовить полноценного лесного специалиста и обеспечить прогресс лесохозяйственной науки.

Большие научные исследования ведутся в природных заповедниках, включающих и заповедные леса. Результаты их могут быть очень ценными для науки, в том числе для определенных разделов лесной науки. Они могут представлять известный интерес и с учебных позиций. Однако значение заповедников для подготовки специалистов лесохозяйственного профиля ограничено.

В отличие от лесного заповедника, учебно-опытный лесхоз ведет интенсивное лесное хозяйство. Уровень его хозяйства должен быть выше, чем в соседних производственных лесхозах. Это не означает, что в нем не должно быть охраняемых природных объектов. Наоборот, в учебно-опытных лесхозах целесообразно иметь определенный набор лесных «резерватов» (не обязательно больших по площади). Здесь должны быть как природные, так и хозяйственные эталоны — эталоны высокопродуктивного леса и рационального ведения лесного хозяйства на современной научной основе.

Чем разнообразнее природные условия лесхоза, выше техническая оснащенность, квалифицированное его инженерно-технический персонал, тем более высокий уровень подготовки студентов можно обеспечить при прохождении учебной практики.

Учебно-опытные лесхозы и лесничества должны экспериментально проверять новые идеи, давать первые предложения производству, практике. Своеобразие леса как объекта лесной науки и лесного производства заключается в длительности его существования и развития, в его

многолетии, что вызывает необходимость длительных стационарных исследований, их преемственности, о которой надо сказать особо.

Учебно-опытные лесхозы и лесничества должны быть самым подходящим местом для проведения многолетних стационарных исследований, для полного обеспечения преемственности эксперимента. Работая подчас в трудных условиях, они сыграли большую роль в разработке и развитии прогрессивных методов лесного хозяйства в нашей стране.

Славную историю имеют одно из старейших в мире Лисинское лесничество (ныне Лисинский лесхоз) Ленинградской лесотехнической академии и лесная опытная дача Тимирязевской сельскохозяйственной академии. Последняя может служить образцом полного обеспечения преемственности исследований; в ней систематически изучаются постоянные пробные площади, заложенные сотню лет тому назад.

Лисинское лесничество (ныне лесхоз) уже в течение 175 лет служит объектом учебной практики студентов Ленинградской лесотехнической академии (до 1929 г. — Лесного института) — старейшей высшей лесной школы. В нем заложено ряд опытов, проводились оригинальные способы рубок, разработанные известными лесоводами Д. М. Кравчинским, М. М. Орловым. К сожалению, в этом лесничестве временами утрачивалась преемственность в опытах, результаты их своевременно не изучались. Большой ущерб Лисинскому массиву был нанесен военными действиями.

Важной задачей здесь, наряду с закладкой современных опытов, является проведение лесоводственно-исторических изысканий. В этом отношении можно отметить ценные исследования Г. И. Редько и А. С. Тихонова, установивших по архивным материалам и натурным данным в Лисинском лесничестве места прошлых опытов. А. С. Тихонов выявил забытые участки рубок Кравчинского и некоторые другие интересные в смысле преемственности лесоводственные объекты. Г.-И. Редько провел большую работу по восстановлению и уточнению лесокультурных объектов в Лисинском лесхозе за период с 1805 г. по 1979 г.

Известны исследования учебно-опытных хозяйств Брянского, Воронежского, Белорусского, Московского, Архангельского институтов, Украинской сельскохозяйственной академии и других лесных и сельскохозяйственных учебных и научных учреждений страны.

На территории Щелковского учебно-опытного лесхоза Московского лесотехнического института, а именно в границах Воря-Богородского и Огудневского лесничеств, имеются исторические объекты лесного хозяйства; в 80-х годах прошлого столетия здесь была образована Никольская лесная дача «товарищества Вознесенской мануфактуры». Первое устройство этого лесного массива было проведено известным русским профессором М. К. Турским, опубликовавшим отчет о нем в 1886 г.

В соответствии с лесоустроительным планом, в 1899 г. была начата ревизия под руководством тогдашнего ассистента, а затем профессора Г. М. Турского (сына М. К. Турского); ему не довелось, однако, завершить эту работу в связи с Японской войной (в 1904 г. он выехал «на театр военных действий»), и заканчивал ревизию лесоустройства местных лесничий Г. А. Сычев.

В Московской области имеются высокопродуктивные древостои, созданные в прошлом выдающимися лесоводами, прежде всего, М. К. Турским и К. Ф. Тюрмером. Достаточно сказать, что запас созданных К. Ф. Тюрмером еловых и смешанных сосново-еловых и елово-сосновых древостоев в возрасте спелости достигает 600—800 м³/га и более, а лиственничных — 1500 м³/га. Лесоводы проявляют постоянный ин-

терес к этим историческим объектам. За последние годы ценные исследования по ним проведены М. Д. Мерзленко.

Это — убедительные и наглядные эталоны высокопродуктивных лесов, на которых можно учить и воспитывать студентов. В Воря-Богородском лесничестве имеется небольшой участок лиственницы посаженной в 1872 г. (по другим сведениям, в 1871 г.) проф. М. К. Турским. Теперь это — древостой, характеризующийся средней высотой 33 м, диаметром 36 см, запасом около 600 м³ на 1 га, класс бонитета Ia. Во время учебной практики студентам МЛТИ мы демонстрируем этот участок леса, созданного руками лесоводов, ставший величественным храмом природы, отдавая дань уважения труду славных сеятелей нивы лесной.

Посещение этого объекта, знакомство с ним оставляет глубокое впечатление и имеет большое воспитательное и профессиональное значение.

На территории Шелековской лесной дачи учебно-опытного лесхоза Архангельского лесотехнического института в 1949 г. под руководством автора этих строк было начато стационарное комплексное изучение леса (см. Труды АЛТИ, 1954, т. 14). В числе объектов были как насаждения, так и вырубки. С последними связаны наиболее динамичные процессы — изменения в напочвенном покрове, возобновление и формирование леса; стационарное изучение их позволяет уже в сравнительно короткие сроки разрабатывать практические рекомендации производству.

В современном лесном хозяйстве большое значение приобретают вопросы внесения удобрений. Ответы на них требуют обязательного проведения стационарных опытов. И здесь значительна ответственность учебно-опытных лесхозов. Некоторые из них (например, Негорельский учебно-опытный лесхоз Белорусского технологического института) уже в течение ряда лет ведут такие опыты. Интересные примеры селекционных опытов имеет учебно-опытный лесхоз Воронежского ЛТИ и лесхозы некоторых других лесных вузов.

В Лисинском лесхозе Ленинградской лесотехнической академии в самом начале 50-х годов текущего столетия под руководством М. И. Салтыкова лесоинженерным и лесохозяйственным факультетами были начаты комплексные исследования по изучению влияния лесозаготовительных машин на возобновление леса в целях разработки рациональных технологических схем.

В Щелковском лесхозе Московского лесотехнического института проведен ряд заслуживающих внимания опытов, заложенных уже в период существования его как учебно-опытного лесхоза. Некоторые из них служат сегодня объектами учебной практики.

Учебно-методическую эффективность опытов, заложенных в разное время в учебно-опытных лесхозах, можно было бы повысить еще более, если привести эти объекты в полную известность. Сегодня материалы по ним еще в ряде лесхозов разрознены, остаются на кафедрах (и то далеко не полные) или даже у отдельных преподавателей. Было бы целесообразно привести их в систему, сконцентрировать в лесхозе, отразить на планшетах и планах насаждений.

Ценность заложенных опытов (постоянных пробных площадей) со временем все более возрастает. Поэтому очень важно обеспечивать их сохранность, своевременно обновлять опознавательные знаки. В этом должны быть заинтересованы руководители и специалисты лесхоза и сами кафедры и лица, заложившие опыты. Это была бы одна из действенных форм использования результатов вузовских исследований в

учебном процессе. К сожалению, это делается не везде, что приводит к утрате ценных для лесной науки и практики материалов.

Во всех областях науки и техники часть открытий, положений, рекомендаций постепенно утрачивает свое первоначальное значение и становится уделом истории. Лесное хозяйство не является исключением. Однако имеется и обратная связь, выражаемая влиянием самой истории науки и техники на их дальнейший прогресс. Возможности использования этой обратной связи в лесном хозяйстве для его дальнейшего развития, пожалуй, более значительны, чем в других областях, из-за долголетия леса и длительности хозяйственных ротаций. Следует только иметь в виду, что использование истории лесоводства в современном техническом прогрессе не означает обязательности механического переноса опытов прошлого без всяких изменений. Необходимо учитывать новые условия, современные достижения в технике, технологии, науке.

Познания о лесе, его природе значительно расширяются и углубляются. Ныне лес можно рассматривать как природную систему на разных уровнях — от микролокального до глобального.

Особое внимание в настоящее время привлекают экосистемные, биогеоценологические и динамические аспекты леса как сложного образования природы, находящегося в то же время под все усиливающимся многосторонним антропогенным влиянием.

Понять и освоить эти аспекты на надлежащем уровне можно лишь при непосредственном приобщении к лесу, овладении методами диагностики леса; при этом важно научить студентов не только видеть и характеризовать сегодняшний лес, но и понимать его прошлое, т. е. происхождение и развитие, и уже на основе этого и с учетом социально-экономических факторов грамотно ставить прогнозы на будущее как в природном, так и в хозяйственном смысле.

Такую задачу, например, кафедра лесоводства МЛТИ пытается решать, уже начиная с первой экскурсии со студентами III курса, когда лес рассматривается как сложное природное единство в пространстве и во времени, и кончая лесоводственно-хозяйственным анализом во время учебной практики с IV курсом. При этом полезно участие в лесоводственных экскурсиях, особенно на IV курсе, кроме преподавателей, также ответственных специалистов лесхоза. В этом отношении накоплен положительный опыт взаимодействия в работе кафедры и лесхоза.

За время учебной практики, помимо экскурсий, важное значение имеет самостоятельная работа студентов, выполняемая под непосредственным руководством преподавателей и специалистов лесхоза; здесь студенты вплотную приобщаются к самостоятельному описанию и анализу леса, овладевают методикой сбора и обработки полевых материалов, разрабатывают необходимые лесоводственные мероприятия.

Отдельные составные части леса в соответствующей степени являются объектами учебной практики разных кафедр лесохозяйственного факультета. Такая дифференциация необходима и правомерна. Однако рассмотрение леса как сложного природного явления в целом требует комплексного подхода. Для этого целесообразно проводить комплексные экскурсии с участием нескольких кафедр и работников лесхоза.

Лесоводственные комплексные экскурсии в учебно-опытных лесничествах и лесхозах начали применяться давно. Они успешно проводились профессором М. Е. Ткаченко в 20—40-х годах в Лисинском лесничестве Ленинградской лесотехнической академии. Автору довелось проводить такие же экскурсии в учебно-опытных лесхозах Архан-

гельского лесотехнического института и Ленинградской лесотехнической академии. Комплексные экскурсии проводятся в настоящее время в учебно-опытных хозяйствах некоторых лесных вузов. К сожалению, далеко не во всех вузах применяется подобный вид учебной практики, хотя он заслуживает внимания.

Таковы некоторые положения, касающиеся, главным образом, ознакомления студентов с лесом как природным объектом, углубленного понимания ими леса как сложного природного явления.

Но лес является еще и объектом хозяйства — предметом многостороннего его использования, возобновления, повышения продуктивности, улучшения его состояния. Эти задачи должны решаться на современном научно-техническом уровне, тем более в условиях учебно-опытного, т. е. показательного хозяйства. Здесь роль учебно-опытного хозяйства в подготовке лесоводов особенно ответственна.

За истекшие десятилетия в лесное хозяйство поступила новая техника, появилась новая технология. Казалось бы, в первую очередь этой техникой должны насыщаться учебно-опытные лесхозы вузов. Однако техническая оснащенность учебно-опытных лесхозов явно недостаточна. Далеко не везде обеспечены непрерывность и преемственность исследований. Многие учебно-опытные хозяйства еще не являются образцовыми, показательными для соседних производственных лесхозов, есть даже обратные примеры. Так, не везде имеется пока возможность проводить учебную практику по рубкам ухода с применением современной техники.

Большую помощь учебно-опытным лесхозам Минвуза могли бы оказывать производственные министерства и ведомства.

Хорошо поставлена практическая подготовка специалистов лесного хозяйства среднего звена. Республиканские министерства лесного хозяйства, в систему которых входят учебные лесхозы-техникумы, обеспечивают эти учебные хозяйства всем необходимым, в том числе и современной техникой. С удовлетворением можно отметить постоянный интерес к этому вопросу, проявляемый министром лесного хозяйства РСФСР А. И. Зверевым. Но ведь лесные вузы готовят кадры высшей квалификации для лесного хозяйства, вливающиеся в ту же отрасль. Следовательно, органы лесного хозяйства должны быть заинтересованы в высоком уровне практической подготовки студентов и в вузовских учебно-опытных лесхозах. Поэтому хотелось бы рассчитывать на действенную помощь этим лесхозам со стороны лесохозяйственных органов.

В условиях нашей обширной страны большое значение имеет географическая дифференциация лесохозяйственных мероприятий, основанная на учете местных природных и производственных условий. Каждый учебно-опытный лесхоз для зоны или области, в которой он расположен, может дать ответы на многие важные вопросы производства.

Вместе с тем, учебно-опытные лесхозы, работая в конкретных географических условиях, не должны ограничиваться текущими вопросами и задачами. Они должны заглядывать и в завтрашний день: ставить такие опыты, которые сегодня для соседних производственных лесхозов еще не представляют непосредственного практического интереса (например, по вопросам ухода за лесом в районах, где ухода пока не проводятся), а завтра, с появлением экономических и технических возможностей, эти вопросы потребуются срочно решать именно в данных природных условиях. Это совершенно необходимо для обучения студентов, подготовки высококвалифицированных специалистов, кото-

рые завтра будут иметь дело с более высоким уровнем лесохозяйственного производства.

Поскольку любой лесхоз, в том числе и учебно-опытный, расположен в определенной природной зоне (подзоне, провинции, поясе и т. д.) и находится под влиянием этой зональности, постольку его местонахождение, природные объекты сказываются и на характере подготовки студентов, несмотря на общность методологических и методических принципов того или иного учебного предмета. Это обстоятельство положительно влияет на подготовку тех специалистов, которые по окончании института будут работать в условиях этой же природной зоны. В основном так и происходит: Архангельский лесотехнический институт готовит лесоводов прежде всего для Европейского Севера, Сибирский технологический — для Сибири, многие выпускники Московского лесотехнического института работают в зоне смешанных хвойно-широколиственных лесов Московской и смежной с нею областей. Однако выпускники любого лесного вуза попадают и в другие районы страны. Опыт показывает, что, как правило, они осваиваются с новой обстановкой и становятся полноценными специалистами в этих новых для них условиях. Все же следовало бы облегчить этот процесс еще во время обучения в вузе путем расширения географического диапазона учебной практики. Автор имеет в виду проведение дальних экскурсий. Такие экскурсии широко применяются в ряде зарубежных стран. Так, например, в Швеции в течение всего курса обучения студенты высшей лесной школы совершают три поездки: в северную, среднюю и южную Швецию.

В наших условиях и для этого вида практики могли бы сыграть положительную роль учебно-опытные лесхозы лесных вузов. Можно было бы проводить экскурсии в порядке взаимного межвузовского обмена. Ведь практикуются же даже межгосударственные обмены студентами. Кафедры, факультеты должны быть самым тесным образом связаны с учебно-опытными лесхозами и лесничествами, опираться на них и помогать им.

Настало время, когда необходимо повысить роль учебно-опытных лесхозов в решении основных научных лесохозяйственных проблем. К ним надо, прежде всего, отнести повышение продуктивности лесов, рациональное использование и воспроизводство всех полезностей леса. Учебно-опытные лесхозы должны быть показательными и по культуре лесохозяйственного производства, и по установлению роли леса как составной части окружающей среды.

В Московском лесотехническом институте в настоящее время на базе Щелковского учебно-опытного лесхоза создается комплексный учебно-опытный объект нового типа, включающий и транспортировку, и переработку древесного сырья на современном техническом уровне. В этот комплекс, естественно, войдут и вопросы лесопользования и воспроизводства леса. В подобных хозяйствах расширяются возможности подготовки специалистов не только лесохозяйственного профиля.

Здесь возникает много проблем, связанных с разрешением противоречий: лесозаготовительной техники и технологии с биологией и экологией леса; наиболее полного использования биомассы с опасностью обеднения почвы; потребностей в получении сырья с потребностями в рекреации и охране природы. Правильное решение этих и других проблем в рамках учебно-опытного лесхоза способствовало бы интенсификации лесного хозяйства и в более широком географическом диапазоне.

Необходимо наладить систематический обмен информацией между лесными вузами (и соответствующими факультетами сельскохозяйственных и других вузов) о результатах и возможностях учебной и исследовательской работы учебно-опытных лесхозов. Накопленный разными вузами опыт использования учебно-опытных хозяйств в качестве базы учебной практики и экспериментального изучения леса призван сослужить большую службу в дальнейшем улучшении подготовки лесных специалистов высшей квалификации и повышении эффективности научных исследований.

Необходимо действеннее использовать научный потенциал учебно-опытных лесхозов.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*232.411.3(470.343)

**ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ
СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

Н. Д. ВАСИЛЬЕВ

Марийский политехнический институт

В течение ряда лет в лесных питомниках Марийской АССР проводилось изучение влияния различных свойств дерново-подзолистых почв, составляющих основной фон в почвенном покрове республики, на рост и развитие сосновых сеянцев. Установлено, что при равной агротехнике выход стандартных сеянцев и их биометрические показатели в значительной мере зависят от механического состава почвы.

Для обеспечения высокой грунтовой всхожести семян, быстрого укоренения проростков и хорошего роста корневых систем и в целом сеянцев нужно рыхлить почву, ибо только в рыхлых почвах благоприятно сочетаются водные, воздушные и тепловые свойства. Оптимальной считается плотность почвы 1,1—1,3 г/см³ [1, 4]. Более плотные почвы обладают неблагоприятными свойствами и, как следствие, низким эффективным плодородием.

Плотность почв в регионе достигает 1,50 г/см³, что можно объяснить их плохим структурным состоянием. Это касается не только песчаных и супесчаных разновидностей, но и легко- и среднесуглинистых. Особенно высокой плотностью отличаются среднесуглинистые почвы, которые содержат не более 6—7 % водопрочных агрегатов и до 64—87 % микроагрегатов, т. е. почвы в сильной степени распылены и по сути лишены агрономически ценной водопрочной структуры (табл. 1). В то же время эти почвы имеют значительное количество частиц физической глины.

Таблица 1

Местонахождение питомника (лесхоз)	Содержание агрегатов, %, размерами, мм								
	10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25	>1
Дубовский	3,4	8,0	6,6	5,7	6,2	8,7	23,4	38,0	29,9
	—	—	0,5	0,9	1,0	2,4	8,6	86,6	2,4
Советский	24,2	26,3	14,2	8,1	7,3	7,1	4,9	7,9	80,1
	—	—	0,6	1,4	2,4	7,5	19,6	68,5	4,4
Новоторъяльский	47,6	14,7	10,9	6,5	6,3	6,5	3,2	4,3	86,0
	—	—	1,6	2,1	2,4	8,1	22,1	63,7	6,1

Примечание. В числителе данные сухого просеивания; в знаменателе — мокрого.

В условиях, когда почва сильно распылена и не окультурена [3], водно-воздушный и тепловой режимы определяются механическим составом. Его влияние проявляется уже при прорастании семян и появлении всходов. В наших опытах семена, имеющие техническую всхо-

жесть 90 % и энергию прорастания за 7 дн. 72 %, при посеве без мульчирования в дерново-слабоподзолистую среднесуглинистую почву имели грунтовую всхожесть только 24 %, а в супесь — 45 %. Низкая грунтовая всхожесть семян сосны в первом случае объясняется тем, что бесструктурная, сильно распыленная (отношение водопрочных агрегатов размерами больше 1 мм к частицам меньше 0,25 мм только 0,06) почва после прошедших дождей сильно уплотнилась и образовала трудно пробиваемую для ростков корку, а супесчаная почва корки не имела, хотя тоже была слегка уплотнена.

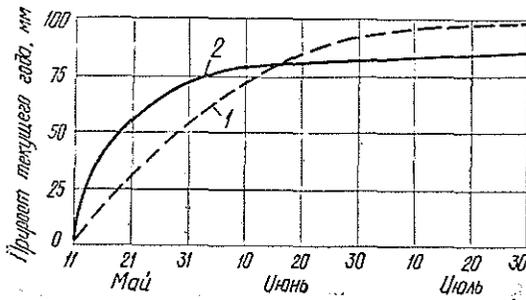


Рис. 1. Рост сеянцев сосны в высоту на второй год. 1 — на легкосуглинистой почве; 2 — на супесчаной.

На почвах с разным механическим составом рост сеянцев также различен. Характерен ход роста их на второй год. Наблюдения за линейным приростом сеянцев в высоту в сезон 1976 г. показали, что за первые 10 дн. роста (наблюдения вели с десятидневными интервалами) сеянцы дали максимальный прирост: на супесчаной почве в среднем по 5,1 мм в день, на легкосуглинистой — 3,1 мм. В следующую десятидневку в первом случае прирост в день составил соответственно 1,6 и 2,2 мм. Сравнительно интенсивный прирост сеянцев в высоту сохранился и в течение третьей декады: по 1,2 и 1,4 мм в день. На супесчаной почве после этого сеянцы почти не росли, а на легкосуглинистой продолжали расти такими же темпами и в течение четвертой декады (рис. 1). Полученная математическая модель роста сеянцев во вторую вегетацию на супесчаной почве имеет вид:

$$y = 89,0 - \frac{326,0}{x};$$

на легкосуглинистой

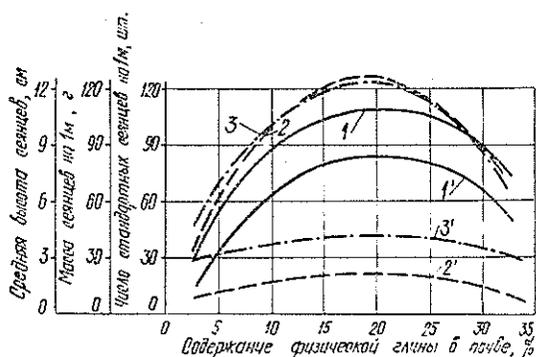
$$y = 3,475 + 2,946x - 0,023x^2,$$

где y — прирост текущего года;

x — число дней, прошедших с начала роста сеянцев, т. е. со дня перехода среднесуточной температуры воздуха через $+8^\circ\text{C}$, при которой в наших условиях начинается рост сосновых сеянцев в высоту.

Разные грунтовая всхожесть семян и темпы роста сеянцев на различных почвах в сильной степени повлияли и на конечный результат: высоту надземной части, диаметр у шейки корня, длину корневой системы и массу сеянцев. Исследования показали, что механический состав почвы оказывает существенное влияние и на однолетние, и на двухлетние сеянцы. Коэффициент существенности Фишера (F) во всех случаях больше табличного значения для уровня вероятности 0,99. Характер изменения изучаемых признаков под влиянием механического состава почвы подчиняется уравнению параболы II порядка (рис. 2).

Рис. 2. Изменение числа стандартных однолетних (1) и двухлетних (1') сеянцев, их общей массы (2, 2') и средней высоты (3, 3') в зависимости от содержания в почве глинистых частиц.



Число стандартных сеянцев на 1 м посевных строк:

для однолеток

$$y = 9,32x - 0,229x^2 - 7,91;$$

для двухлеток

$$y = 10,408x - 0,249x^2 + 2,897;$$

средняя высота сеянцев:

для однолеток

$$y = 0,219x - 0,0061x^2 + 2,346;$$

для двухлеток

$$y = 1,08x - 0,282x^2 - 2,051;$$

фитомасса сеянцев на 1 м посевных строк:

для однолеток

$$y = 2,011x - 0,054x^2 + 3,473;$$

для двухлеток

$$y = 12,845x - 0,332x^2 + 2,624,$$

где x — содержание частиц физической глины в почве, %.

Полученные по этим формулам величины очень близки к данным измерений. Критерий соответствия Пирсона (χ^2) во всех случаях меньше табличного значения для уровня вероятности 0,99.

Очень интересно соотношение фотосинтезирующей массы сеянцев и массы корней. По мнению ряда авторов [2], лучше приживаются сеянцы сосны, имеющие пропорционально развитые надземные и подземные части с соотношением массы корней и хвои от 1:2 до 1:3.

Наши исследования показали тесную связь между механическим составом почвы и развитием корневой системы. На связаннопесчаных почвах сеянцы сосны в первый год имеют более мощную корневую систему (отношение массы хвои к массе корней 1,63), чем на супесчаных (2,30), легкосуглинистых (3,20) и тем более среднесуглинистых почвах (4,21). На второй год у сеянцев на связаннопесчаных, супесчаных и легкосуглинистых почвах это отношение становится оптимальным (2,66—2,84), на среднесуглинистых же почвах и у двухлетних сеянцев корневая система развивается недостаточно (3,49).

Анализ экспериментальных и теоретических значений изучаемых признаков роста и развития сеянцев сосны (табл. 2) показывает, что

Таблица 2

Возраст сеянцев, лет	Количество глинистых частиц в поч- ве, % от абс. сухой почвы	Общая фитомасса сеянцев на 1 м посевных строк, г	Число годных к посадке сеянцев на 1 м строк, шт.	Средняя высота сеянцев, см
1	До 5	$7,7 \pm 0,4$	$15 \pm 0,7$	$3,0 \pm 0,10$
		8,2	14	2,9
	5,1—10	$16,4 \pm 0,8$	$45 \pm 2,2$	$3,4 \pm 0,16$
		15,5	49	3,6
	10,1—15	$19,7 \pm 1,0$	$79 \pm 3,9$	$4,4 \pm 0,20$
		20,2	73	4,1
	15,1—20	$22,8 \pm 1,1$	$82 \pm 4,1$	$4,2 \pm 0,22$
		22,1	85	4,3
	20,1—25	$20,2 \pm 0,9$	$85 \pm 4,2$	$4,2 \pm 0,11$
		21,4	86	4,2
25,1—30	$18,5 \pm 0,9$	$76 \pm 3,7$	$3,6 \pm 0,08$	
	17,9	75	3,8	
30,1—35	$11,8 \pm 0,6$	$52 \pm 2,5$	$3,0 \pm 0,13$	
	11,8	53	3,0	
2	До 5	$35,5 \pm 1,7$	$42 \pm 2,1$	$5,7 \pm 0,19$
		32,7	27	4,6
	5,1—10	$73,5 \pm 3,6$	$63 \pm 3,1$	$8,3 \pm 0,23$
		80,3	67	8,6
	10,1—15	$113,1 \pm 5,1$	$94 \pm 4,4$	$11,1 \pm 0,38$
		111,5	94	11,1
	15,1—20	$133,8 \pm 6,4$	$110 \pm 4,7$	$12,6 \pm 0,25$
		126,0	109	12,3
	20,1—25	$116,2 \pm 4,9$	$113 \pm 4,7$	$12,1 \pm 0,19$
		124,1	111	12,1
25,1—30	$108,4 \pm 5,3$	$105 \pm 4,5$	$11,3 \pm 0,45$	
	105,5	101	10,4	
30,1—35	$70,1 \pm 2,7$	$75 \pm 3,7$	$6,7 \pm 0,33$	
	70,5	75	7,4	

Примечание. В числителе данные наблюдений; в знаменателе — выравненные.

при выращивании сеянцев на некультуренных почвах наиболее высоким эффективным плодородием отличаются почвы, содержащие от 15 до 25 % частиц физической глины, так как в них складываются лучшие условия водно-воздушного и теплового режима.

Эффективное плодородие средних суглинков по сравнению с легкосуглинистыми и супесчаными почвами значительно ниже (примерно на 1/3). Это объясняется худшими водно-воздушным и тепловым режимами, складывающимися в среднесуглинистых почвах.

Еще менее плодородны почвы песчаных разновидностей. Но природа низкого плодородия здесь иная. Эти почвы имеют сравнительно неплохие физические свойства, но отличаются небольшой емкостью поглощения, слабой буферной способностью, малой влагоемкостью и бедны элементами питания.

В заключение отметим, что посевные отделения питомников для выращивания хвойных пород (в том числе и сосны) необходимо раз-

мещать на более легких почвах супесчаного и легкосуглинистого механического состава; при необходимости выбора между среднесуглинистой и связаннопесчаной почвами предпочтение следует отдавать последней, как более легко поддающейся хозяйственному воздействию.

Обязательным условием повышения плодородия суглинистых почв является создание в этих почвах водопрочной структуры.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Козлова Л. М., Блиев Ю. К. О реакции сеянцев сосны и ели на уплотнение почвы. — Лесоведение, 1974, № 4, с. 42—49. [2] Родин А. Р., Грибков В. В., Никитина А. В. Оптимальное соотношение надземной биомассы посадочного материала и корневых систем хвойных пород. — Лесохоз. информ. ЦБНТИлесхоз, 1974, вып. 15, с. 13—14. [3] Смирнов В. Н. Почвы Марийской АССР, их генезис, эволюция и пути улучшения. — Йошкар-Ола, 1968. — 531 с. [4] Смирнов Н. А., Трошина Э. С. Оптимальная плотность почвы при выращивании сеянцев сосны обыкновенной. — В кн.: Материалы науч. конф. по вопросам лесн. хоз-ва. Секц. лесн. культуры и защитного лесоразведения. М., 1970, с. 103—105.

Поступила 24 июля 1980 г.

УДК 630*232.325.3

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МУЛЬЧИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ И ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ В ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ

Г. П. САФРОНОВА, Л. А. ПЕСТОВА

Сибирский технологический институт

Мульчирование посевов — одно из обязательных агротехнических мероприятий при выращивании сеянцев хвойных пород в питомниках Сибири. Этот прием позволяет регулировать водный, воздушный и тепловой режимы почвы, способствует повышению грунтовой всхожести дорогостоящих семян. Эффект мульчирования в значительной степени зависит от материала, который используют для покрытия гряд. В последние годы для этой цели в сельском и лесном хозяйствах [1, 3], наряду с древесными опилками, соломой, торфом и другими материалами, стали применять полиэтиленовую пленку.

В данной работе приведены материалы по изучению влияния мульчирования гряд на температуру и влажность верхнего слоя почвы. Для покрытия гряд использовали древесные опилки и полиэтиленовую пленку толщиной 0,1 мм: прозрачную и темную (покрытую слоем битумного лака).

Опытные работы проводили в 1973—1977 гг. в питомнике Козульского лесхоза Красноярского края (подзона южной тайги Сибири). Климат района резко континентальный, характерны поздние весенние заморозки. Почвы питомника тяжелосуглинистые дерново-подзолистые.

Температуру и влажность почвы на грядах изучали в посевах ели сибирской. Семена высевали в конце мая, после посева гряды мульчировали 1-сантиметровым слоем опилок или покрывали полиэтиленовой пленкой, края которой плотно присыпали почвой. Контролем служили гряды без мульчи. Температуру приземного слоя воздуха (на высоте 5 см) регистрировали с помощью недельных термографов. Температуру на поверхности почвы определяли ежедневно термометрами (РМ-2 и ТМ-2) в три срока: 9, 13 и 19 ч. Температуру почвы измеряли в те же сроки на глубине 2, 5, 10 и 20 см электротермометром АМ-2М. Один раз в неделю термовесовым методом определяли влажность почвы на глубине 0—2, 4—6 и 8—10 см.

Влажность верхнего 2-сантиметрового слоя почвы под опилками практически всегда была выше, чем на грядах без мульчи, и колебания ее в течение периода вегетации меньше (коэффициент вариации — 23—24 % вместо 45—60 % для гряд без мульчи, табл. 1). В некоторые

Таблица 1

Год	Средняя влажность, % на абс. сухую почву			
	на грядах без покрытия		на грядах под опилками	
	$x \pm s_x$	Коэффициент вариации, %	$x \pm s_x$	Коэффициент вариации, %
1973	18,1 ± 1,40	58,2	33,0 ± 2,24	23,5
1974	14,4 ± 1,18	50,4	22,4 ± 1,21	34,2
1975	19,7 ± 1,50	45,5	26,8 ± 1,18	28,2
1976	15,2 ± 1,38	60,0	24,2 ± 1,05	29,0

сроки влажность почвы на открытых грядах поднималась до 35 %, а в периоды без дождей опускалась до максимальной гигроскопической влаги (9 %) и ниже. Мульчирование опилками повышает влажность верхнего слоя, что очень важно для прорастания семян и роста корешков всходов.

На глубине 5—10 см влажность почвы как под опилками, так и без них колеблется меньше, чем в верхнем слое, и составляет в среднем 32—36 % в течение всего вегетационного периода. В этих условиях увлажнения на грядах без мульчи появляются лишь единичные всходы ели сибирской, грунтовая всхожесть семян на грядах с опилками в разные годы составляла 7—24 % от числа всхожих семян.

Представление о влажности почвы в период прорастания семян под полиэтиленовой пленкой и под опилками дают материалы табл. 2.

Таблица 2

Год	Мульчирующий материал	Влажность, % на абс. сухую почву			Число всходов на 1 м, шт.
		29 мая	5 июня	12 июня	
1974	Опилки	32,9 ± 0,6	23,7 ± 0,6	19,4 ± 1,2	35 ± 2
	Темная пленка	33,4 ± 0,7	26,8 ± 1,1	20,2 ± 1,2	127 ± 6
1975	Опилки	40,0 ± 1,1	40,5 ± 1,4	34,6 ± 1,1	106 ± 3
	Прозрачная пленка	37,1 ± 1,5	37,3 ± 1,3	23,4 ± 0,5	102 ± 4
	Темная пленка	39,6 ± 0,3	37,7 ± 0,9	31,1 ± 0,2	121 ± 6
1976	Опилки	27,5 ± 0,7	33,0 ± 0,9	30,5 ± 1,1	120 ± 10
	Темная пленка	32,5 ± 1,6	29,2 ± 1,0	23,5 ± 0,6	163 ± 15

В 1974 г. всю первую половину июня не было дождей. Влажность почвы под пленкой в этих условиях оказалась примерно на уровне влажности почвы под опилками (пленку с гряд не убрали в течение всего периода прорастания семян).

В 1975 г. после посева часто шли дожди. Влажность почвы была значительно выше, чем в предыдущем году. В первые два срока определения влажность под пленкой и под опилками не отличалась существенно, но 12 июня верхний слой почвы под пленкой оказался суше, чем под опилками. Под прозрачной пленкой почва высыхает быстрее, чем под опилками.

В 1976 г. в конце мая к моменту посева влажность почвы была довольно низкой. Выпавшие 30—31 мая и 1 июня дожди несколько повысили влажность почвы под опилками. Под темной пленкой уже 5 июня влажность почвы понизилась.

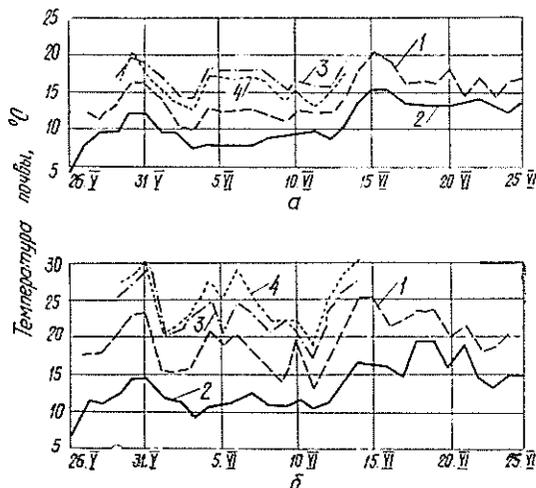
Всеянные снегованные семена при практически одинаковых условиях увлажнения на грядах под опилками и полиэтиленовой пленкой

в последнем случае имеют более высокую грунтовую всхожесть. Дело в том, что применение опилок в качестве мульчирующего материала, улучшая режим увлажнения верхнего слоя почвы, значительно снижает ее прогрев, что отрицательно сказывается на прорастании семян.

Почва на питомнике в мае прогревается довольно слабо. Так, в 1976 г. в первой декаде мая температура на глубине 2 см в среднем составила в утренние часы 2,8 °С, а в третьей — 7,7 °С. В первой декаде июня в различные годы температура почвы на этой глубине в 9 ч колебалась от 7,9 до 14 °С.

Температура почвы на глубине 2 см в период прорастания семян.

а — в 9 ч; б — в 13 ч; 1 — на грядах без мульчи; 2 — под опилками; 3 — под темной пленкой; 4 — под прозрачной пленкой.



Сравнение температуры верхнего слоя почвы (2 см) в 1973 г. под опилками и на грядах без мульчи показывает, что покрытие гряд опилками снижает прогрев почвы (см. рис.).

В период прорастания семян под опилками колебания температуры меньше, чем на открытых грядах. Так, в результате резкого понижения температуры воздуха (вторая пятидневка июня 1973 г.) температура почвы на грядах без мульчи опускалась до 4,5, а под опилками — до 6,3 °С. В наиболее жаркие дни разница температур в этих вариантах достигала в утренние часы 6,4, а в дневные — 11°.

В утренние часы температура почвы под темной полиэтиленовой пленкой оказалась на 3—10° выше, чем под опилками, при этом под прозрачной пленкой она несколько ниже, чем под темной. Наибольшие различия в прогреве почвы наблюдались на грядах, покрытых опилками и пленкой, в дневные часы. При этом под прозрачной пленкой днем в жаркие дни температура была на несколько градусов выше, чем под темной. Поступление тепла в почву, мульчированную прозрачной пленкой, на 40—60 % выше, чем в открытую почву [4].

В период прорастания семян большое значение имеют экстремальные температуры. В этот период температура открытой поверхности почвы зачастую поднимается выше 40, а в отдельные дни — до 50 °С. На поверхности, покрытой опилками, максимальная температура на 4—7° ниже и в наиболее жаркие дни не поднимается выше 45 °С. Самая высокая температура отмечена под прозрачной пленкой (до 60 °С).

Минимальная температура на поверхности почвы под темной пленкой на 1—5° выше, чем на открытой гряде, а под прозрачной в дни поздних весенних заморозков температура может опускаться даже ни-

же, чем на открытой поверхности. Следовательно, наибольшие колебания температуры имеют место при применении прозрачной пленки.

Прогрев почвы в весенний период зависит от температуры воздуха. На открытых грядах между этими температурными характеристиками наблюдается тесная зависимость (табл. 3). Для гряд под опилками эта связь также высокая в дневные и вечерние часы, в утренние — слабее (коэффициент корреляции 0,460—0,534). Поступление тепла, равно как и его отдача из почвы под опилками, из-за низкой теплопроводности мульчирующего слоя происходит медленнее, чем на открытом месте.

Таблица 3

Год	Способ мульчирования	Коэффициент корреляции между температурой почвы и температурой воздуха ($r/t_{\text{факт}}$)			Табличные значения t-критерия на уровне значимости	
		в 9 ч	в 13 ч	в 19 ч	05	01
1973	Опилки	$\frac{0,460}{2,20}$	$\frac{0,898}{8,20}$	$\frac{0,892}{8,60}$	2,10	2,88
	Контроль	$\frac{0,790}{6,10}$	$\frac{0,928}{11,60}$	$\frac{0,891}{9,50}$	2,07	2,81
1975	Опилки	$\frac{0,534}{2,70}$	$\frac{0,750}{4,17}$	$\frac{0,780}{5,20}$	2,10	2,88
	Темная пленка	$\frac{0,540}{2,32}$	$\frac{0,730}{3,84}$	$\frac{0,770}{4,47}$	2,16	3,01
	Прозрачная пленка	$\frac{0,731}{4,00}$	$\frac{0,682}{3,37}$	$\frac{0,790}{6,00}$	2,16	3,01
	Контроль	$\frac{0,819}{5,69}$	$\frac{0,846}{6,31}$	$\frac{0,836}{6,10}$	2,12	2,92

Связь температуры почвы под прозрачной пленкой с температурой воздуха довольно высокая во все часы суток. Для гряд под темной пленкой, как и под опилками, в утренние часы эта связь слабая, что связано с меньшей прозрачностью темной пленки.

Применение темной полиэтиленовой пленки при выращивании семян ели сибирской в питомнике Козульского лесхоза способствует значительному увеличению грунтовой всхожести семян и сокращает период от посева до появления всходов [2]. Увеличение грунтовой всхожести семян на грядах под темной пленкой происходит в результате сохранения влаги в почве и создания благоприятных температурных условий в период прорастания семян.

Таким образом, послепосевное покрытие гряд опилками и полиэтиленовой пленкой способствует сохранению влаги в почве, однако применение опилок в качестве мульчирующего материала значительно снижает температуру почвы в период прорастания семян. Использование полиэтиленовой пленки для укрытия гряд усиливает прогрев почвы по сравнению с открытыми грядами и особенно по сравнению с грядами, покрытыми опилками. В условиях Сибири перспективно применение темной полиэтиленовой пленки, под которой складывается наиболее благоприятный тепловой режим. Послепосевное покрытие гряд прозрачной пленкой в данных условиях нецелесообразно, так как в дневные часы под пленкой отмечаются слишком высокие температуры на поверхности почвы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Вишнякова Н. М. Микроклимат и урожай при мульчировании почвы пленкой. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 79 с. [2] Сафронова Г. П. Применение темной полиэтиленовой пленки и суперфосфата для повышения грунтовой всхожести семян ели сибирской. — В кн.: Защитное лесоразведение и лесные культуры. Воронеж: ВГУ, 1978, с. 118—121. [3] Смирнов Н. А. Агротехника выращивания сеянцев хвойных пород в питомниках зоны смешанных лесов. — Лесоэксплуатация и лесн. хоз-во, 1966, № 10, с. 21—26. [4] Тараканов Г. И., Розов Н. Ф. О мелiorации микроклимата под пленочными укрытиями на необогреваемом грунте. — Докл. ТСХА, 1962, вып. 77, с. 297—306.

Поступила 1 сентября 1980 г.

УДК 630*5 : 630*242

ИЗМЕНЕНИЕ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНЯКОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОРЕЖИВАНИЯ

А. В. ЛЕПЕХИН

Московский лесотехнический институт

Рубки ухода применяют и изучают очень давно. Несмотря на это, как указывает акад. И. С. Мелехов, их теория и практика у нас и за рубежом разработаны недостаточно. Поэтому необходимы дальнейшие комплексные исследования в этом направлении.

Любое явление природы следует рассматривать в тесной связи с окружающими его условиями. Это положение имеет принципиально важное значение для биологии леса. Лес представляет собой тесное единство организмов и среды. Поэтому изучение изменений, происходящих в древостое при рубках ухода, является актуальным вопросом современного лесоводства. Сразу же после проведения рубок ухода происходят первичные изменения в структуре древостоя.

Для того чтобы рассмотреть некоторые приемы прореживания, нами заложены 22 пробные площади в квартале 83 Гребневского лесничества Щелковского учебно-опытного лесхоза Московского лесотехнического института, на 8 из которых изучено изменение основных таксационных показателей. Все пробные площади принадлежат к формирующемуся типу леса сосняк-кисличник. Пробные площади заложены в культурах сосны, созданных посадкой в 1944 г. Расстояние между рядами — 2,5 м, а в ряду — 0,7 м. Рельеф участка ровный, почва дерново-подзолистая, легкосуглинистая, свежая, местами переходящая во влажную. В настоящее время культуры сосны представляют собой сосновое насаждение Iа класса бонитета с незначительной примесью березы и ели.

На пробных площадях в 1972 г. было осуществлено три варианта прореживания: линейный (вырубался полностью какой-либо определенный ряд), равномерно-выборочный и линейный в сочетании с равномерно-выборочным.

При равномерно-выборочном разреживании древостоя испытывали 4 степени интенсивности рубки: слабую (10—15 %), умеренную (16—25 %), сильную (26—35 %) и очень сильную (36—45 %). При слабой интенсивности рубки из древостоя удаляли деревья сосны V и IV классов Крафта и 10 % деревьев III класса. При умеренной интенсивности из древостоя были изъяты все деревья сосны V и IV, около 50 % деревьев III класса, а также экземпляры, имеющие пороки ствола и кроны. При сильной интенсивности вырублены все деревья сосны V и IV, 50—60 % деревьев III и 10—20 % деревьев II класса, а также часть экземпляров I класса, имеющих широкую крону. Очень сильная интенсивность предусматривала удаление из состава древостоя всех деревьев V, IV и III классов, а также худшие экземпляры II и I классов. Во всех вариантах удаляли ветровальные, поврежденные болезнями и насекомыми деревья. Примесь березы, которая достигла в составе древостоя 20 %, удаляли наполовину.

При линейном способе рубки, проводимом в сочетании с равномерно-выборочным, в основу положен линейный принцип разреживания древостоя, но между полностью вырубемыми рядами обязательно удаляли экземпляры сосны V и IVб классов Крафта.

Показатели	Интенсивность				
	слабая			умерен	
	До рубки	После рубки	Через 7 лет после рубки	До рубки	После рубки

Равномерно-выборочный

Состав	10С+Е	10С+Е	9С1Е+Б	9С1Е+Б	9С1Е+Б
Полнота	0,96	0,85	0,95	0,82	0,65
Число деревьев, шт./га	1686	1393	1439	1568	1144
Сумма площадей сечений, м ² /га	30,5	26,9	35,4	26,0	20,7
Средний диаметр, см	14,4	15,7	17,7	15,1	16,5
Запас, м ³ /га	263	251	330	245	196
Отпад деревьев, %					

Линейный в сочетании с равномерно-

Состав	10С+Е,Б	10С+Е,Б	10С+Б,ед.Е	9С1Б, ед. Е	9С1Б+Е
Полнота	0,79	0,69	0,80	0,80	0,64
Число деревьев, шт./га	1530	1325	1134	1720	1170
Сумма площадей сечений, м ² /га	25,0	21,8	28,1	25,1	19,5
Средний диаметр, см	13,5	13,6	17,7	14,4	15,7
Запас, м ³ /га	222	191	246	253	296
Отпад деревьев, %			14,4		

Рассмотрим, как изменилась структура древостоя при разных способах и интенсивности рубки на тех пробных площадях, где таксационные показатели наилучшим образом свидетельствуют об особенностях способа и принципа отбора деревьев. Данные таблицы характеризуют изменения в структуре древостоя, которые произошли сразу после прореживания и через 7 лет.

При равномерно-выборочном способе прореживания разной интенсивности состав древостоя существенно не изменился, что объясняется его однородностью.

Спустя 7 лет почти при всех степенях интенсивности усилила свои позиции ель и в большинстве случаев появилась береза. Эти изменения объясняются тем, что ель подросла и достигла учетного диаметра (4 см на высоте груди), а быстрорастущая береза дала больший прирост. При равномерно-выборочном методе разреживания и слабой интенсивности рубки уже через 7 лет после ее проведения древостой восстановил первоначальную полноту. При других степенях интенсивности полнота также увеличилась на 0,05—0,09.

Число деревьев в этом же варианте возросло на 46 шт./га за счет перехода ели в учетную часть древостоя. При умеренной интенсивности рубки отпад составил 168 шт./га, или 14 %, а при сильной и очень сильной — соответственно 9 и 1 %. Таким образом, с увеличением интенсивности прореживания процент отпада уменьшился.

Сумма площадей сечений при слабой интенсивности после проведения рубки снизилась на 3,6 м²/га, а спустя 7 лет возросла на 8,5 м²/га и превысила даже первоначальную. Интенсивно возросла площадь сечений и при других степенях разреживания сосняков искусственного происхождения.

Текущее изменение запаса древостоя при равномерно-выборочном разреживании мало зависело от интенсивности рубки, а при линейном в сочетании с равномерно-выборочным оно постепенно возрастало от слабой (8 м³/га) до сильной интенсивности (11 м³/га).

рубки						
наля	сильная			очень сильная		
	Через 7 лет после рубки	До рубки	После рубки	Через 7 лет после рубки	До рубки	После рубки

метод разреживания

7С2Е1Б	10С+Е	10С+Е	9С1Е+Б	10С ед. Е,Б	10С+Е	10С+Е,Б
0,70	0,84	0,61	0,70	0,82	0,52	0,60
976	1486	1013	942	1750	962	953
24,9	26,5	19,2	26,4	25,6	16,0	22,9
18,0	16,1	17,1	18,9	18,0	15,5	17,5
270	246	178	245	256	163	233
14			7			1

выборочным методом разреживания

9С1Б+Е	9С1Б+Е	9С1Б+Е	8С1Е1Б	10С+Б	10С+Б	10С, ед. Е,Б
0,70	0,84	0,62	0,80	0,79	0,45	0,55
1016	1746	1156	1132	1597	807	849
25,6	26,6	19,7	28,8	24,9	14,3	21,6
17,9	13,9	14,8	18,0	14,3	15,3	18,0
257	240	172	251	232	135	204
13,2			5,3			

Средний диаметр при разной интенсивности прореживания возрос на 0,5—1,4 см. Весьма характерно, что с увеличением интенсивности прореживания разница в средних диаметрах сосны через 7 лет после его проведения постепенно уменьшается (по сравнению с первоначальным до рубки).

Из приведенных данных одновременно следует, что абсолютный диаметр оказался наибольшим при сильной (18,9 см) и умеренной (18,0 см) интенсивности рубки.

Рассмотрим результаты линейного в сочетании с равномерно-выборочным методом разреживания древостоя. В формуле состава древостоя при всех степенях интенсивности существенных изменений не произошло. Это объясняется прежде всего однородностью насаждений и принятым принципом отбора деревьев в рубку и для выращивания.

Анализ изменений полноты древостоя показал, что за указанный промежуток времени она приблизилась к первоначальной.

Число деревьев на пробной площади при увеличении интенсивности прореживания уменьшилось, что вызвало и постепенно снижающийся отпад. При очень сильной интенсивности число деревьев несколько возросло. Это объясняется тем, что ель подросла и достигла учетного диаметра (4 см на высоте груди).

Из анализа изменения среднего диаметра следует, что при линейном в сочетании с равномерно-выборочным способом разреживания древостоя его средний диаметр оказался больше в тех насаждениях, где интенсивность рубки была сильной и его максимальный прирост за 7 лет оказался больше при этой же интенсивности рубки.

На контрольных площадях отпад деревьев сосны оказался намного выше (19 %), чем в насаждениях, пройденных рубками ухода. Показательно, что за 7 лет произошло даже снижение среднего прироста по диаметру (2,2 см), и средний прирост по запасу древостоя оказался примерно на 30 % ниже, чем в древостоях умеренного разреживания.

Сравнивая варианты прореживания, можно заключить, что при выращивании сосняков, искусственного происхождения и ведении рубок ухода в них лучшие результаты обнаруживаются при линейном способе разреживания древостоя в сочетании с равномерно-выборочным. С практической точки зрения этот способ более удобен тем, что при вырубке определенных рядов деревьев создаются своеобразные волокнистые, облегчающие валку и трелевку древесины.

Поступила 1 декабря 1980 г.

УДК 630*241

НОРМАТИВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ РУБОК УХОДА В ХВОЙНО-ЛИСТВЕННЫХ МОЛОДНЯКАХ

Р. И. ПОЮРОВСКАЯ

Ленинградская лесотехническая академия

Разрабатываемая в настоящее время ВО «Леспроект» подсистема ОАСУ-лесхоз «Обработка лесоустроительной информации» нуждается в создании нормативно-справочной базы для многовариантных расчетов объемов мероприятий и лесопользования и других целей [1], в частности рубок ухода в молодняках.

Известно, что при смене хвойных пород лиственными продуктивность лесов снижается на 30—40 % [3]. Например, в сосняках-зеленомошниках Коми АССР смена пород наблюдается на 35,7 % площадей молодняков (колебания по типам леса 9—78 %) [4]. Этот процесс в значительной мере можно приостановить своевременными рубками ухода.

Необходим норматив для определения площадей рубок ухода в молодняках, в соответствии с их составом. Для этого нужно знать минимальную долю хвойных пород в составе, при которой обеспечивается их преобладание к достижению возраста, безопасного в отношении смены пород.

Нами разработана методика и предлагается норматив для определения объемов рубок ухода в молодняках в зависимости от состава древостоев. Изучена динамика состава в хвойно-лиственных молодняках во времени, выявлены критические составы, которые дают неопределенный прогноз по главной породе.

В качестве экспериментальных для разработки норматива использованы данные пробных площадей и глазомерно-измерительной таксации насаждений по пяти лесхозам Ленинградской области. Разработка норматива по этим данным возможна, так как состав древостоев при лесоустройстве определяется с достаточной точностью [2].

Площади молодняков I и II классов возраста в анализируемых лесхозах составляют 1—7 % лесопокрытой площади.

Из таксационных описаний материалов лесоустройства 1950—1970-х годов статистическим методом выбирали совокупность выделов хвойно-лиственных молодняков зеленомошной группы типов леса I и II классов возраста, с полнотой 0,6 и выше, с составом 3—7 единиц хвойной породы (сосны, ели). Каждый выдел идентифицировали по материалам последующего лесоустройства. Рассматривали хвойно-лиственные молодняки естественного происхождения, не пройденные рубками ухода. Необходимое число наблюдений (выделов) по классам возраста, породам и грациям единиц состава древостоев принято равным 40. Получена выборка для 1600 выделов за период наблюдений 10 лет. Общая площадь выборки 2500 га.

При обработке материалов выборки определяли процент площадей хвойно-лиственных молодняков, в которых за 10 лет наблюдалась смена пород. Изменение коэффи-

Таблица 1

Преобладающая порода	Коэффициент хвойных в составе	Процент площадей, где произошла смена хвойных лиственными, в классах возраста	
		I	II
Сосна	3	50	68
	4	27	15
	5	15	9
	6	8	5
	7	4	3
Ель	3	60	80
	4	40	35
	5	25	22
	6	14	12
	7	7	5

инентов состава от 3 до 7 даны по двум градациям: есть смена хвойных лиственными и нет смены (табл. 1).

Полученные данные показывают, что наиболее интенсивна смена пород в молодняках с наличием 3 единиц хвойных (50—80 %). Из табл. 1 видно также, что интенсивность смены пород в сосняках зеленомошной группы типов леса оказалась ниже, чем в ельниках, приблизительно на 20 %.

В молодняках II класса возраста по сравнению с I коэффициенты состава не понижаются, так как насаждения II класса возраста с участием в составе трех единиц хвойных при переходе в III класс возраста, согласно требованиям лесоустроительной инструкции, таксируются как лиственно-хвойные. Изменения таксационной характеристики молодняков в зависимости от требований лесоустроительной инструкции показано в табл. 2.

На основе экспериментальных данных установлены степенные уравнения взаимосвязи состава и процента площадей молодняков со сменой пород:

$$y = A + Bx^{-c}.$$

Параметры уравнений (A, B, C) и их математико-статистические характеристики приведены в табл. 3.

Таблица 3

Преобладающая порода	Класс возраста	Период наблюдения смены пород, лет	Уравнение	Систематическая ошибка уравнения, %	Средняя квадратичная ошибка уравнения ±σ, %
Сосна	I	10	$y = -14,286 + 330,363x^{-1,498}$	+0,4	0,9
"	II	10	$y = 1,694 + 7756,250x^{-4,441}$	+2,4	17,8
Ель	I	10	$y = -68,571 + 261,132x^{-0,638}$	-1,0	3,6
"	II	10	$y = -8,364 + 933,041x^{-2,160}$	-0,9	8,1

Примечание. В уравнениях x — коэффициент состава преобладающей породы (3—7 единиц), y — процент площадей со сменой хвойных лиственными.

Полученные уравнения могут быть использованы для определения процента площадей со сменой хвойных лиственными.

Объемы рубок ухода в молодняках находят на основе прогнозируемых процентов площадей со сменой пород при разном исходном составе. Эти данные получают по исходному составу молодняков с использованием установленных нами математических моделей. Все насаждения с неблагоприятными перспективами в отношении смены пород должны быть пройдены рубками ухода.

С помощью норматива-уравнений можно прогнозировать площади хвойно-лиственных молодняков со сменой пород за 10 лет в случае невозможности проведения рубок ухода по объективным причинам.

Разработанный норматив может применяться в лесхозах Ленинградской и соседних областей со сходными лесорастительными условиями, где ведется интенсивное хозяйство.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бочков И. М., Костенко А. Г., Бурневский Ю. И. ЭВМ в лесоустройстве. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 135 с. [2]. Горский П. В. Методические положения по составлению эскизов таблиц хода роста разновозрастных насаждений и техника составления их. — Алма-Ата, 1962. — 31 с. [3]. Лосицкий К. Б. Хозяйственная оценка смены пород в лесу. — Науч. тр./ ВНИИЛМ, 1962, вып. 45, с. 39—57. [4]. Тюрин Е. Г. Строение и рост смешанных сосново-березовых молодняков Коми АССР и основы хозяйства в них: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1973. — 20 с.

Поступила 29 января 1980 г.

УДК 630*161.32 : 630*174.754

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЗЕЛЕННЫХ ПИГМЕНТОВ В ХВОЕ СОСНЫ ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ КУЛЬТУР

В. К. ПОПОВ, Н. М. ПОПОВА

Воронежский лесотехнический институт

В практике лесного хозяйства получили распространение смешанные сосново-березовые культуры, отличающиеся в определенных условиях повышенной продуктивностью по сравнению с чистыми [1, 6, 8]. Однако сложные взаимоотношения между березой и сосной, проявляющиеся наиболее остро в зоне их контакта, нередко вызывают расстройство таких культур.

В данном сообщении приводятся результаты изучения роста сосны и накопления зеленых пигментов в сосново-березовых культурах с различной степенью перерастания пород.

Пробные площади были заложены в Сомовском и Семилукском лесхозах Воронежской области в условиях свежей сибирки (B_2) и в переходных условиях от A_2 до B_2 . Возраст культур 12 и 23 года, размещение посадочных мест $1,7 \times 0,7$ м, направление рядов с востока на запад. Показатели роста сосново-березовых и чистых культур сосны (данные 1974 г.) приведены в табл. 1.

Изменения высоты и диаметра сосны в рядах смешанной культуры подчиняются определенной закономерности: при отсутствии перерастания эти показатели максимальны в примыкающем к березе ряду, а к середине культуры уменьшаются; при перерастании сосны березой замедляется рост 1-го ряда и значительно превосходит его по росту 2-й ряд. Анализ этих результатов позволяет сделать заключение, что рост примыкающего к березе ряда зависит, прежде всего, от степени перерастания пород. Средние ряды культуры имеют показатели роста или близкие к чистым культурам, или превышают их.

Таблица 1

Номер пробной площади	Схема посадки	Возраст, лет	Степень переработки сосны березой, %	Высота (числитель), м и диаметр (знаменатель), см, сосны по рядам от березы			Средняя высота, м		Средний диаметр, см	
				1-му	2-му	4-5-му	сосны	березы	сосны	березы
13	11р.С11р.Б	23	101	$\frac{8,8}{9,3}$	$\frac{7,9}{7,8}$	$\frac{7,8}{8,1}$	7,9	8,0	8,1	7,1
16	СССССС	23	—	—	—	—	6,8	—	7,4	—
5	8р.С2р.Б	12	135	$\frac{6,1}{5,6}$	$\frac{6,7}{6,1}$	$\frac{6,3}{6,0}$	6,6	8,9	6,3	7,2
6	ССССССС	12	—	—	—	—	6,3	—	6,1	—
1	11р.С11р.Б	23	152	$\frac{7,3}{6,8}$	$\frac{9,4}{8,5}$	$\frac{7,7}{7,9}$	8,7	13,2	8,2	9,5
3	СССССС	23	—	—	—	—	7,2	—	7,4	—

В целом же на исследуемых пробных площадях сосна в смешанных культурах отличается более интенсивным ростом, о чем свидетельствуют средние высота и диаметр деревьев (превышение составляет соответственно 5—20 и 3—10 %; различия достоверны).

Мы определяли содержание хлорофилла в хвое сосны чистых и смешанных культур. В литературе до сих пор обсуждается вопрос о корреляции между накоплением пигментов и продуктивностью растений вообще и отсутствуют подобные данные о смешанных культурах. Для отбора образцов в рядах смешанных и чистых насаждений использовали 9—10 деревьев, с которых брали хвою второй-третьей мутовки верхнего яруса с западной стороны. Из двухлетней хвои составляли три средние пробы, исследование проводили в трех биологических и двух химических повторностях. Качество и количество зеленых пигментов определяли методом бумажной хроматографии [3] с использованием фотоэлектроколориметра КФ-5. Результаты обрабатывали методом дисперсионного анализа [4].

Изучение динамики накопления хлорофилла показало, что в среднем за сезон (данные 1975 г.) в хвое сосны сосново-березовых культур этот процесс идет интенсивнее на 25—40 % (табл. 2). Различия в 1-м и 2-м рядах математически достоверны (за исключением 1-го ряда на пробной площади № 5), так как выходят за пределы наименьшей существенной разницы ($НСР_{05}$). Аналогичная зависимость проявилась и в ранее проведенных нами рекогносцировочных опытах на пробных площадях № 1 и 3 [5].

Таблица 2

Номер пробной площади	Степень переработки сосны березой, %	Ряд сосновой кулисы	Сумма хлорофиллов, мг/г сухой массы					НСР ₀₅
			Май	Июнь	Июль	Сентябрь	Среднее за сезон	
13	101	1	3,92	2,08	3,00	—	3,00	0,11
		2	3,50	1,91	2,56	—	2,65	
		5	3,34	1,67	2,34	—	2,45	
16	—	К	3,34	1,84	2,16	—	2,44	—
		—	—	—	—	—	—	
5	135	1	2,12	3,09	1,33	1,79	2,08	0,08
		2	2,33	3,71	1,58	1,92	2,38	
		4	2,50	3,92	1,50	1,67	2,25	
6	—	К	2,42	3,42	1,25	1,67	2,19	—
		—	—	—	—	—	—	
1	152	1	4,31	4,96	4,26	—	4,51	0,18
		2	3,86	4,94	3,92	—	4,24	
		5	3,13	4,07	3,43	—	3,54	
3	—	К	2,87	3,52	3,21	—	3,20	—
		—	—	—	—	—	—	

В пределах рядов сосновой кулисы, находящихся на различном расстоянии от березы, сумма хлорофиллов в хвое уменьшается от примыкающего к березе ряда к середине кулисы. В таком же направлении, как было показано нами ранее [5], изменяется и содержание нитратного азота в почве под рядами сосновой кулисы, т. е. опад березы, обогащая почву элементами питания, способствует накоплению доступной формы азота. Поскольку азот необходим для биосинтеза хлорофилла, одной из причин более интенсивного накопления зеленых пигментов в смешанных культурах является, по-видимому, биотрофное воздействие березы.

Изменение освещенности в примыкающих рядах, связанное с различной степенью перерастания пород, оказывается не столь существенным, чтобы воздействовать на накопление пигментов. Это видно, на пример, из сравнения данных пробных площадей № 13, 16 (перерастание отсутствует) и № 1, 3 (перерастание 52 %).

Нами не обнаружено в данном случае отрицательного влияния березы, связанного с аллелопатией и отмеченного в работах Ю. М. Спахова [7] и М. В. Колесниченко [2].

Определенный интерес представляло выяснить, какой хлорофилл вызывает изменение суммы пигментов в рядах кулисы. Соотношение зеленых пигментов в исследуемых вариантах представлено в табл. 3 (данные 1975 г.).

Таблица 3

Номер пробной площади	Степень перерастания сосны березой, %	Ряд сосновой кулисы	Хлорофилл А/хлорофилл Б			
			Май	Июнь	Июль	Сентябрь
13	101	1	2,44	2,53	—	2,70
		5	2,29	2,40	—	2,75
		К	1,86	2,26	—	3,24
5	135	1	2,27	2,30	1,69	2,31
		4	2,57	2,66	1,79	2,15
6		К	2,64	2,31	1,98	2,26
1	152	1	2,17	1,63	—	2,35
		5	2,43	2,25	—	2,74
3		К	2,11	1,79	—	2,96

Таким образом, в смешанных культурах в условиях свежей простой субори (В₂) складываются более благоприятные условия для накопления зеленых пигментов в хвое сосны и ростовых процессов, чем в чистых. Исключение составляет 1-й ряд на пробных площадях с сильным перерастанием сосны березой, где, несмотря на высокое содержание хлорофилла, рост подавляется механическим, биофизическим влиянием березы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ковалев Л. С. Влияние примеси березы и акации на разложение лесной подстилки и на рост сосны в культурах лесостепи центрально-черноземных областей. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1969, № 3. [2]. Колесниченко М. В. Биохимическое взаимовлияние древесных растений. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. [3]. Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследования/ Н. В. Бажанова, Т. Г. Маслова, И. А. Попова и др. — М—Л.: Наука, 1964. — 121 с. [4]. Плохинский Н. А. Биометрия. — 2-е изд. — М.: МГУ, 1970. [5]. Попова Н. М., Попов В. К. О накоплении хлорофилла в хвое сосны в смешанных сосново-березовых культурах. — В кн.: Лесная геоботаника и биология древесных растений. Брянск, 1975, вып. 3. [6]. Рубцов В. И. Культуры сосны в лесостепи. — М.: Лесн. пром-сть, 1969.

[7]. Спахов Ю. М. О роли аллелопатии в изменении физиологического состояния молодых древесных растений при совместном произрастании: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Воронеж, 1971. [8]. Успенский В. В., Попов В. К. Особенности роста, продуктивности и таксации культур. — М.: Лесн. пром-сть, 1974.

Поступила 21 июля 1980 г.

УДК 630*5

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕКУЩЕЙ ГУСТОТЫ ДРЕВОСТОЕВ ПРИ ИХ ЦЕЛЕВОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Г. С. РАЗИН
Пермская ЛОС

Известно много способов определения оптимальной густоты древостоев. Однако им свойственны недостатки:

а) одни позволяют определить лишь оптимум начальной густоты, обеспечивающий лучший результат к определенному конкретному возрасту;

б) другие предусматривают определение оптимальной текущей густоты только для молодняков;

в) оптимальная густота определяется по критериям, не обеспечивающим получение максимума продукции (производительности) в единицу времени за период выращивания, а иногда и высокоустойчивых древостоев в любом возрасте.

Цель данной статьи — рекомендовать такой способ определения оптимальной текущей густоты выращивания древостоев, который подходил бы как для культур, так и для естественных древостоев и обеспечивал эффективное выращивание наиболее устойчивых, производительных и продуктивных древостоев в течение всей их жизни и за любой оборот рубки в любых конкретных условиях. Это достигается тем, что максимальное значение оптимального числа деревьев на единице площади (1 га) определяется с учетом текущей густоты древостоев, обеспечивающих предельную сумму площадей проекций крон на 1 га для данной средней высоты древостоев.

Предлагаемый нами способ обоснован с учетом:

а) свойства любых древостоев достигать предельной сомкнутости по сумме площадей проекций крон (до 3), возможной для каждой высоты в рассматриваемых условиях — в зависимости от начальной густоты древостоев и равномерности расположения деревьев в них;

б) закономерности изменения общей сомкнутости древостоев по сумме площадей проекций крон по мере увеличения средней высоты (возраста). Достигнув предельной общей сомкнутости (до 3) по сумме площадей проекций крон (до 30 000 м² на 1 га, в зависимости от начальной густоты), в дальнейшем, в ходе естественного изреживания, она уменьшается так, что древостой становятся относительно менее сомкнутыми по сравнению с достигающими предельной сомкнутости позже, так как развитие первых пойдет по линии регресса;

в) закономерности изменения полноты древостоев (по соотношению сумм площадей сечения или запасов): при естественном изреживании древостой наиболее полные (наиболее густые) в молодости становятся наименее полными впоследствии и, наоборот, менее полные (менее густые) в молодости становятся наиболее полными впоследствии.

г) возможности сохранения свойства древостоев (п. «а») повышать сомкнутость по сумме площадей проекций крон и полноту до возраста спелости за счет своевременного систематического нормированного регулирования числа деревьев на единице площади. Если планомерно уменьшать сумму площадей проекций крон путем искусственного разреживания (программного регулирования текущей густоты) не позже достижения ими предельной общей сомкнутости (и максимального значения оптимальной густоты), с первоочередной (преимущественной) выборкой деревьев с менее развитыми кронами, до состояния минимально-оптимальной густоты, то такие древостои приобретают свойство менее густых и будут способны вновь достигать предельной сомкнутости (и полноты) уже при больших высотах (возрастах);

д) число разреживаний и повторных достижений предельной сомкнутости (и полноты) зависит от породного состава, начальной густоты, времени первой рубки (которая может быть проведена и с некоторым опозданием, что допустимо в молодняках с высотой до 5 м — до некоторого предела), интенсивности выборки за каждый прием, условий местопроизрастания; интенсивность же выборки зависит от принятой по экономическим условиям периодичности рубки;

е) наиболее биологически продуктивны древостои, по сумме проекций крон близкие к предельно сомкнутым и по числу деревьев — к максимальному значению оптимальной густоты, так как у них наиболее развит ассимиляционный аппарат и они лучше используют условия; поэтому стратегия получения наивысшего объема продукции за

Таблица 1

<i>H</i> м	<i>N</i> шт./га	<i>H</i> м	<i>N</i> шт./га	<i>H</i> м	<i>N</i> шт./га
1	199000	11	3070	21	830
2	60000	12	2590	22	750
3	30500	13	2210	23	685
4	18900	14	1910	24	625
5	12900	15	1660	25	573
6	9400	16	1460	26	530
7	7100	17	1290	27	485
8	5600	18	1145	28	450
9	4500	19	1020	29	416
10	3690	20	920	30	390

<i>A</i> лет	До рубки, при программном выращивании								
	<i>H</i> м	<i>C</i> _{общ} га/га	<i>D</i> _{кр} м	<i>L</i> _{кр} %	<i>N</i> шт.га	<i>D</i> _{1,3} см	Σg м ³ /га	<i>HF</i> м ³ /м ²	<i>V</i> м ³ /га
10	1,5	2,35	0,56	67,8	97160	1,0	7,64	2,44	19
15	3,7	1,95	1,07	64,2	21700	3,27	18,23	2,48	45
20	5,9	1,75	1,52	62,9	9680	5,52	23,2	3,42	79
30	11,0	1,49	2,48	61,6	3070	11,58	32,4	5,66	183
40	15,9	1,33	3,38	61,0	1477	18,53	39,9	7,74	308
55	20,5	1,22	4,22	60,5	873	26,07	46,6	9,57	446
65	22,8	0,98	4,70	60,4	563	31,50	43,9	10,45	458
80	25,2	1,14	5,07	60,4	563	34,77	53,5	11,33	606
90	26,1	1,12	5,03	60,4	563	35,3	55,0	11,80	649
100	26,5	1,10	4,99	59,0	563	35,6	56,0	12,08	676

Примечание. *C*_{общ} — общая сомкнутость яруса по сумме площадей проек

любой период выращивания заключается в том, чтобы максимально длительное время поддерживать древостой в состоянии наибольшей способности к освоению энергии и вещества — при густоте, близкой к максимально-оптимальной, но предупреждать переход к регрессивному развитию, что происходит при естественном преодолении древостоем состояния предельной сомкнутости.

Предлагаемый нами способ заключается в следующем.

1. Известными способами определяют предельную сумму площадей проекций кроны и соответствующее максимальное значение оптимального числа деревьев на 1 га для древостоев всех высот (через оптимальные интервалы) с учетом породного состава, равномерности размещения и условий местопроизрастания; составляют уравнения зависимости максимального значения оптимальной текущей густоты от высоты древостоев, графики и таблицы; эта густота указывает на необходимость разреживания древостоев до минимального значения оптимальной густоты, определяемой с учетом лесоводственных и экономических критериев.

2. Минимальное значение оптимальной текущей густоты, оставляемой после каждого приема разреживания, определяют так:

а) исходя из лесоводственных и экономических условий, принимают периодичность разреживания рубками ухода, например (с учетом получаемой продукции и затрат) по схеме: 5—5—10—10—15 лет или 5—10—10—15—15 лет и т. д. Для резервных лесов и в районах, где не находят сбыта продукция, получаемая при рубках ухода в молодняках (елки, древесная зелень, щела, мелкотоварник), периодичность рубки принимается, например, 10—20—20 или 20—20—10 лет и т. д., т. е. уходы редкие;

б) для каждого участка перед разреживанием дается прогноз текущего прироста по высоте с момента текущего разреживания до следующей плановой рубки (Z_{ht}), исходя из текущего прироста за последние 5 и 10 лет, возраста, породы и условий местопроизрастания;

в) по будущей средней высоте $H_{A+t} = H_A + Z_{ht}$ (где H_A — средняя высота древостоя сразу после разреживания; Z_{ht} — прогнозный текущий прирост по высоте за t лет — промежуток между рубками) определяют по указанному в п. 1 уравнению, графику или таблице оставшее после рубки минимально-оптимальное число деревьев, необходимых для достижения предельной суммы площадей проекции кроны

Таблица 2

По программе					Ожидаемая производительность Π , м ³ /га		
оставляется		вырубается			общая	текущая	средняя
$N_{ост}$ шт./га	$V_{ост}$ м ³ /га	N_v шт./га	V_v м ³ /га	ΣV_v м ³ /га			
21700	10	75460	9	9	19	1,9	1,9
9680	31	12020	14	23	54	7,0	3,6
3070	36	6610	43	66	102	9,6	5,2
1477	126	1593	57	123	249	14,7	8,3
873	231	604	77	200	431	18,2	10,75
563	330	310	116	316	646	14,33	11,73
563	458	—	—	316	774	12,8	11,90
563	606	—	—	316	922	9,87	11,53
563	649	—	—	316	965	4,30	10,72
563	676	—	—	316	992	2,70	9,92

ций кроны деревьев

к моменту следующей рубки (подставляя N_{A+t} вместо N). Повторную рубку разреживания проводят на этом участке по достижении плановой (прогнозированной) средней высоты (H_{A+t}) или несколько раньше, т. е. в состоянии, близком к предельной сомкнутости.

При уходе за составом в смешанных молодняках с участием мягколиственных пород рубки должны выполняться в более ранние сроки — не позже достижения общей сомкнутости 0,8—1,2 по сумме площадей проекций крон. Для этих случаев должны быть разработаны отдельные программы рубок ухода. В первую очередь вырубается деревья менее ценных пород, если они угнетают или будут угнетать в ближайшее время деревья главной породы.

В равных условиях (по составу, равномерности) вырубается деревья меньших размеров по диаметру кроны и диаметру на высоте груди.

Для примера приводим уравнение, выведенное нами для определения максимального значения оптимальной текущей густоты предельно сомкнутых еловых древостоев (а также для определения минимального значения оптимальной густоты), выращиваемых в условиях B_2 — B_3 и C_2 — C_3 южной тайги Пермской области, в зависимости от их средней высоты:

$$N = \frac{10\,000}{0,7854H^2 \left(\frac{0,571}{H+1,5} + 0,18 \right)^2} \left[\frac{1}{\sqrt{H \left(\frac{0,571}{H+1,5} \right) + 0,18}} + 0,15 \right],$$

где N — максимальное значение оптимальной густоты, т. е. густота предельно сомкнутых древостоев, шт./га;

H — средняя высота древостоев, м.

Для практического пользования можно построить график или составить таблицу (табл. 1).

Далее приводим пример (модель) программно-целевого выращивания еловых древостоев оптимальной текущей густоты, периодически достигающих состояния предельной сомкнутости после разреживания рубками ухода через 5—5—10—10—15 лет, в условиях B_2 — B_3 южной тайги, и расчетные ожидаемые результаты по всем параметрам древостоев (табл. 2). Здесь для примера взяты естественные древостои с очень большой начальной густотой. В древостоях с меньшей начальной густотой первое разреживание может начинаться, например, в 15 или 20 лет, и соответственно уменьшатся лишь число повторностей рубки, вырубемый запас и общая продуктивность.

Расчеты доказывают, что программно-целевое выращивание древостоев с искусственным регулированием текущей густоты от минимума до максимума оптимальности позволяет вырастить устойчивые (деревья с хорошо развитой кроной и корневой системой) и наиболее производительные и продуктивные древостои.

Продуктивность древостоев увеличивается в среднем в 2—3 раза по сравнению со средней продуктивностью спелых древостоев в данных условиях местопроизрастания (260—300 м³/га). Эффективными окажутся и рубки ухода, так как вырубается за каждый прием значительные запасы. При использовании технологических коридоров возможна полная механизация рубок ухода.

УДК 630*165.6 : 674.031.931.2

СЕМЕННЫЕ ПОКОЛЕНИЯ ПРИВИВОК ЯСЕНЕЙ

А. В. АЛЬБЕНСКИЙ, И. В. КАЛИНИНА, Т. С. КРАСНОВА
ВНИАЛМИ

Семенные потомства прививок ясеней являются продукцией исследований Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации (ВНИАЛМИ), организованного в сентябре 1931 г. для разработки научных основ борьбы с засухой, суховеями и эрозией почв воздействием на них лесными насаждениями. В задачи ВНИАЛМИ входила деятельность по увеличению и улучшению ассортимента пород путем их интродукции, натурализации и селекции.

Работы ВНИАЛМИ по селекции деревьев начались в 1933 г. (А. В. Альбенский, А. Н. Делицына) на окраине Москвы, в Сокольниках, скрещиванием тополей на срезанных ветвях и на деревьях лиственниц сибирской, европейской и японской. Гибриды их растут и в настоящее время.

В связи с широким развитием защитного лесоразведения в степях европейской части СССР и в Зауралье селекционная работа была перенесена в Камышинский опытный пункт ВНИАЛМИ, в зону каштановых степей.

Здесь еще до Великой Октябрьской социалистической революции были созданы посадки новых древесных пород из Северной Америки, Средней Азии и лесов Дальнего Востока (А. И. Иозус).

Перед селекционерами ВНИАЛМИ ставилась задача — вывести гибридные формы деревьев, межвидовые гибриды, которые в природных условиях Юго-Востока РСФСР превосходили бы исходные виды по высоте и диаметру на 20—30 %, были более засухоустойчивыми, жароустойчивыми, зимостойкими и солеустойчивыми.

С 1938 г. начались обширные работы по гибридизации перспективных видов тополей, кленов, ильмов и ясеней [2]. Получены гибриды этих видов деревьев. Два-три поколения их растут в Камышине. С них собирают и рассылают семена, режут черенки.

Получены и выращены половые гибриды ясеней — ясень зеленый × ясень европейский. Из семян, собранных с лучших по размерам гибридов и с выраженными морфологическими изменениями, к настоящему времени выращено второе семенное поколение (Π_2). Обратное скрещивание ясень европейский × ясень зеленый не удалось, несмотря на вариации методики процессов гибридизации. Не удалось и опыление цветков ясень манчжурский × ясень зеленый.

Так проявилась своеобразная односторонняя сексуальная несовместимость. Поэтому мы решили применить мичуринский метод преодоления нескрещиваемости созданием «посредника» прививкой глазков ясеня европейского на двухлетние сеянцы ясеня зеленого (ланцетного) и ясеня пушистого.

В годы Великой Отечественной войны гибриды и прививки оставались без внимания и только в 1948 г. мы к ним вернулись. Прививки к этому времени вступили в плодоношение. Были собраны семена с наиболее рослых экземпляров и выращено первое семенное поколение. У некоторых экземпляров отмечены морфологические и анатомо-физиологические изменения (Т. С. Краснова).

Эти изменения сходны с происшедшими у половых гибридов ясень зеленый \times ясень европейский и сохраняются у некоторых экземпляров второго и третьего семенных поколений прививок. Изменения сказались и в характере их роста в высоту и по диаметру.

В 1948 г. было отмечено плодоношение прививок. Семена нормально развиты, грунтовая всхожесть 70—80 %, выращены сеянцы первого поколения. Из семян его от свободного переопыления выращено второе и далее третье поколение. Из них созданы маточные семенные посадки на территории Камышинского опытного пункта и опытно-хозяйственные посадки в двух районах Волгоградской области (Николаевском — на поливных участках и Камышинском — на щебнистой каштановой богарной почве).

На территории пункта ведутся наблюдения за контрольными растениями (К), 560 растениями второго семенного поколения (P_2) и 112 — третьего. В них ежегодно измеряют по 30 растений на постоянных пробах, собирают семена с наиболее рослых экземпляров и с заметными морфологическими изменениями, как и предусматривается селекционной методикой.

Мы исходим из положения, что морфологические и физиологические изменения указывают на возможные изменения лесоводственных свойств, чего мы и ожидаем, для введения затем потомства таких растений в защитные посадки, произрастающие в более жестких условиях, чем лесные деревья и кустарники. В этой работе мы опираемся на исследование Н. И. Вавилова с полевыми культурами [1].

В настоящее время мы изучаем рост гибридов и прививочного потомства на богаре с годовыми осадками 320—350 мм, на каштановых, солонцеватых, малопродуктивных, щебенчатых почвах.

В таблице представлены данные измерений, полученные осенью 1979 г. сотрудниками Камышинского опытного пункта ВНИАЛМИ И. В. Калининной и Т. С. Красновой в посадках 1960 и 1965 гг. Как видим, четко прослеживается превосходство по высоте прививочного потомства второго семенного поколения над контролем и над половыми гибридами того же поколения (над контролем по высоте — более чем на 50 %, по диаметру — на 80 %).

Название растений	Высота, см		Прирост 1979 г., см	Диаметр, мм		Проекция крон, см	
	средняя	максимальная		средний	максимальный	С—Ю	В—З

Посадки 1960 г., 20 лет

Ясень европейский/ зеленый — P_2	463 ± 13	580	54	52	69	280	218
Ясень зеленый \times европейский — P_2	393 ± 5	450	39	48	53	200	180
Ясень зеленый — К	307 ± 8	410	27	28	50	148	153
Ясень зеленый/ европейский — P_2	273 ± 12	340	33	24	38	70	68
Ясень европейский — К	206 ± 9	240	19	17	21	74	63

Посадки 1965 г., 15 лет

Ясень зеленый/ европейский — P_3	240 ± 14	390	32	16	30	67	71
Ясень европейский — К	200 ± 19	300	34	14	30	84	81

Примечание. Коэффициент существенности различия между вариантами 1 и 4 равен 10,7; между 1 и 3 — 10,2; 1 и 2 — 5,0; 3 и 4 — 4,42; 1 и 5 — 16,2; 6 и 7 — 1,69.

У этого поколения прививок ясеней хорошо развиты кроны (при размещении растений в посадках 2×1 м), в три раза лучше, чем у ясеня европейского. У других групп растений кроны не такие широкие.

Превосходство по высоте прививочного потомства третьего семенного поколения над контролем выражено слабее и не достоверно. Если принять, что третье поколение должно расти теми же темпами, что и второе, то оно было бы меньше второго лишь на $1/4$ (на разницу лет роста), т. е. составляло бы в среднем 345 см, а не 240 см по замерам 1979 г.

Можно предположить две возможные причины пониженного роста потомства третьего поколения прививок. Одна из них — биологическое ослабление плазменной наследственности прививок и старение или потеря особенностей длительной модификации. Вторая — вероятность того, что это потомство выращено из семян, сформировавшихся в трудных условиях (засушливый год, недостаток осадков). Но таким же неблагоприятным воздействиям подвергались и семена контроля.

Итак, при создании защитных насаждений следует использовать семена второго поколения прививок ясеней. Можно надеяться, что эти растения будут и более долговечными, вследствие большей засухоустойчивости и жаростойкости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вавилов Н. И. Ботанико-географические основы селекции растений. — М.—Л., ОГИЗ 1935. [2]. Озолин Г. П., Маттис Г. Я., Калинина И. В. Селекция древесных пород для защитного лесоразведения. — М.: Лесн. пром-сть, 1978.

Поступила 14 июля 1980 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 621.431.36

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ
ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА КрАЗ-255Л

А. В. ДУРОВ

Архангельский лесотехнический институт

В работе [3] нами изложен аналитический метод расчета эксплуатационного расхода топлива лесовозными автопоездами с дизельным двигателем, использованный для определения расхода топлива автопоездом МАЗ-509 + ТМЗ-803 при установившемся движении по гравийной магистральной дороге с различными массами пакета древесины и скоростями. Результаты расчета имели удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными [5]. По этой же методике для оценки эксплуатационной топливной экономичности автопоезда КрАЗ-255Л + ТМЗ-803 (дизель ЯМЗ-238, $N_e = 176,5$ кВт при 2100 об/мин) мы вычислили расходы топлива на 100 км пробега и на 10^3 (кН·км) транспортной работы (перевозку древесины) для масс пакета $Q = 0, 7, 14$ и 21 т и эксплуатационных скоростей движения.

Предварительно аналитически были определены абсолютные $N_{в.а}$ и относительные $\beta = \frac{N_{в.а}}{N_e}$ затраты мощности на привод вспомогательных агрегатов (вентилятора системы охлаждения, двухцилиндрового поршневого компрессора, шестеренного насоса гидроусилителя рулевого механизма). Затем был построен график функции $\beta(n)$, которая при частоте вращения коленчатого вала $n = 1000-2100$ об/мин аппроксимирована (с погрешностью $\pm 1,5\%$) уравнением

$$\beta = 0,0685 - 0,055 \frac{n}{1000} + 0,0331 \left(\frac{n}{1000} \right)^2.$$

Среднее эффективное давление p_e (МПа), соответствующее заданной массе Q для установившегося движения поезда по прямой дороге с углом наклона $\alpha \leq 10^\circ$, при отсутствии буксования и ограничения силы тяги по сцеплению [3],

$$p_e = \frac{1,256 r_k}{10^3 V_h i (1 - \beta) u_k u_{p,k} u_0 \eta_n} \left[(G_a + G_p + Q) f g + \frac{a_w K F v_a^2}{13} + g \alpha_{x,x} (2 + 0,025 v_a) (G_a + Q_a) 10^{-3} \eta_n \right],$$

- где r_k — радиус качения колеса, м;
 $V_h i$ — рабочий объем цилиндров двигателя, л;
 $u_k, u_{p,k}, u_0$ — передаточные числа коробки передач, раздаточной коробки и главной передачи;
 η_n — коэффициент нагруженности, характеризующий механические потери в трансмиссии;
 G_a, G_p — масса порожнего автомобиля и роспуска, кг;
 $Q = Q_a + Q_p$ — масса пакета, кг;

- Q_a, Q_p — масса части пакета, размещенного на автомобиле и роспуске, кг;
 f — коэффициент сопротивления качению автомобиля и роспуска;
 g — ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²;
 α_w — коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления воздуха в связи с наличием роспуска;
 K — коэффициент обтекаемости, Н·с²/м⁴;
 F — лобовая площадь автопоезда, м²;
 v_a — скорость движения автопоезда, км/ч;
 $\alpha_{x,x}$ — коэффициент, учитывающий увеличение силы гидравлического сопротивления трансмиссии на холостом ходу по отношению к базовому автомобилю 4×2.

Зная p_e (МПа), определяли удельный цикловой расход топлива $q_{ц}$ мг/(цикл·л) дизелем ЯМЗ-238. Зависимость $q_{ц}(p_e)$ при $n = 900$ —2100 об/мин аппроксимирована уравнением [4]

$$q_{ц} = 8,12 + 38,14p_e + 21,83p_e^2.$$

Расход топлива в 1 ч G_T (кг) и на 100 км пробега Q_s (кг) [3]:

$$G_T = \frac{30n V_{hl}}{10^6} q_{ц};$$

$$Q_s = 100 \frac{G_T}{v_a} = 796 \frac{V_{hl} i_{u_k} u_{p,k} u_0}{10^6 r_k} q_{ц}.$$

Для автомобиля КрАЗ-255Л с дизелем ЯМЗ-238 ($V_{hl} = 14,86$ л, $r_k = 0,6$ м, $i_0 = 8,21$) получаем

$$Q_s = 1,619 u_k u_{p,k} q_{ц}.$$

Это уравнение использовали в качестве контрольного для проверки расхода топлива Q_s при поэтапном его определении.

Вычисления выполнены при движении поезда по горизонтальному участку магистральной гравийной дороги для III, IV и V передач (включена ускоряющая передача в раздаточной коробке) при следующих исходных данных: $f = 0,025$, $r_k = 0,6$ (шины 1300×530—533), $u_{k,III} = 1,52$, $u_{k,IV} = 1$, $u_{k,V} = 0,664$, $u_{p,k} = 1,23$, $u_0 = 8,21$, $V_{hl} = 14,86$ л, $\eta_{ц} = 0,851$, $G_a = 12\,390$ кг, $F = 9,28$ м² ($Q = 21$ т), $F = 7,2$ м² ($Q = 0$), $K = 0,7$ Н·с²/м⁴, $\alpha_w = 1,25$, $\alpha_{x,x} = 2$. В расчетах принято: $Q_a = 0,35Q$ и $Q_p = 0,65Q$, что при действующей норме выработки $Q = 21$ т (26 м³) соответствует допустимому распределению максимальной грузоподъемности на коник автомобиля и роспуск. При движении порожнего автопоезда роспуск размещен на шасси автомобиля.

Результаты расчета представлены на рис. 1 графиком $Q_s(v_a, Q)$ — экономической характеристикой автомобиля, позволяющей обоснованно подойти к выбору оптимальных режимов лесовозных автопоездов (в целях максимальной экономии топлива), а также приближенно рассчитать расход топлива. Как видно, для Q , $v_a = \text{const}$ значение Q_s снижается при включении более высокой передачи. При одинаковых v_a и Q использование ускоряющей передачи вместо IV (прямой) позволяет дизелю работать с меньшей частотой вращения n . Это повышает степень его загрузки и снижает расход топлива. Так, при движении порожнего поезда со скоростью $v_a = 35$ км/ч на V передаче $Q_s = 43,5$, а на IV — 47,5 кг/100 км. В этом случае расчетная экономия топлива составляет 9%. При использовании IV передачи, $Q = 21$ т и различных скоростях v_a значение Q_s примерно в 1,9 раза больше расхода топлива порожним автопоездом (если не учитывать разности скоростей в порожнем $v_{a,п}$ и грузовом $v_{a,г}$ направлениях).

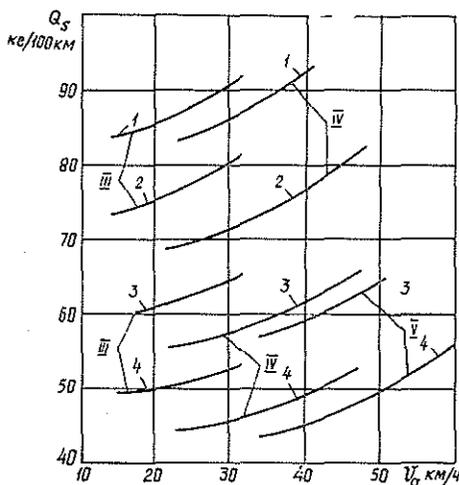


Рис. 1. Зависимость расхода топлива на 100 км пробега автопоездом КраЗ-255Л + ТМЗ-803 от средней скорости и массы пакета при движении на III, IV и V передачах (включена повышающая передача в раздаточной коробке).

Дорога гравийная. $f = 0,025$; 1 — $Q = 21$ т; 2 — $Q = 14$ т; 3 — $Q = 7$ т; 4 — $Q = 0$ (ропуск размещен на шасси автомобиля).

Результаты расчета мы сравнили с данными производственной эксплуатации поездов КраЗ-255Л + ТМЗ-803 на гравийных дорогах Ключевского и Челутаевского ЛПХ (Забайкаллес) [7]. При общем пробеге 20 200 км и средней массе пакета на рейс $Q = 21$ т средний расход топлива (в обоих направлениях) $Q_{s,ср} = 76$ л/100 км, или 62,3 кг/100 км (плотность топлива $\rho = 0,82$ кг/л).

Для возможности сопоставления расчетных и опытных данных необходимо определить скорости $v_{a,п}$ и $v_{a,г}$. Эксплуатационные испытания автопоездов КраЗ-255Л показали, что для магистральной двухпутной гравийной дороги (не имеющей существенных ограничений скорости по интенсивности движения и находящейся в удовлетворительном состоянии) время пробега 1 км в обоих направлениях можно принять 3,75 мин (в равнинной местности) [2]. Это время соответствует средней скорости движения автопоезда в обоих направлениях $v_{a,ср} = 32$ км/ч. Согласно данным испытания поездов КраЗ-255Л [1], для гравийной дороги с увеличением Q скорость $v_{a,г}$ снижается примерно по прямолинейной зависимости, а $v_{a,г} < v_{a,п}$. Тогда для гравийной дороги при $Q = 21$ т можно принять $v_{a,п} \approx 1,22v_{a,г}$.

Так как

$$v_{a,ср} = \frac{v_{a,г} v_{a,п}}{v_{a,г} + K_{и.п} (v_{a,п} - v_{a,г})},$$

то при коэффициенте использования пробега $K_{и.п} = 0,5$ и $v_{a,ср} = 32$ км/ч получаем $v_{a,г} = 29,1$ и $v_{a,п} = 35,5$ км/ч. При реализации этих скоростей необходимо также учесть использование ступеней в коробке передач, которое можно оценить величиной средневзвешенного передаточного числа i'_k . Результаты опытов, проведенных на гравийной магистрали в условиях слабохолмистой местности, показали, что основную часть пути грузеный автопоезд КраЗ-255Л проходит на прямой (44 %) и ускоряющей (48 %) передачах и лишь 8 % — на третьей. Понижающая передача раздаточной коробки в этом случае не применялась [1]. С учетом этих данных получаем

$$i'_k = 1,52 \cdot 0,08 + 1 \cdot 0,44 + 0,654 \cdot 0,48 = 0,88.$$

Тогда, при движении автопоезда в обоих направлениях на прямой передаче (рис. 1): $Q_{s,r} = 85$ кг/100 км ($v_{a,r} = 29,1$ км/ч, $Q = 21$ т), $Q_{s,n} = 47,5$ кг/100 км ($v_{a,n} = 35,5$ км/ч), а $Q_{s,sp} = 66,3$ кг/100 км. Если при движении в порожнем направлении используется ускоряющая передача (в грузовом—прямая), то $Q_{s,sp} = 64,5$ кг/100 км. Как видно, эти данные весьма близки к опытным (62,3 кг/100 км).

Результаты расчета мы также сопоставили с отчетными данными ЦНИИМЭ о производственной эксплуатации поездов КраЗ-255 + ТМЗ-803 на гравийных дорогах двух леспромхозов за IV квартал 1979 г. и I—III кварталы 1980 г. (см. таблицу).

Леспромхоз (объединение)	Число работающих автомобилей и год их выпуска	Средне-рейсовый объем пакета, м ³	Среднее расстояние вывозки, км	Общий пробег, км	Расход топлива $Q_{s,sp}$	
					л/100 км	кг/100 км
Большереченский (Иркутсклеспром)	4; 1978	27,8	78	214 887	80	65,6
Нижнеудинский (Тайшетлес)	5; 1979	26,6	75,3	246 316	76	62,3

Как видно, данные о расходе топлива автопоездами и среднерейсовые объемы пакета близки к расчетным ($Q_{s,sp} = 64,5$ кг/100 км, $Q = 26$ м³).

При одностороннем грузопотоке общий нормированный расход топлива H_n , выраженный в литрах (без учета различных поправочных коэффициентов):

$$H_n = 0,01 (H_d S + b W),$$

где H_d — основная (линейная) норма на пробег автопоезда без груза, л/100 км;

S — общий пробег автопоезда, км;

b — дополнительная норма [л/10³ (кН·км)] на полезную транспортную работу W (кН·км).

Для автопоездов КраЗ-255Л линейная H_d и дополнительная b нормы расхода топлива не установлены. Линейные нормы не учитывают среднюю скорость движения поезда и вид дорожного покрытия. Для магистральной гравийной дороги, находящейся в удовлетворительном состоянии, при перевозке роспуска ТМЗ-803 на шасси автомобиля КраЗ-255Л, согласно нашим данным, при $v_{a,n} = 35$ км/ч можно ориентировочно принять $H_d = Q_{s,n} = 56$ л/100 км (46 кг/100 км).

Зная, какая передача включена в коробке передач и в раздаточной коробке, а также средние расходы топлива в грузовом $Q_{s,r}$ и порожнем $Q_{s,n}$ направлениях для различных v_a и Q , можно приближенно определить дополнительную норму:

$$b = \frac{Q_{s,r} - Q_{s,n}}{Qg}.$$

Из графика (рис. 2), построенного для IV передачи, видно, что при $v_{a,n} = v_{a,r}$ расход $b = 1,57—2,1$ кг/10³ (кН·км) и возрастает с увеличением Q и v_a . Расчеты показали, что для гравийной магистральной дороги при номинальной массе пакета $Q = 21$ т, расчетной скоро-

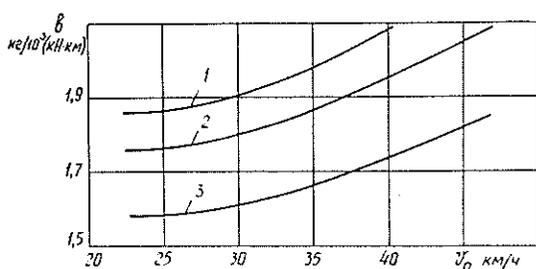


Рис. 2. Зависимость дополнительного расхода топлива на 10^3 (кН·км) полезной транспортной работы от средней скорости и массы пакета при движении автопоезда КраЗ-255Л + ТМЗ-803 по гравийной дороге на IV передаче (включена повышающая передача в раздаточной коробке).

1 — $Q = 21$ т; 2 — $Q = 14$ т;
3 — $Q = 7$ т.

сти $v_{a,ср} = 32$ км/ч и использовании в обоих направлениях IV передачи $b = 1,8$, а при движении поезда без груза на V передаче $b = 2$ кг/10³ (кН·км). Так как в условиях эксплуатации масса пакета, скорость и включенная передача изменяются, то для КраЗ-255Л + ТМЗ-803 в качестве нормативного значения можно принять $b = 2$ л/10³ (кН·км). Эта же величина рекомендована нами ранее для МАЗ-509 + ТМЗ-803 [5]. Согласно временным нормам расхода жидкого топлива для автомобильного транспорта, для грузовых автомобилей и автопоездов с дизельными двигателями расход $b = 1,3$ л/10³ (кН·км). Этот расход рекомендован СевНИИЛом также для автопоездов МАЗ-509 для всех видов лесовозных дорог [6]. Как видно, эта величина значительно меньше $b = 2$ л/10³ (кН·км), полученной нами расчетным путем.

Итак, предлагаемая методика и аналитические зависимости, рассмотренные на примере эксплуатации автопоездов МАЗ-509 и КраЗ-255Л, позволяют приблизительно рассчитать расход топлива и получить результаты, близкие к экспериментальным данным.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Горбачевский В. А. Влияние дорожных условий на скоростной режим автопоезда КраЗ-255Л и на расход топлива. — Науч. тр./ЦНИИМЭ, 1974, № 136.
 [2]. Горбачевский В. А., Носиков В. А., Горбачевский В. В. Обоснование скоростей движения лесовозных автопоездов на магистральных дорогах. Современные методы строительства лесовозных дорог и организации транспорта леса. — Науч. тр./ЦНИИМЭ, 1976.
 [3]. Дуров А. В. Аналитический метод расчета эксплуатационного расхода топлива лесовозными автопоездами на установленных режимах. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 2.
 [4]. Дуров А. В. Об аппроксимации нагрузочных характеристик дизелей лесотранспортных машин. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 2.
 [5]. Дуров А. В. Эксплуатационная топливная экономичность лесовозного автопоезда МАЗ-509. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 3.
 [6]. Министерство лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР, СевНИИЛ. Временные нормы расхода топлива лесовозными автопоездами МАЗ-509 и методы их применения с примерами. — Архангельск, 1976.
 [7]. ЦНИИМЭ. Автомобильный транспорт леса: Справочник. — М.: Лесн. пром-сть, 1973.

Поступила 6 февраля 1981 г.

УДК 630*323.13.002.5

ВЛИЯНИЕ ВЫЛЕТА МАНИПУЛЯТОРА ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩЕЙ МАШИНЫ НА ЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

В. Н. МЕНЬШИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Увеличение вылета манипулятора валочно-пакетирующих машин (ВПМ) типа ЛП-2, ЛП-19 вызывает соответствующее возрастание ши-

рины разрабатываемой ленты Δ . В результате сокращается путь L_p , проходимый машиной за время разработки лесосеки площадью S при выполнении технологических операций:

$$L_p = \frac{S}{\Delta}. \quad (1)$$

Увеличение вылета манипулятора ВПМ с соответствующим обеспечением ее устойчивости принципиально возможно, хотя и связано с рядом технических трудностей: увеличением веса манипулятора, повышением мощности привода, усложнением управления манипулятором (ухудшаются условия наводки захватно-срезающего устройства (ЗСУ) на дерево и возрастает время наводки). Последнее обстоятельство будет отрицательно влиять на производительность машины.

Теоретическая производительность ВПМ ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется по формуле

$$П_{\text{ч}} = \frac{Q}{T}, \quad (2)$$

где Q — объем заготовленного леса, м^3 ;

T — время чистой работы, затраченное на заготовку леса объемом Q , ч.

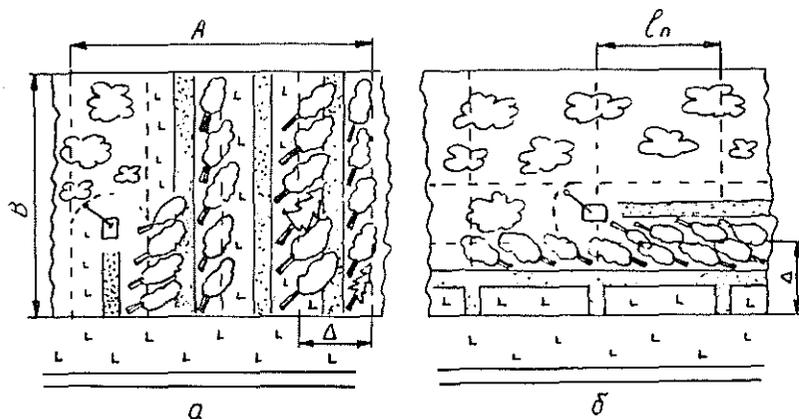


Рис. 1. Схемы разработки лесосек ВПМ манипуляторного типа.
 a — при расположении лент перпендикулярно лесовозному усу; b — параллельно усу; l_n — длина ленты набора пачек.

Время чистой работы T зависит от многих факторов, в том числе от схемы разработки лесосеки. На рис. 1 представлены схемы работы ВПМ с переносом срезанного дерева в вертикальном положении и укладкой его на землю. Путь, проходимый машиной на холостом ходу L_x , при использовании этих схем:

$$L_x = AK_0, \quad (3)$$

где A — размер стороны лесосеки, вдоль которой движется машина на холостом ходу;

K_0 — коэффициент, учитывающий удлинение пути на холостом ходу за счет поворотов с одной ленты на другую.

Время чистой работы T для представленных схем состоит из следующих слагаемых:

$$T = T_p + T_x + T_u + T_y, \quad (4)$$

где $T_p = \frac{S}{\Delta \cdot v_p}$ — время движения машины при выполнении технологических операций на лесосеке площадью S ;
 v_p — скорость движения машины во время выполнения технологических операций;

$T_x = \frac{AK_0}{v_x}$ — время движения машины на холостом ходу;

v_x — скорость движения машины на холостом ходу;

T_u — время обработки деревьев;

$$T_u = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8)z; \quad (5)$$

z — число деревьев на лесосеке;

t_1 — время наводки ЗСУ на дерево;

t_2 — время зажима дерева ЗСУ;

$$t_2 = \frac{s_1 - d}{v_3};$$

s_1 — величина раскрытия зажимных рычагов;

v_3 — скорость движения зажимных рычагов;

d — диаметр зажимаемого дерева;

t_3 — время срезания дерева;

$$t_3 = \frac{\pi d^2 c_1}{4I_{ч.р} \varphi};$$

$I_{ч.р}$ — производительность чистого пиления;

φ — коэффициент, учитывающий использование производительности чистого пиления;

c_1 — коэффициент, учитывающий увеличение площади пропила;

t_4 — время переноса дерева к машине ($t_4 \approx t_1$);

t_5 — время поворота ЗСУ с деревом к месту его укладки;

$$t_5 = \frac{60\varphi_1}{2\pi n};$$

n — частота вращения поворотной платформы или манипулятора вокруг оси, об/мин;

φ_1 — средний угол поворота при срезании деревьев и их укладке;

t_6 — время укладки дерева на землю или в коник;

t_7 — время уменьшения вылета манипулятора после укладки дерева;

t_8 — время поворота ЗСУ без дерева ($t_8 \approx t_5$);

T_y — время установки машины на всех стоянках;

$$T_y = t_y \frac{10^4 S}{F_M};$$

t_y — время установки машины на каждой стоянке;

F_M — площадь лесосеки, обрабатываемая с одной стоянки машины.

Из всех составляющих уравнения (5) только t_1 и t_4 (и частично t_5 и t_8) зависят от вылета манипулятора. Определим значения t_1 и t_4 следующим образом. С одной стоянки ВПМ срезает и пакетирует деревья с площади F_M , ограниченной максимальным R и минимальным r вылетом манипулятора. Можно допустить, что деревья на этой площади, как и на всей лесосеке, расположены равномерно (по закону равной вероятности). С одной стоянки ВПМ срезает и укладывает в пачки n_1 деревьев, при этом ЗСУ машины при срезании и укладке каждого дерева совершает путь l_i . В этот путь входит только движение ЗСУ при наводке и переносе дерева. Поворот ЗСУ с деревом учитывается отдельно. В соответствии с изложенным общий путь при наводке и переносе дерева будет равен $\sum_{i=1}^{i=n_1} l_i$. С учетом формы обрабатываемой площадки

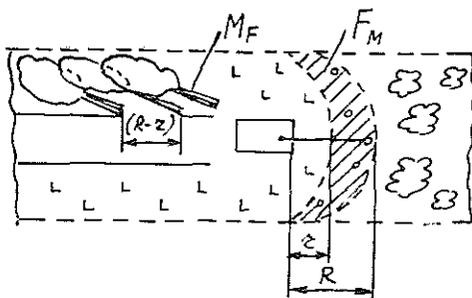
$$l_i = \frac{2}{3} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} - r. \quad (6)$$

Тогда

$$t_1 = t_4 = \frac{1}{v_n} \left(\frac{2}{3} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} - r \right), \quad (7)$$

где v_n — скорость наводки ЗСУ на дерево; по данным работы [1]
 $v_n = 0,2 - 0,22$ м/с.

Рис. 2. Схема разработки ленты с помощью ВПМ.



Из рис. 2 видно, что для разработки каждой последующей площадки ВПМ переезжает на расстояние $R-r$. В соответствии с этим уравнение (1) принимает вид

$$L_p = \frac{10^4 S(R-r)}{F_M}. \quad (8)$$

Площадь F_M , обрабатываемая с одной стоянки машины, равна:

$$F_M = 2R^2 \arcsin \frac{R-r}{2R} + \frac{R-r}{2} \sqrt{4R^2 - (R-r)^2}. \quad (9)$$

С использованием данных работ [1—4] по уравнению (2) были выполнены расчеты. Время установки машины на каждой новой стоянке учитывали только для случаев, когда вылет манипулятора был больше 7,5 м. При меньшем вылете ВПМ может работать без опорных устройств, если масса дерева не превышает 2,5 т.

Результаты расчетов приведены на рис. 3. Исследования показали, что увеличение вылета манипулятора ВПМ с 5,0 до 17,5 м в основном приводит к снижению производительности машины, причем тем

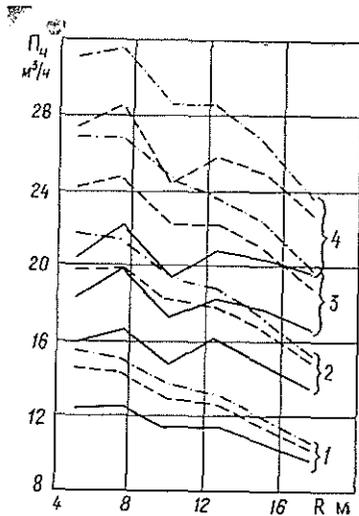


Рис. 3. Зависимость производительности ВПМ от вылета манипулятора при скорости переезда между стоянками 0,13 м/с.

1 — $V_{хл} = 0,2$ м³; 2 — $V_{хл} = 0,3$ м³;
3 — $V_{хл} = 0,4$ м³; 4 — $V_{хл} = 0,5$ м³;
сплошная линия — $q = 100$ м³/га;
штриховая — $q = 200$ м³/га; штрих-
пунктирная — $q = 300$ м³/га.

значительнее, чем больше средний объем хлыста $V_{хл}$ на лесосеке и запас леса на 1 га. Это объясняется следующими причинами. При увеличении вылета манипулятора резко возрастает площадь F_M , обрабатываемая с одной стоянки машины, в результате увеличивается расстояние l_i между деревом и машиной и время обработки одного дерева $t_{ц}$. Правда, с увеличением вылета манипулятора возрастает расстояние между стоянками $R-r$, а число их уменьшается, поэтому время на переезды между стоянками несколько сокращается. Количественные изменения отмеченных параметров видны из таблицы.

R м	F_M м²	l_i м	$t_{ц}$ с при $q = 100 - 300$ м³/га и $V_{хл} = 0,2 - 0,5$ м³	M_F м³ при q м³/га		
				100	200	300
5,0	14,9	0,8	55—57	0,15	0,30	0,45
7,5	58,9	2,2	61—63	0,60	1,20	1,80
10,0	126,0	3,8	67—69	1,30	2,50	3,80
12,5	217,3	5,3	75—77	2,20	4,30	6,50
15,0	330,0	6,9	87—89	3,30	6,60	9,90
17,5	461,0	8,5	105—107	4,70	9,40	14,10

Примечание. M_F — объем пачки, формируемой с площади F_M .

Из общего времени обработки одного дерева $t_{ц}$ больше 50 % приходится на выполнение операций наводки ЗСУ и переноса срезанного дерева к машине. Сокращение этого времени путем увеличения скорости срабатывания исполнительных органов (гидроцилиндров) в 2 раза позволяет повысить производительность ВПМ на 20—60 %, в зависимости от вылета манипулятора, запаса леса на 1 га и среднего объема хлыста (рис. 3). С увеличением этих показателей эффективность влияния скорости срабатывания исполнительных органов повышается. Однако дальнейшее повышение скорости срабатывания затруднит наводку ЗСУ на дерево.

Сокращение времени переезда между стоянками за счет повышения скорости движения ВПМ дает меньший эффект (рис. 3). При этом увеличение отмеченных показателей (R , $V_{хл}$, q), в противоположность предыдущему, дает обратный результат, т. е. эффективность повышения скорости переезда снижается.

Из рис. 3 видно также, что при небольших вырубаемых объемах леса с 1 га и соответствующих соотношениях среднего объема хлыста, скорости переезда между стоянками и скорости срабатывания исполнительных органов увеличение вылета манипулятора может способствовать и повышению производительности ВПМ.

Скачкообразное изменение производительности при вылете манипулятора ВПМ более 7,5 м объясняется тем, что при большем вылете поперечная устойчивость машин может быть обеспечена за счет использования опорных устройств, установка которых на каждой стоянке увеличивает время чистой работы T .

Характер изменения производительности ВПМ показывает, что оптимальный вылет манипулятора ВПМ зависит от лесорастительных условий. Следует учитывать также и работу трелевочных тракторов. Например, данные, приведенные в таблице, показывают, что при определенных условиях объемы пачек M_F , формируемых с одной площадки F_m , соответствуют тем, которые необходимы для загрузки трелевочных тракторов. Это окажет и соответствующее влияние на их производительность.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Аболь П. И. Технологическая оценка валочно-пакетирующих машин. — Науч. тр./ ЦНИИМЭ, 1972, № 122, с. 43—51. [2]. Виногоров Г. К. Технологические циклы валочно-пакетирующих машин. — Науч. тр./ ЦНИИМЭ, 1974, № 141, с. 5—13. [3]. Мавровасилий А. С., Опарин В. Н. Эксплуатация комплекса новых лесосечных машин ЛП-19 и ЛТ-157 на Советском лесокombинате. ВНИПИЭЛеспром. Экспресс-информ. — Вып. 26. 1976. 8 с. [4]. Технология лесосечных работ на базе комплекса машин ЛП-2, ТБ-1 и СМ-2/ П. И. Аболь, Н. Н. Горбачев, В. В. Чернякевич, В. Г. Маркеленков. — ВНИПИЭЛеспром. Экспресс-информ. Лесозэксплуатация. — Вып. 20. 1975, 32 с.

Поступила 5 июня 1980 г.

УДК 625.731.9.001.5

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИМИ СЛОЯМИ

А. М. КУЛИЖНИКОВ, В. А. ЛУКИНА

Ленинградский инженерно-строительный институт

Архангельский лесотехнический институт

По существующим методикам теплотехнического расчета [1, 4], общая толщина слоев из стабильных материалов, приведенная к условиям теплопроводности уплотненного щебня, вычисляется по формуле

$$H_{np} = h_1 \varepsilon_1 + h_2 \varepsilon_2 + h_3 \varepsilon_3 + \dots + h_n \varepsilon_n, \quad (1)$$

где $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ — толщины слоев из стабильных материалов;
 $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \dots, \varepsilon_n$ — эквиваленты теплотехнических свойств материалов по отношению к уплотненному щебню;

$$\varepsilon_n = \sqrt{\frac{\lambda_{щ}}{\lambda_n}}, \quad (2)$$

где $\lambda_{щ}$ — коэффициент теплопроводности уплотненного щебня;
 λ_n — коэффициент теплопроводности материала.

Известно, что использование теплоизолирующих материалов в дорожной конструкции дает снижение приведенной толщины всех слоев традиционной дорожной одежды, из условия обеспечения их морозостойчивости, на величину $H_{\text{пр}}^{\text{рад}} - H_{\text{пр}}^{\text{тепл}}$.

Для теплоизолирующих слоев из древесных отходов, характеризующихся существенным изменением влажности, коэффициент теплопроводности варьирует от 0,08 Вт/(м·К) в сухом состоянии до 0,58 Вт/(м·К) при полном водонасыщении.

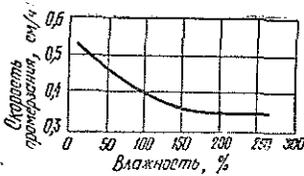


График зависимости скорости промерзания древесной коры от ее исходной влажности.

С увеличением коэффициента теплопроводности, вызванным повышением влажности, при расчете по данной методике дорожной одежды с теплоизолирующим слоем из древесных отходов ее приведенная толщина уменьшается по сравнению с традиционной. Таким образом, при использовании методик [1, 4] эффективность теплоизоляции с увеличением влажности древесного материала снижается. Однако, как показали наши лабораторные исследования, с увеличением влажности древесной коры

скорость ее промерзания, определенная по нулевой изотерме, уменьшается (см. рис.). Зависимость скорости промерзания древесной коры от ее влажности имеет следующий вид:

$$v = 0,4 \cdot 10^{-5} W^2 - 0,19 \cdot 10^{-2} W + 0,55, \quad (3)$$

где v — скорость промерзания древесной коры, см/ч;

W — влажность древесной коры, %.

Следовательно, с увеличением влажности древесной коры повышается эффективность ее теплозащитных свойств. Аналогичные результаты при промораживании теплозащитных слоев из пористого лекаблейтона приведены в работе О. А. Тайвайнена [7].

Следовательно, формула (1) не верна для дорожных одежд с теплоизолирующими слоями, обладающими высоким водопоглощением. Известно, что коэффициент теплопроводности определяет стационарный тепловой процесс, для которого характерно постоянное во времени температурное поле. А так как температура в различных слоях дорожной одежды изменяется в течение года [2], для дорожных одежд характерен нестационарный тепловой процесс, который определяется коэффициентом температуропроводности.

Поэтому в формуле (1) эквивалент теплотехнических свойств материалов по отношению к уплотненному щебню следует вычислять по формуле (4), которая, как и формула (2), представляет собой известную критериальную формулу Фурье [3]:

$$\epsilon_n = \frac{h_{\text{ш}}}{h_{\text{н}}^{\text{прив}}} = \sqrt{\frac{a_{\text{ш}}}{a_{\text{н}}}}, \quad (4)$$

где $h_{\text{ш}}$, $h_{\text{н}}^{\text{прив}}$ — толщина уплотненного щебня и приведенная к ней по теплотехническим свойствам толщина материала;

$a_{\text{ш}}$, $a_{\text{н}}$ — коэффициент температуропроводности уплотненного щебня и материала.

Коэффициент температуропроводности показывает, с какой скоростью в неравномерно нагретой среде происходит выравнивание температуры. Величина его вычисляется по формуле:

$$a_n = \frac{\lambda_n}{c_n \gamma_n}, \quad (5)$$

где c_n — удельная теплоемкость;
 γ_n — объемная масса.

Определение эквивалента теплотехнических свойств по формуле (4) позволяет учесть не только коэффициент теплопроводности материала, но и его удельную теплоемкость и объемную массу. С увеличением влажности древесного теплоизоляционного материала уменьшается коэффициент температуропроводности в результате опережающего возрастания удельной теплоемкости и объемной массы по отношению к коэффициенту теплопроводности. В отличие от коэффициента теплопроводности, коэффициент температуропроводности изменяется незначительно. Так, с увеличением влажности древесного материала от 0 до 120 % коэффициент температуропроводности при температуре 0 °С снижается в 1,28 раза [5]. Таким образом, при использовании формулы (1), где эквивалент теплотехнических свойств вычисляется по формуле (4), эффективность теплоизоляции с увеличением влажности древесного материала повышается, что хорошо согласуется с результатами лабораторных исследований.

Снижение скорости промерзания древесной коры с увеличением влажности объясняется теплоинерционностью, вызванной выделением скрытой теплоты льдообразования. Поэтому для дорожных одежд с теплоизолирующими слоями из древесных материалов, частично предотвращающих промерзание грунтов земляного полотна, в формуле (4) для древесного материала следует подставлять эффективный коэффициент температуропроводности при расчетной температуре за период промерзания. Под эффективным коэффициентом температуропроводности следует понимать такой коэффициент, в котором учитывается теплота фазовых переходов воды [5]. Для дорожных одежд с теплоизолирующими слоями из древесных материалов, полностью предотвращающих промерзание грунтов земляного полотна, в формуле (4) следует подставлять коэффициент температуропроводности древесного материала при его расчетной температуре за период промерзания. В этом случае температура древесного материала, как правило, равна или больше 0 °С.

Результаты вычислений по формуле (4) при определении эквивалента теплотехнических свойств хорошо согласуются с исследованиями, выполненными И. Папо [6], который на основе исследований Маккея, Райта, Бракмайера предложил эквивалентность слоев дорожной конструкции определять как квадратный корень из отношения коэффициентов температурной диффузии.

При расчете по формуле (4) эквивалента теплотехнических свойств древесной коры по отношению к песку получено

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{a_{\text{песка}}}{a_{\text{коры}}}} = \sqrt{\frac{26 \cdot 10^{-4}}{2,8 \cdot 10^{-4}}} = 3.$$

Такое же значение ε было получено по результатам наблюдений на опытных участках [2], когда 20 см древесной коры оказались эквивалентны по теплозащитным свойствам слою песка толщиной 60 см.

Таким образом, для дорожных одежд с теплоизолирующими слоями, обладающими большим водопоглощением (из древесной коры, опилок, стружек, лесосечных отходов и т. д.), общую толщину слоев из

стабильных материалов, приведенную к условиям теплопроводности уплотненного щебня, следует вычислять по формуле (1), в которой эквивалент теплотехнических свойств материалов определяется по формуле (4).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа: ВСН 46—72. — М.: Транспорт, 1973. — 110 с. [2]. Лукина В. А., Гурьев Т. А., Кулижников А. М. Повышение морозостойчивости дорожных одежд. — В кн.: Строительство автомобильных дорог. Л.: ЛИСИ, 1978, с. 21—26. (Межвуз. тематич. сб. тр.). [3]. Лыков А. В. Теория теплопроводности. — М.: Высш. школа, 1967. — 599 с. [4]. Методические рекомендации по проектированию и устройству теплоизолирующих слоев на пучиноопасных участках автомобильных дорог. — М.: Союздорнии, 1977. — 96 с. [5]. Чудинов Б. С. Теория тепловой обработки древесины. — М.: Наука, 1968. — 225 с. [6]. Papp I. Prilog raspravi o propisima za dimenzioniranje kolnickin konstrukcija u uvjetima smrzavanja. — Ceste i mostovi, 1979, 10, 350—358. [7]. Taivainen O. A. Die Anwendung von Wärmeisolationmaterialien in Frostschutzschichten bei Landstrassen. — Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, 1968, 15, № 1.

Поступила 26 декабря 1980 г.

УДК 629.11.012.814

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

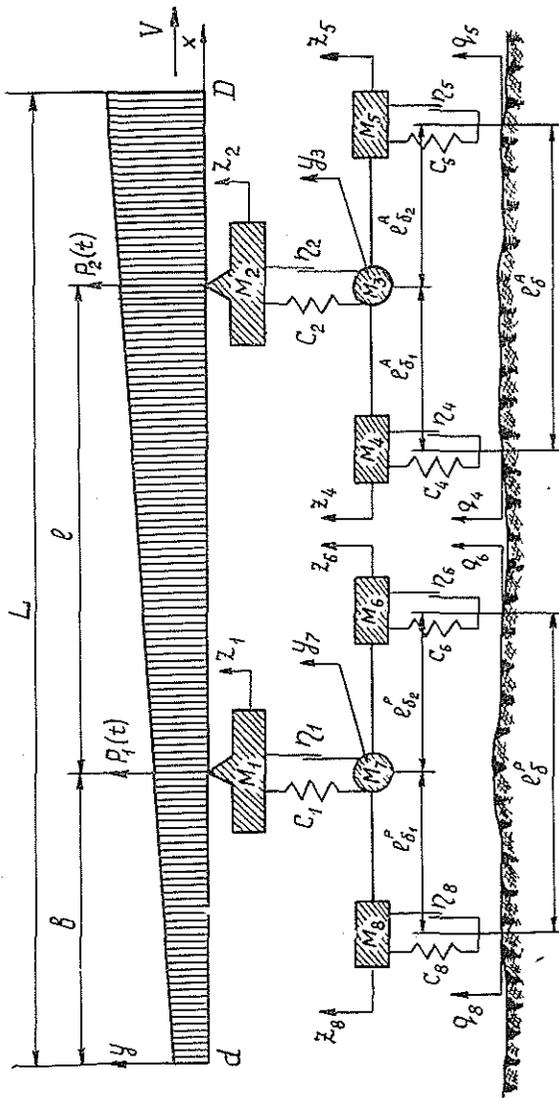
Г. Ф. ХРАМЦОВ, В. Ф. БАДИУКОВ

Хабаровский политехнический институт

При изучении формирования нагрузок на основные агрегаты лесовозного автомобильного поезда весьма существенно, каким образом в расчетной схеме представлен пакет хлыстов. Важность этого исходного представления определяется непосредственной связью пакета с нагруженностью наиболее ответственного агрегата — рамы автомобиля и роспуска.

В работах [1, 4, 9], посвященных исследованию вертикальной динамики лесовозных автопоездов, при составлении расчетных схем распределенную массу пакета хлыстов заменяют дискретными, расположенными в разных точках по длине пакета хлыстов. Такие расчетные схемы недостаточно учитывают влияние гибкости пакета хлыстов. Поэтому в последнее время начали появляться работы в области исследования вертикальной динамики лесовозных автопоездов, где в расчетных схемах пакет хлыстов представлен как балка с бесконечным числом степеней свободы [2, 7]. Эти расчетные схемы имеют определенные преимущества перед разработанными ранее, но не могут достаточно полно отражать действительную картину силового взаимодействия отдельных элементов лесотранспортных систем, так как масса пакета и его жесткость принимаются постоянными [7] или изменяющимися ступенчато [2]. В действительности же при перевозке древесины автопоездами (комлями в одну сторону) масса пакета и его жесткость меняются по длине непрерывно. Поэтому расчетная схема, эквивалентная двухзвенному автопоезду, нагруженному пакетом хлыстов, предлагается такой, как показано на рисунке. Пакет хлыстов в этом случае представлен как балка переменной жесткости и погонной массы. При этом необходимо иметь в виду следующие допущения:

1) система совершает малые колебания относительно положения устойчивого равновесия;



Расчетная схема, эквивалентная системе «двухзвездный автопоезд + пакет хлыстов».

- 2) характеристика всех элементов системы линейна, т. е. коэффициенты жесткости C и демпфирования η постоянны;
 - 3) система движется с постоянной скоростью ($V = \text{const}$), а шины при этом сохраняют непрерывный точечный контакт с дорогой;
 - 4) полотно дороги симметрично относительно продольной оси, что позволяет рассматривать вертикальные колебания независимо от боковых и поперечных;
 - 5) длина (L) хлыстов, составляющих пакет, и их диаметры в комлевой (D) и вершинной (d) частях приняты как средние.
- Общее дифференциальное уравнение колебаний балки имеет вид

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[EI(x) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right] + m(x) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \nu \frac{dy}{dt} = P_1(t) \delta(x-b) + P_2(t) \delta(x-b-l), \quad (1)$$

где $EI(x)$ — жесткость пакета хлыстов;

$m(x)$ — масса пакета хлыстов;

при этом

$$I(x) = \varphi_3 n \left[\frac{\pi}{64} \left(d + \frac{D-d}{L} x \right)^4 \right]; \quad (2)$$

$$m(x) = n \left[\frac{\gamma \pi}{4\rho} \left(d + \frac{D-d}{L} x \right)^2 \right]. \quad (3)$$

В приведенных уравнениях

$P_1(t)$, $P_2(t)$ — динамические реакции опор;

δ — дельта-функция Дирака;

n — число хлыстов в пакете;

φ_3 — коэффициент увеличения жесткости хлыстов в пакете за счет сил взаимного трения на поверхности хлыстов [10];

μ — коэффициент сопротивления пакета хлыстов;

γ — плотность древесины.

Начальные и граничные условия определяются условиями опирания балки на концах:

$$y(x, 0) = \frac{\partial y(x, t)}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0; \quad (4)$$

$$\frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} \Big|_{x=0} = \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} \Big|_{x=L} = 0. \quad (5)$$

Уравнение (1) не является замкнутым, так как неизвестны реакции опор $P_{1,2}(t)$. Для отыскания динамических реакций опор $P_{1,2}(t)$, а значит, и замыкания уравнения (1) воспользуемся известным уравнением Лагранжа для неконсервативных систем.

Применительно к расчетной схеме, изображенной на рисунке, получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} & \ddot{z}_1 M_1 + C_1 \left(z_1 - z_8 \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} - z_6 \frac{l_{61}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} \right) + \\ & + \eta_1 \left(\dot{z}_1 - \dot{z}_8 \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} - \dot{z}_6 \frac{l_{61}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} \right) = P_1(t); \\ & \ddot{z}_8 M_8 + \frac{M_7 l_7^2 (\ddot{z}_8 - \ddot{z}_6)}{(l_{61}^p + l_{62}^p)^2} + M_7 \left(\ddot{z}_8 \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} + \ddot{z}_6 \frac{l_{61}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} \right) \times \\ & \times \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} - C_1 \left(z_1 - z_8 \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} - z_6 \frac{l_{61}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} \right) \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} + \\ & + C_8 (z_8 - q_8) - \eta_1 \left(\dot{z}_1 - \dot{z}_8 \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} - \dot{z}_6 \frac{l_{61}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} \right) \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} + \\ & + \eta_8 (\dot{z}_8 - \dot{q}_8) = 0; \\ & \ddot{z}_6 M_6 + \frac{M_7 l_7^2 (\ddot{z}_6 - \ddot{z}_8)}{(l_{61}^p + l_{62}^p)^2} + M_7 \left(\ddot{z}_8 \frac{l_{62}^p}{l_{62}^p + l_{61}^p} + \ddot{z}_6 \frac{l_{61}^p}{l_{62}^p + l_{61}^p} \right) \times \\ & \times \frac{l_{61}^p}{l_{62}^p + l_{61}^p} - C_1 \left(z_1 - z_8 \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} - z_6 \frac{l_{61}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} \right) \frac{l_{61}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + C_6(z_6 - q_6) - \eta_1 \left(\dot{z}_1 - \dot{z}_3 \frac{l_{62}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} - \dot{z}_6 \frac{l_{61}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} \right) \frac{l_{61}^p}{l_{61}^p + l_{62}^p} + \\
& \quad + \eta_6(z_6 - q_6) = 0; \\
\ddot{z}_2 M_2 + C_2 \left(z_2 - z_4 \frac{l_{62}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} - z_5 \frac{l_{61}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} \right) + \\
& + \eta_2 \left(\dot{z}_2 - \dot{z}_4 \frac{l_{62}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} - \dot{z}_5 \frac{l_{61}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} \right) = P_2(t); \\
\ddot{z}_4 M_4 + \frac{M_3 \rho_3^2 (\ddot{z}_4 - \ddot{z}_5)}{(l_{61}^a + l_{62}^a)^2} + M_3 \left(\ddot{z}_4 \frac{l_{62}^a}{l_{62}^a + l_{61}^a} + \ddot{z}_5 \frac{l_{61}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} \right) \times \\
& \times \frac{l_{62}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} - C_2 \left(z_2 - z_4 \frac{l_{62}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} - z_5 \frac{l_{61}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} \right) \frac{l_{62}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} + \\
& \quad + \eta_4(\dot{z}_4 - \dot{q}_4) = 0; \\
\ddot{z}_5 M_5 + \frac{M_3 \rho_3^2 (\ddot{z}_5 - \ddot{z}_4)}{(l_{61}^a + l_{62}^a)^2} + M_3 \left(\ddot{z}_4 \frac{l_{62}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} + \ddot{z}_5 \frac{l_{61}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} \right) \times \\
& \times \frac{l_{61}^a}{l_{62}^a + l_{61}^a} - C_2 \left(z_2 - z_4 \frac{l_{62}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} - z_5 \frac{l_{61}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} \right) \frac{l_{61}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} + \\
& + C_5(z_5 - q_5) - \eta_2 \left(\dot{z}_2 - \dot{z}_4 \frac{l_{62}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} - \dot{z}_5 \frac{l_{61}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} \right) \times \\
& \times \frac{l_{61}^a}{l_{61}^a + l_{62}^a} + \eta_5(\dot{z}_5 - \dot{q}_5) = 0,
\end{aligned} \tag{6}$$

где M_1, M_2 — поддресоренные массы соответственно роспуска и автомобиля;

M_3, M_4, M_5 — неподдресоренные массы, приходящиеся на задние оси (мосты) трехосного автомобиля;

M_6, M_7, M_8 — неподдресоренные массы, приходящиеся на оси роспуска;

l_6^a — база задней балансирной тележки трехосного автомобиля;

l_{61}^a, l_{62}^a — плечи балансиров (рессор) тележки автомобиля;

l_6^p — база роспуска;

l_{61}^p, l_{62}^p — плечи балансиров (рессор) балансирной тележки роспуска.

Остальные обозначения известны.

Таким образом, с учетом системы (6), уравнение (1) является замкнутым. Требуется найти функцию $y(x, t)$, удовлетворяющую уравнениям (1) и (6), начальным и граничным условиям (4) и (5).

Выполняя преобразования Лапласа по времени t и по координате x с учетом начальных и граничных условий (4), (5), получим интегральное уравнение:

$$\bar{y}(x, s) + \int_0^x k(x, \tau, s) \bar{y}(\tau, s) d\tau = f(x, s), \tag{7}$$

где $\bar{y}(x, s)$ — изображение Лапласа вертикального отклонения $y(x, t)$;

$$k(x, \tau, s) = (ax + b)^{-4} k_1(x, \tau, s); \quad f(x, s) = (ax + b)^{-4} f_1(x, s);$$

$$k_1(x, \tau, s) = -8aA(a\tau + b)^3 + 12a^2A(x - \tau)(a\tau + b)^2 +$$

$$+ \frac{s^2}{6} B(x - \tau)^3(a\tau + b)^2 + \frac{\mu s}{6}(x - \tau)^3;$$

$$f_1(x, s) = \bar{P}_1(s) \omega_1(x) + \bar{P}_2(s) \omega_2(x) + b^4 C_1 x + (b^4 - 4abx) C_0;$$

$$\omega_1(x) = \begin{cases} 0, & x \leq b \\ (x - b)^3, & L \geq x > b \end{cases}; \quad \omega_2(x) = \begin{cases} 0, & x \leq b + l \\ (x - b - l)^3, & L \geq x > b + l \end{cases};$$

$$C_1 = \left. \frac{\partial \bar{y}(x, s)}{\partial x} \right|_{x=0}; \quad C_0 = \bar{y}(0, s);$$

$$a = \frac{D-d}{L}; \quad b = d; \quad A = \frac{\pi}{64} E; \quad B = \frac{\pi \Gamma}{4\mu}.$$

Уравнение (7) является интегральным уравнением Вольтерра второго рода. Известно [5], что это уравнение всегда имеет единственное решение, если ядро $k(x, \tau, s)$ есть непрерывная функция. Решение может быть найдено, например, методом последовательных приближений. В данном случае очевидно, что ядро $k(x, \tau, s)$ есть непрерывная функция. Поэтому уравнение (7) можно решить с любой степенью точности [5].

Предложим следующую методику решения задачи.

Находим с выбранной степенью точности приближенное решение уравнения (7) в виде

$$\bar{y} = \bar{y}(x, s, C_0, C_1). \quad (8)$$

Функция (8) содержит неизвестные параметры $C_i, i = 0, 1$ и $P_i(s), i = 1, 2$. Следует отметить, что если решение получено методом последовательных приближений, то $C_i, P_i(s)$ входят линейно в выражение (8). Вычислив постоянные $C_i, i = 0, 1$ из условий (5) и подставив их в выражение (8), получим

$$\bar{y} = \bar{y}[x, s, \bar{P}_1(s), \bar{P}_2(s)]. \quad (9)$$

Неизвестные изображения реакций опор $P_1(s)$ и $P_2(s)$ найдем следующим образом. Применим преобразование Лапласа к системе дифференциальных уравнений (6), при этом получим линейную алгебраическую систему, решая которую, выразим линейным образом $\bar{P}_i(s), i = 1, 2$ через $\bar{y}(b, s), \bar{y}(b + l, s)$ в виде

$$\left. \begin{aligned} \bar{P}_1(s) &= \bar{y}(b, s) \beta_{11}(s) + \bar{y}(b + l, s) \beta_{12}(s) + \gamma_1(s); \\ \bar{P}_2(s) &= \bar{y}(b, s) \beta_{21}(s) + \bar{y}(b + l, s) \beta_{22}(s) + \gamma_2(s). \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Подставляя найденные значения $\bar{P}_i, i = 1, 2$ в уравнение (9), получим линейную систему:

$$\left. \begin{aligned} \bar{y}(b, s) &= a_{11}(s) \bar{y}(b, s) + a_{12}(s) \bar{y}(b + l, s) + d_1(s); \\ \bar{y}(b + l, s) &= a_{12}(s) \bar{y}(b, s) + a_{22}(s) \bar{y}(b + l, s) + d_2(s). \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Решая систему (10), найдем:

$$\left. \begin{aligned} \bar{y}(b, s) &= q_1(s); \\ \bar{y}(b + l, s) &= q_2(s). \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Система (12) с учетом (10) позволяет найти изображения реактивных опор $\overline{P}_1(s)$ и $\overline{P}_2(s)$:

$$\left. \begin{aligned} \overline{P}_1(s) &= q_1(s) \beta_{11}(s) + q_2(s) \beta_{12}(s) + \gamma_1(s); \\ \overline{P}_2(s) &= q_1(s) \beta_{21}(s) + q_2(s) \beta_{22}(s) + \gamma_2(s). \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Подставляя систему уравнений (12) в выражение (8), получим:

$$\overline{y} = \eta(x, s). \quad (14)$$

Окончательно, используя обратное преобразование Лапласа и выражение (14), восстанавливаем искомое решение $y = y(x, t)$.

Таким образом, предложенный метод расчета вертикальных колебаний лесовозного автопоезда позволяет найти решение задачи в аналитической форме с любой степенью точности, что дает возможность исследовать задачу в целях оптимального выбора параметров подвески автопоезда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Библиук П. И. Исследование некоторых вопросов вертикальной динамики лесовозных автопоездов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.—Львов, 1967. [2]. Библиук П. И. Применение матричного метода начальных параметров для расчета колебаний лесовозного автопоезда. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 3, с. 42—47. [3]. Билюк Б. В. Исследование режимов работы лесовозных автомобилей в горных условиях Карпат: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1965. [4]. Билюк Б. В., Перетятко Б. Т. К вопросу о выборе расчетной схемы пакета хлыстов при исследовании вертикальных колебаний трелевочных тракторов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 5, с. 40—46. [5]. Владимиров С. В. Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1971. — 512 с. [6]. Ковтун И. П. Исследование некоторых вопросов динамики лесовозного автопоезда при взаимодействии с неровностями дороги: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 1971. [7]. Коровкин Р. Л., Уваров Б. В., Буряк Е. С. К вопросу о вертикальной динамике лесовозного автопоезда. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 2, с. 52—58. [8]. Лах Е. И. Исследование вертикальной динамики лесовозного автомобильного поезда. — Науч. тр./ ЦНИИМЭ, 1960, т. 14, вып. 3, с. 69. [9]. Храмцов Г. Ф. Исследование силового взаимодействия системы «пакет хлыстов—двухзвенный автопоезд — дорога»: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.—Л., 1973. [10]. Храмцов Г. Ф. Результаты исследования изгибных колебаний хлыстов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 1, с. 55—59.

Поступила 22 декабря 1980 г.

УДК 629.11.012.814 : 630*375.4

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ДЕРЕВЬЕВ НА ТЯГАЧЕ В ПОГРУЖЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ

А. В. ЖУКОВ

Белорусский технологический институт

В работе [2] приведены результаты исследования динамических систем с учетом колебаний свисающих концов пачки и рассмотрены вопросы динамической устойчивости машин. Однако расчетная модель системы была весьма упрощенной. В работе [1] дана оценка колебаний трелевочных систем при перевозке деревьев на тягаче в погруженном положении для более точной расчетной модели, структура которой учитывает главные конструктивные особенности реальных машин.

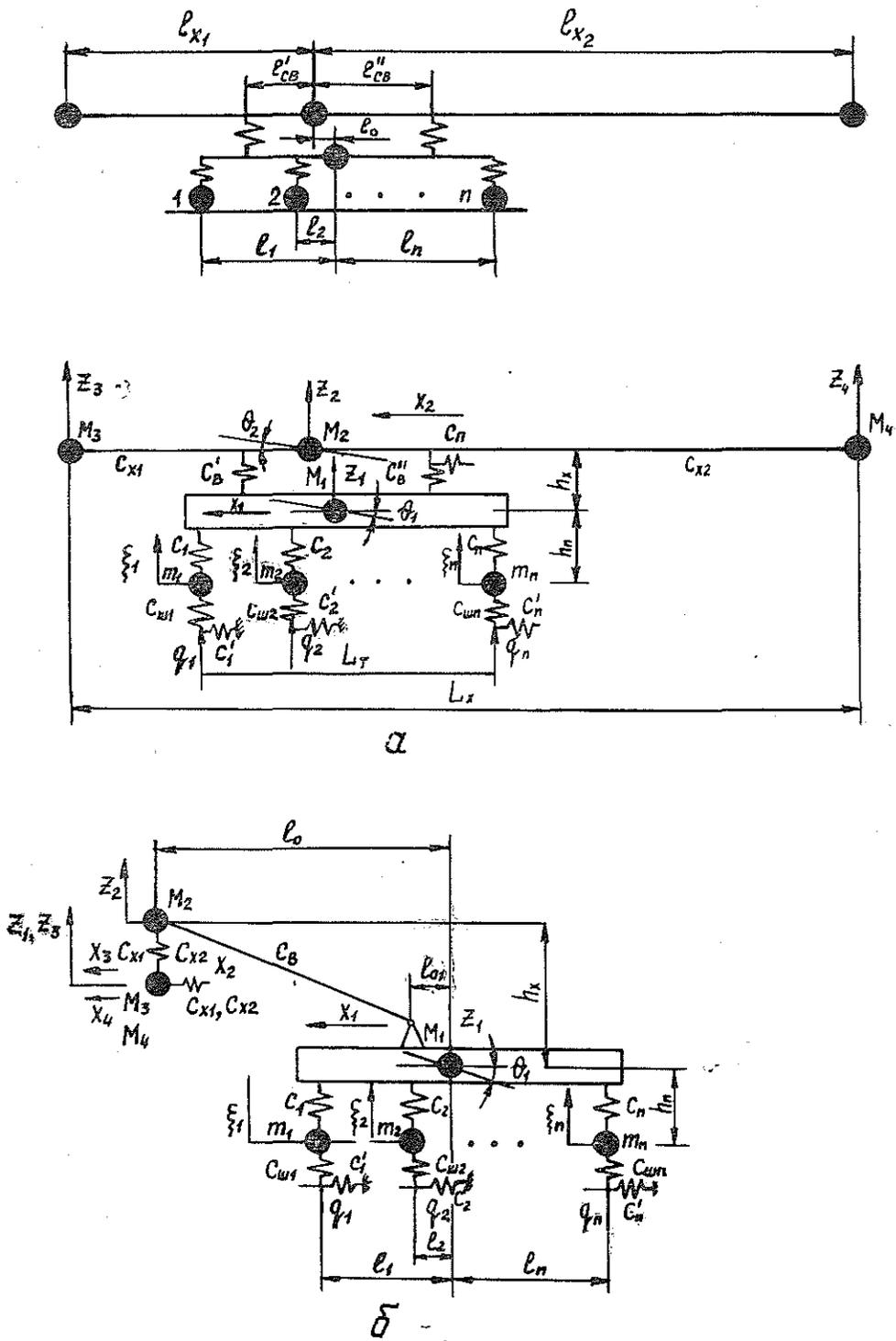


Рис. 1. Расчетная схема колебаний транспортно-треповочного тягача (а) и челюстного погрузчика (б).

m_i — неподдрессоренная масса i -той оси;
 h_i — расстояние от центра тяжести корпуса машины до уровня i -той оси.

При линейной постановке задачи упругие силы и силы сопротивлений выражаются следующими зависимостями:

$$\begin{aligned}
 F_{cni} &= c_i [\xi_i - (z_1 \pm l_i \Theta_1)]; & F_{kni} &= k_i [\xi_i - (\dot{z}_1 \pm l_i \dot{\Theta}_1)]; \\
 F_{wi} &= c_{wi} (q_i - \xi_i); \\
 F_{kwi} &= k_{wi} (\dot{q}_i - \dot{\xi}_i); & F'_{cb} &= c'_b [z_1 + (l'_{cb} + l_0) \Theta_1 - z_2 l'_{cb} \Theta_2]; \\
 F'_{kb} &= k'_b [\dot{z}_1 + (l'_{cb} + l_0) \dot{\Theta}_1 - \dot{z}_2 - l'_{cb} \dot{\Theta}_2]; & F''_{cb} &= c''_{cb} [z_1 - \\
 & & & - (l''_{cb} - l_0) \Theta_1 - z_2 + l''_{cb} \Theta_2]; \\
 F''_{kb} &= k''_{kb} [\dot{z}_1 - (l''_{cb} - l_0) \dot{\Theta}_1 - \dot{z}_2 + l''_{cb} \dot{\Theta}_2]; & F_{cn} &= \\
 & & & = c_n (x_2 + h_x \Theta_1 - x_1); \\
 F_{kn} &= k_n (\dot{x}_2 + h_x \dot{\Theta}_1 - \dot{x}_1); & F_{cx1} &= c_{x1} (z_2 + l_{x1} \Theta_2 - z_3); \\
 & & & F_{kx1} = k_{x1} (\dot{z}_2 + l_{x1} \dot{\Theta}_2 - \dot{z}_3); \\
 F_{cx2} &= c_{x2} (z_2 - l_{x2} \Theta_2 - z_4); & F_{kx2} &= k_{x2} (\dot{z}_2 - l_{x2} \dot{\Theta}_2 - \dot{z}_4),
 \end{aligned} \tag{3}$$

где c_i, k_i — вертикальная жесткость и коэффициент сопротивления подвески i -той оси;
 c_{wi}, k_{wi} — вертикальная жесткость и коэффициент сопротивления шин i -той оси;
 $c'_b, c''_{cb}, k'_b, k''_{kb}$ — вертикальные жесткости и коэффициенты сопротивлений соответственно передней и задней опор пачки;
 c_n, k_n — продольная жесткость и коэффициент сопротивления опор пачки;
 $c_{x1}, c_{x2}, k_{x1}, k_{x2}$ — вертикальные жесткости и коэффициенты сопротивлений свисающих соответственно левой и правой консолей пачки;
 l_i — расстояние от центра тяжести машины до i -той оси.

Размерные параметры $l_0, l'_{cb}, l''_{cb}, h_x, l_{x1}, l_{x2}$ ясны из рис. 1.

В уравнениях (1) упругая податливость и сопротивление трансмиссии и шин учитываются продольными силами F_{cvi} и F_{kvi} , продольная составляющая сопротивления движению — силой F_{xi} .

Сухое трение в рессорах, упругие характеристики и характеристики сопротивлений при нелинейном их виде, а также микропрофиль неровностей волоков или дорог задаются аналогично случаям, приведенным в литературе [3, 4].

При размещении пачки деревьев поперек продольной оси машины (рис. 1, б) система дифференциальных уравнений несколько видоизменяется. Принимая во внимание особенности конструкции челюстного погрузчика, учитываем вертикальную упругую податливость захватно-рычажной системы (c_b, k_b). Продольная жесткость и демпфирование захватно-рычажной системы и свисающих частей пачки моделируются условными пружинами (коэффициенты $c'_{x1}, c'_{x2}, k_{x1}, k_{x2}$).

Для n -осного тягача с учетом, помимо указанного, вертикальных перемещений свисающих частей пачки z_3, z_4 , вертикальных z_1 , продольных x_1 , продольно-угловых Θ_1 перемещений корпуса тягача, а так-

податливость опор пачки деревьев не учитывалась). В качестве объектов исследований приняты трелевочные машины на базе колесного (Т-157) и гусеничного (ТДТ-55) тягачей.

Задачу решали методом Рунге — Кутты на ЭЦВМ «М-220». Шаг счета принимали равным 0,05 с ($v = 5-20$ км/ч). Движение машины моделировали на волоке ($\sigma_H = 2,99$ см). За исходные были приняты следующие параметры пачки деревьев: $m_{0,r} = 4650$ кг; $m_{кр} = 600$ кг; $L_x = 22,86$ м (для Т-157 и ТДТ-55 параметры l_{x1}, l_{x2} $l'_{св}, l'_{св}$ равны соответственно 6 и 6,15 м, 13 и 12,95 м, 1,11 и 1,42 м; 2,3 и 2,35 м).

Исследования показали, что на динамику машин существенное влияние оказывает скорость движения. Из табл. 1 видно, что большинство показателей динамики при возрастании скорости движения увеличивается, причем в большей степени это касается гусеничного трактора ТДТ-55. Однако как ускорения, так и перемещения разных элементов динамических систем с возрастанием v изменяются неодинаково.

Таблица 1

Марка трактора	v км/ч	Средние квадратичные значения ускорений						$\ddot{\epsilon}_1$ рад/с ²
		\ddot{z}_1	\ddot{z}_2	\ddot{z}_3	$\ddot{\epsilon}_1$	$\ddot{\epsilon}_2$	\ddot{x}_1	
		м/с ²						
Т-157	5	1,27	2,77	4,25	3,44	5,35	0,41	0,48
	8	2,19	3,79	5,07	3,94	5,70	0,47	0,45
	10	1,62	2,83	3,77	3,63	5,50	0,40	0,26
	30	2,55	3,84	3,72	15,47	20,00	0,37	0,38
ТДТ-55	5	1,64	4,88	8,69	—	—	0,76	0,56
	8	1,64	3,01	3,99	—	—	0,29	0,24
	10	7,51	4,28	4,09	—	—	0,34	0,19

Для вертикальных средних квадратичных ускорений непродессоренных масс трактора Т-157 (поддрессоренный вариант), являющихся по абсолютной величине наибольшими по сравнению с другими показателями колебаний, характерны почти постоянные их значения в диапазоне скоростей от 5 до 10 км/ч ($\sigma_{\epsilon_1} = 3,44-3,93$ м/с²; $\sigma_{\epsilon_2} = 5,35-5,70$ м/с²) и резкое их увеличение при $v = 30$ км/ч ($\sigma_{\epsilon_1} = 15,47$ м/с²; $\sigma_{\epsilon_2} = 20$ м/с²). Задний мост трактора при любых скоростях движения нагружен сильнее переднего. Для трактора Т-157 наибольшее число отрывов колес от грунта имеет место при $v = 5-8$ км/ч, именно при этих скоростях движения наблюдаются наибольшие продольно-угловые перемещения корпуса тягача и вертикальные перемещения комлей и вершин пачки. Пробоев подвески при рассматриваемых условиях движения не происходило. У трактора ТДТ-55 единичные пробои имели место при $v = 5$ и 8 км/ч.

Диапазон скоростей движения 6—8 км/ч характерен для обоих рассматриваемых объектов. Вертикальные средние квадратичные ускорения поддрессоренной массы σ_{z_1} и свисающих частей пачки σ_{z_2} и σ_{z_3} при указанных скоростях наибольшие у трактора Т-157 и минимальные у трактора ТДТ-55. Наибольшие значения ускорений σ_{z_1} , σ_{z_2} и σ_{z_3} при движении трактора ТДТ-55 по волоку имеют место при $v > 11$ км/ч. Наибольшие амплитуды перемещений свисающих комлевых и вершинных частей пачки и продольно-угловых перемещений корпуса трактора Т-157 наблюдаются при скорости 7 км/ч и ТДТ-55 — 4—5 км/ч. По абсолютной величине максимальные вертикальные пе-

перемещения z_3 и z_4 составляют 0,56 (комли) и 0,97 м (вершины) для трактора Т-157, для ТДТ-55 они несколько выше. Для этого трактора перемещения z_3 и z_4 минимальны ($\sigma_{z_3} = 0,29$; $\sigma_{z_4} = 0,47$ м) при $v = 12-13$ км/ч, для Т-157 — при скорости 20—25 км/ч.

Анализ корреляционных функций показал, что они имеют убывающий характер, сильная корреляционная связь наблюдается при малых значениях τ , что объясняется спецификой частотного состава процессов. При увеличении скорости движения время корреляционной связи уменьшается вследствие увеличения частот воздействия от неровностей волока. Корреляционные функции вертикальных ускорений корпуса трактора Т-157 имеют явно выраженную составляющую с периодом 0,65—0,85 с в рассматриваемом диапазоне изменения скоростей. Кривая зависимости $\rho_{z_3}(\tau)$ имеет две составляющие. Период одной того же порядка, что и $\rho_{z_1}(\tau)$, второй — значительно больше (около 2,9—3,2 с). Корреляционные функции вертикальных ускорений неподдресоренных масс трактора имеют регулярные составляющие с периодом 0,12—0,15 с.

Корреляционные функции вертикальных ускорений трактора ТДТ-55 в общих чертах аналогичны $\rho_{z_i}(\tau)$ машины Т-157. Период явно выраженных составляющих равен 0,57—0,62 с. Для $\rho_{z_3}(\tau)$ характерна существенная зависимость ее от скорости движения. Так, если при $v = 5$ км/ч наблюдается одна регулярная составляющая, то при $v = 8$, а тем более 10 км/ч — две (период второй составляющей в среднем равен 0,6 с). Как для трактора Т-157, так и для ТДТ-55 корреляционные функции вертикальных продольно-угловых и продольных колебаний знакопеременны и имеют медленное затухание, что указывает на существенную связь исследуемых случайных процессов.

Характер изменения спектральных плотностей перемещений и ускорений динамических систем при колебаниях различен. Кривые $S(\omega)$, как правило, имеют несколько явно выраженных максимумов, соответствующих низким и высоким частотам. Это видно из рис. 2 и 3, где приведены кривые $S(\omega)$ спектральных плотностей ускорений \ddot{z}_1 , \ddot{z}_3 , \ddot{z}_4 , и $\ddot{\xi}_1$. Графики спектральных плотностей свидетельствуют о наличии регулярных составляющих на частотах: 8—9 и 65—80 1/с для Т-157; 2—3 и 10—11 1/с для ТДТ-55. Для трактора Т-157 характерна скорость движения 8 км/ч (рис. 2, б), а для ТДТ-55 — 10 км/ч (рис. 3, а). Здесь максимумы $S_{z_i}(\omega)$ вертикальных ускорений корпуса тракторов наибольшие. При 8 км/ч у трактора Т-157 значительно возрастают вертикальные ускорения переднего моста, причем диапазон опасных частот увеличивается (рис. 2, б, кривая 4). Вертикальные колебания комлей и вершин деревьев оказывают наибольшее влияние на динамику машин при малой скорости движения. Для рассматриваемых объектов при $\omega > 40$ 1/с всплесков кривых спектральных плотностей $S_{z_1}(\omega)$ и $S_{z_3}(\omega)$ не наблюдается (рис. 2, 3, кривые 1 и 2).

Анализ влияния конструктивных параметров машин позволил выявить пути улучшения их динамических качеств. Исследования показали, что на вертикальные колебания существенно влияют параметры подвески тягача. Например, при наличии у трактора Т-157 упругой подвески осей увеличение жесткости рессор передней оси приводит к возрастанию средних квадратичных значений вертикальных ускорений \ddot{z}_1 поддресоренной массы машины и свисающих концов пачки \ddot{z}_3 и \ddot{z}_4 (табл. 2, $v = 10$ км/ч).

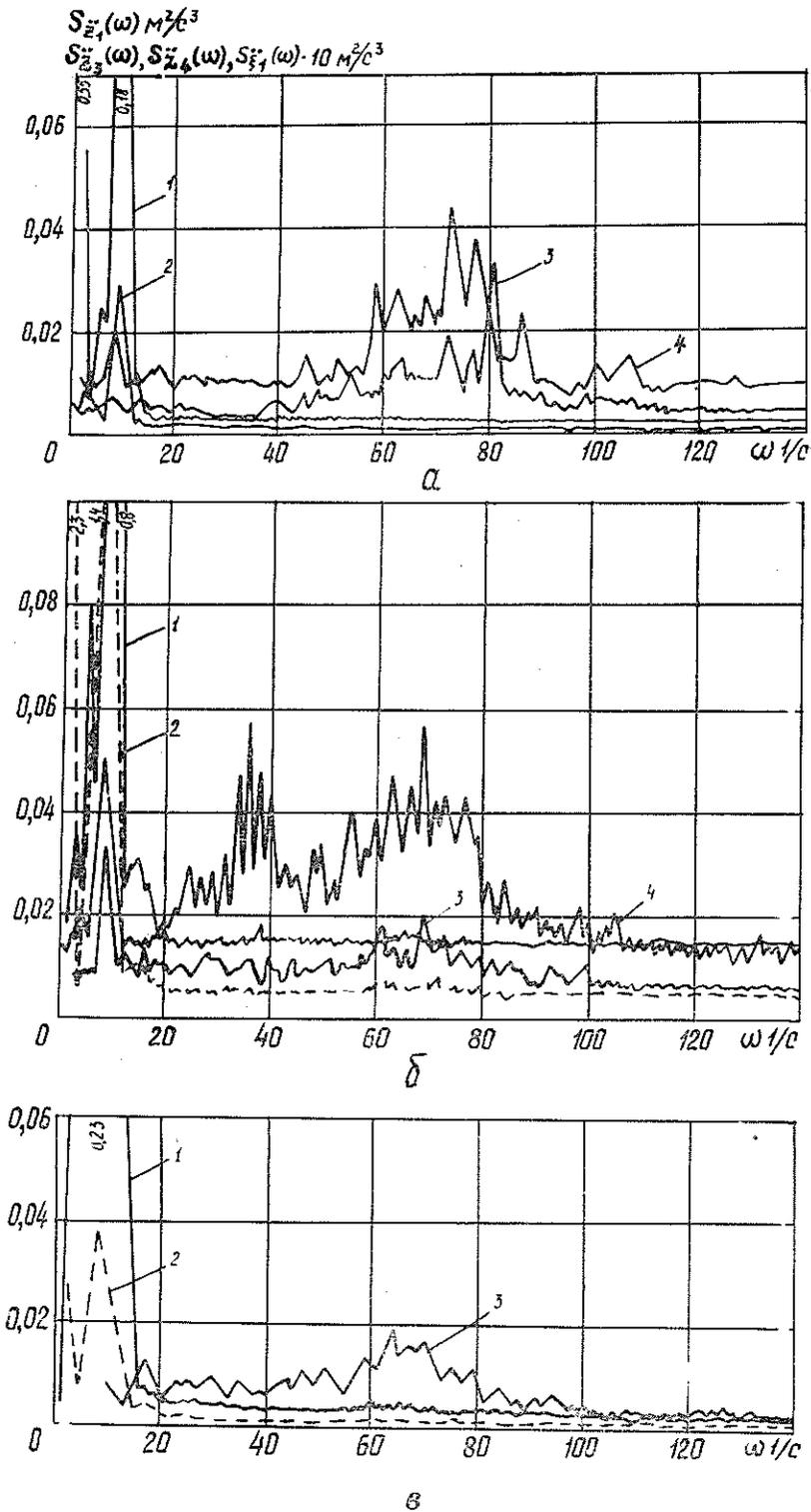


Рис. 2. Спектральные плотности вертикальных ускорений трактора Т-157 и пачки деревьев при $v = 5$ (а), 8 (б) и 10 км/ч (в).
 1 — $S_{\ddot{z}_1}(\omega)$; 2 — $S_{\ddot{z}_2}(\omega)$; 3 — $S_{\ddot{z}_3}(\omega)$; 4 — $S_{\ddot{\xi}_1}(\omega)$.

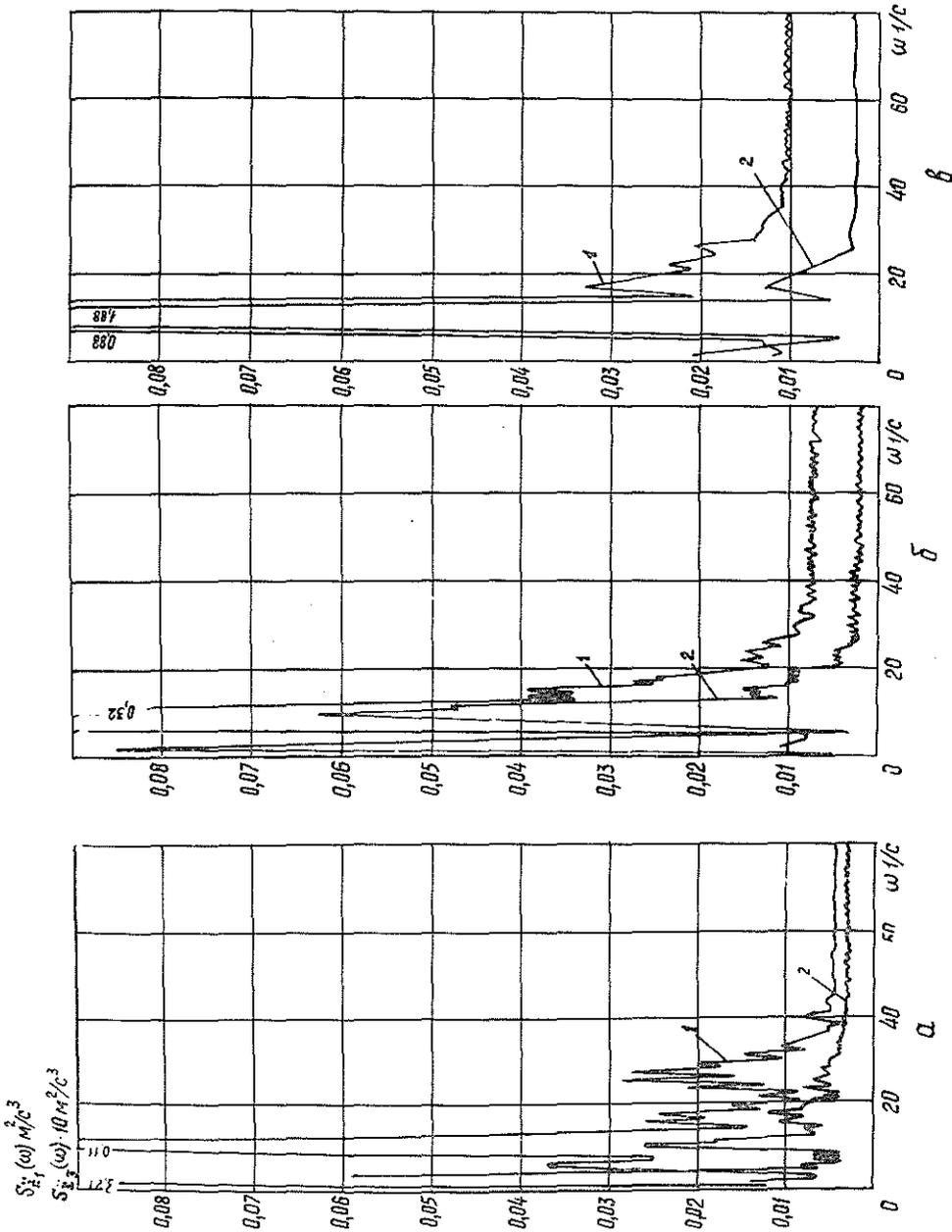


Рис. 3. Спектральные плотности вертикальных ускорений трактора ТДТ-55 и пачки деревьев при $v = 5$ (а), 8 (б) и 10 км/ч (в).
 1 — $S_{z_1}^2(\omega)$; 2 — $S_{z_2}^2(\omega)$.

Введение в подвеску трактора амортизаторов положительно сказывается на плавности его хода и устойчивости. Увеличение коэффициента n_3 (передний мост) от 0,7 до 3,0 снижает ускорения \ddot{z}_{1max} на 16,13 % (коэффициенты n_1 и n_3 образуют варианты характеристик подвески. При $n_1 = 1$; $n_3 = 1$ имеем исходный вариант).

Таблица 2

n_1	Средние квадратичные значения ускорений						$\ddot{\theta}_1$ рад/с ²
	\ddot{z}_1	\ddot{z}_3	\ddot{z}_4	$\ddot{\xi}_1$	$\ddot{\xi}_2$	\ddot{x}_1	
	м/с ²						
0,7	1,79	3,00	3,76	4,07	5,25	0,39	0,26
1,0	1,62	2,83	3,77	3,63	5,50	0,40	0,26
1,5	1,67	2,97	4,13	3,72	5,36	0,42	0,28
5,0	2,12	3,89	5,09	3,20	5,49	0,48	0,33

ра Т-157 при перевозке пачки деревьев в погруженном положении существенно влияет его база. Для рассматриваемых условий движения наиболее низкие значения ускорений поддресоренной массы трактора имеют место при $L_T = 3,2$ м (исходное значение $L_T = 2,86$ м). При $3,2 < L_T < 3,2$ значения \ddot{z}_1 и $\ddot{\xi}_2$ (рис. 4, кривая 3) возрастают. С ростом расстояния L_T от 2,86 до 3,2 м значение \ddot{z}_{1max} увеличивается с 4,8 до 5,7 м/с² (т. е. на 15 %). Значения $\ddot{\xi}_1$ и $\ddot{\xi}_2$ при уменьшении базы повышаются меньше. Например, σ_{ξ_2} при указанном изменении расстояния L_T увеличилось на 2,7 % (рис. 4, кривая 3).

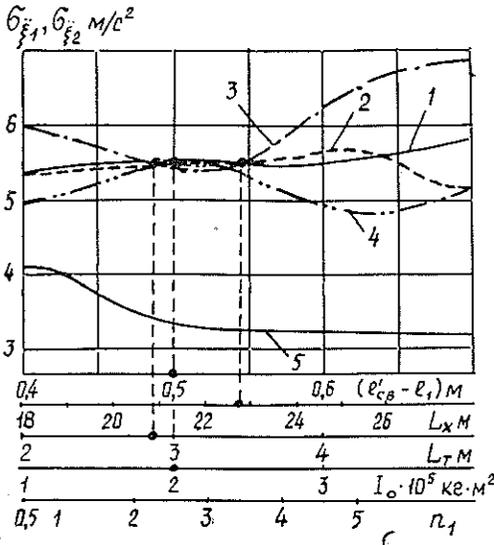


Рис. 4. Зависимости средних квадратичных ускорений недресоренных масс трактора Т-157 от параметров системы (волок, $v = 10$ км/ч).

1 — σ_{ξ_2} ; 2 — σ_{ξ_1} (1 — от $l'_{CB} - l_{01}$; 2 — от L_X ; 3 — от L_T ; 4 — от I_0 ; 5 — от n_1).

Перемещения свисающих частей пачки существенно зависят от их жесткости. Например, с увеличением жесткости c_{x_1} от 700 до 1400 кН/м максимальные значения z_3 изменяются на 0,1 м, z_4 — на 0,22 м. Характерно, что при жесткости пачки деревьев свыше 1400 кН/м параметры вертикальных колебаний зависят от нее мало.

Как и следовало ожидать, увеличение высоты центра тяжести системы оказывает влияние на продольно-угловые и продольные горизонтальные x_1 , а также вертикальные z_3 и z_4 перемещения и ускорения тягача и пачки. При увеличении h_1 и h_2 от 1,2 до 1,9 и $v = 10$ км/ч угол θ_1 возрастает на $1,5^\circ$. Продольные горизонтальные ускорения \ddot{x}_1 при этом же изменении h_1 увеличиваются от 0,4 до 0,58 м/с². Ускорения σ_{z_3} и σ_{z_4} соответствуют значениям h_1 и h_2 , равным 1,4 м.

С ростом массы пачки деревьев (параметры I_c и m_0) в целом динамика системы становится несколько лучше, однако при определенном значении массы пачки возможно ухудшение продольной устойчивости системы. Для машины Т-157 и рассматриваемых условий движения это значение m_0 составляет 5300 кг.

Представляют интерес данные, касающиеся влияния на динамику системы параметров размещения деревьев на машине, от которых зависят длины свисающих частей пачки. Для трактора Т-157 имеется характерное значение $L_x = 24,3$ м, при котором вертикальные колебания наибольшие (рис. 4, кривая 2). Существенно также влияние расстояния между опорами пачки, что определялось изменением расстояния $(l'_{cb} - l_{01})$ — рис. 4. Наименьшие перемещения вершин и комлей пачки имеют место для $(l'_{cb} - l_{01}) = 0,5$ м. При $0,5 < (l'_{cb} - l_{01}) < 0,55$ происходит некоторое увеличение σ_{z_3} и σ_{z_4} . Комплексный анализ полученных данных позволяет считать рациональным расстояние $(l'_{cb} - l_{01}) = 0,55 - 0,65$ м.

Изменение расстояния $(l'_{cb} - l_{01})$ у трактора ТДТ-55 оказывает наибольшее влияние на продольно-угловые и продольные горизонтальные перемещения подрессоренной массы. При $(l'_{cb} - l_{01}) = 1,5$ м значения Θ_1 и x_1 минимальны, наименьшие значения ускорений $\ddot{\Theta}_1$ и \ddot{x}_1 ($0,183$ рад/с² и $0,333$ м/с²) имеют место при $(l'_{cb} - l_{01}) = 1,8$ м. С увеличением этого расстояния ускорения комлевой части пачки возрастают, а вершинной, наоборот, несколько уменьшаются.

Средние квадратичные перемещения комлей и вершин пачки, транспортируемой на тракторе ТДТ-55, зависят от его базы и расстояния $(l'_{cb} - l_{01})$. При $2,3 < L_T < 2,3$ м перемещения σ_{z_3} и σ_{z_4} уменьшаются. Для $L_T = 2,3$ м перемещения σ_{z_4} вершинной части пачки становятся более 1 м. Параметр Θ_1 существенно зависит как от конструктивных параметров тягачей, так и параметров груза. При $2,6 < n_3 < 2,6$ наблюдается снижение уровня продольно-угловых колебаний трактора Т-157. Это же происходит при значениях его базы менее 2,86 м. Для трактора ТДТ-55 продольная устойчивость наихудшая при $L_T = 2,35$ м.

Таким образом, разработана новая, более точная расчетная модель, соответствующая динамическим системам, транспортирующим пачки деревьев при значительном свисании ее концов за опорами. Приведенные в статье рекомендации могут быть использованы для проектирования указанных систем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жуков А. В., Кадолко Л. И. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний. — Минск: Наука и техника, 1978. [2]. Жуков А. В., Леонovich И. И. Колебания лесотранспортных машин. — Минск: БГУ, 1973. [3]. Жуков А. В., Чернявский И. Ш., Рудницкий П. Ф. Исследование вертикальной динамики трелевочного трактора Т-157 с помощью ЭЦВМ. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 5. [4]. Сравнительный анализ расчетных моделей вертикальных колебаний автопоездов-лесовозов/ Ю. Ю. Беленький, А. В. Жуков, А. Б. Азбель, А. И. Петрович. — Автомоб. пром-сть, 1979, № 7.

Поступила 19 января 1981 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 531.3.001.57

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ

О. П. АФАНАСЬЕВ

Московский лесотехнический институт

*Классификация динамических процессов
и описывающие их дифференциальные уравнения*

В данной работе термин «динамические процессы» трактуется расширенно, под ним понимаем нестационарные не только механические, но и другие, например тепловые, процессы. В качестве критерия для их классификации служит сходство физической природы явлений либо, что то же самое, идентичность дифференциальных уравнений и краевых условий, описывающих основные процессы. При такой классификации для родственных процессов применяют одинаковые критерии подобия и общие приемы и методы моделирования.

Следует заметить, что для чисто механических процессов классификацию можно получить с тем же результатом, если сравнивать силы, существенные для рассматриваемых процессов. Это вытекает из того, что каждому заданному набору сил соответствует вполне определенная совокупность критериев подобия.

Приводимая ниже классификация не претендует на исчерпывающую полноту, хотя в ней и рассмотрены самые разнообразные технологические процессы заготовки, транспортировки и переработки древесины.

1-я группа: переместительные, транспортные, погрузочно-разгрузочные операции, в которых деревья (или группы деревьев) или изделия перемещаются в пространстве.

В эту группу включены процессы, для которых характерно перемещение в пространстве машин, их узлов или грузов; здесь, как правило, существенно влияет сила тяжести.

Движение грузов как абсолютно твердых тел можно описать с помощью принципа Даламбера — Лагранжа [2]

$$\sum_{(k)} m_k \bar{g} \delta \bar{r}_k + \sum_{(k)} \bar{\Phi}_k \delta \bar{r}_k - \sum_{(k)} m_k \frac{d^2 \bar{r}_k}{dt^2} \delta \bar{r}_k = 0, \quad (1)$$

где m_k — масса k -того элемента машины или груза;

\bar{r}_k — радиус-вектор k -того элемента;

$\bar{\Phi}_k$ — внешняя сосредоточенная сила, действующая на k -тый элемент;

\bar{g} — ускорение силы тяжести.

В большинстве случаев для процессов этой группы существенны упругие деформации элементов машин и объектов труда. Если деформируемые тела линейно-упруги и изотропны, то относительные перемещения элементов упругих тел описываются с помощью уравнений дн-

намической теории упругости, которые называются уравнениями Ламе [3]:

$$(\lambda + \mu) \operatorname{grad} \operatorname{div} \bar{u} + \mu \Delta \bar{u} + \rho \left(\bar{F} - \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial t^2} \right) = 0, \quad (2)$$

где λ, μ — упругие константы (коэффициенты Ламе);
 \bar{u} — вектор перемещения;
 ρ — плотность;
 \bar{F} — внешняя массовая сила;
 $\operatorname{div}, \operatorname{grad}, \Delta$ — дифференциальные операторы.

В изучаемых процессах внешняя массовая сила — только сила тяжести, а значит

$$\bar{F} = \bar{g}.$$

Если же деформируемые тела линейно-упруги, но анизотропны, то уравнения динамической теории упругости имеют вид [3]:

$$\sigma_{,j}^{ki} + \rho (F_k - a_k) = 0. \quad (3)$$

Здесь $\sigma_{,j}^{ki}$ — ковариантная производная контрвариантного тензора напряжений σ^{ki} ;

F^k — контрвариантная компонента вектора массовых сил;

a_k — контрвариантная компонента вектора ускорения.

В уравнении (3)

$$\begin{aligned} \sigma_{,j}^{ki} &= \frac{\partial \sigma^{ki}}{\partial x^j} + \Gamma_{\alpha j}^k \sigma^{\alpha i} + \Gamma_{\alpha j}^i \sigma^{k\alpha}; \\ a^k &= \left(\frac{\partial v^k}{\partial t} + v^i \frac{\partial v^k}{\partial x^i} + \Gamma_{si}^k v^s \right), \end{aligned} \quad (4)$$

где x^i — криволинейная координата;

v^k — контрвариантная компонента вектора скорости;

t — время;

$\Gamma_{\alpha j}^k$ — коэффициенты связности (трехиндексные символы Кристоффеля).

В формулах (3), (4) подразумевается суммирование по повторяющимся индексам.

Система трех уравнений содержит девять неизвестных: шесть компонент тензора напряжений и три компоненты вектора скоростей (или вектора перемещений). Чтобы системе (3) замкнуть, необходимо добавить шесть уравнений совместности деформаций. В дальнейшем эти выражения не потребуются, поэтому их не приводим.

Выражение (3) представляет собой уравнение движения в напряжениях, а для получения критериев подобия более удобно уравнение движения в перемещениях. Переход можно осуществить, если известна зависимость:

$$\sigma^{ij} = f^{ij}(\varepsilon_{rk}), \quad (5)$$

где ε_{rk} — тензор деформаций.

С целью упрощения последующих преобразований в уравнениях (3) целесообразно перейти от общих криволинейных координат к декартовым прямоугольным. В этом случае трехиндексные символы Кристоффеля в выражении (4) обратятся в нуль; следовательно, ковариантная производная тензора напряжений переходит в обычную част-

ную производную, а компоненты вектора ускорений равны вторым частным производным по времени от вектора перемещений. В результате уравнение (3) принимает вид

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_i} + \rho \left(F_j - \frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} \right) = 0.$$

Здесь σ_{ij} — компоненты тензора деформаций, заданные в декартовых координатах;

x — декартовы координаты;

F_j — компоненты вектора массовых сил;

u_j — компоненты вектора перемещений.

С учетом уравнения (5) запишем

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_i} = \frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial \varepsilon_{rk}} \frac{\partial \varepsilon_{rk}}{\partial x_i}. \quad (6)$$

Компоненты тензора малых деформаций ε_{rk} связаны с компонентами вектора перемещений известными соотношениями [2],

$$\varepsilon_{rk} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_r}{\partial x_k} + \frac{\partial u_k}{\partial x_r} \right).$$

Производные от компонентов тензора напряжений σ_{ij} по компонентам тензора деформаций ε_{rk} суть коэффициенты упругости в обобщенном законе Гука

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial \varepsilon_{rk}} = C_{ijrk}.$$

С учетом сказанного, уравнения (3) можно переписать в виде

$$\frac{1}{2} C_{ijrk} \left(\frac{\partial^2 u_r}{\partial x_k \partial x_i} + \frac{\partial u_k}{\partial x_r \partial x_i} \right) + \rho \left(F_j - \frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} \right) = 0. \quad (7)$$

Это и есть уравнения динамической теории упругости в перемещениях для произвольных анизотропных линейно-упругих тел. Индекс « j » принимает значения 1, 2, 3, а по остальным индексам происходит суммирование от 1 до 3. С помощью этих уравнений можно, например, описать деформационные движения элементов дерева или изделий из древесины.

Итак, в процессах 1-й группы имеют место как перемещения абсолютно твердых тел, так и сопровождающие их упругие в общем случае нестационарные деформации. Такие процессы описываются дифференциальными уравнениями (1), (2) и (7).

2-я группа: процессы механической переработки древесины.

Для этой группы, как и для предыдущей, характерно перемещение в пространстве заготовок или режущих органов, а также деформационное движение элементов заготовки и станка. В отличие от 1-й группы для 2-й влияние силы тяжести, как правило, несущественно, а характерно наличие сил резания в зоне контакта заготовки с режущим органом.

В связи с малым влиянием сил тяжести на движение по сравнению с силами инерции уравнение (1) принимает вид:

$$\Sigma F_k^- \delta r_k^- - \Sigma m_k \frac{d^2 r_k^-}{dt^2} \delta r_k^- = 0. \quad (8)$$

Появление сил резания не изменяет вида уравнений (2) и (7), но вносит изменения в запись их граничных условий. Известно, что в об-

щем случае граничные условия для любого из этих уравнений можно записать в виде:

$$u_i|_{\Sigma_1} = u_i^0; \quad \sigma_{ij} n_j|_{\Sigma_1} = S_i^0, \quad (9)$$

где n_j — компоненты нормали к поверхности.

Первое из равенств (9) означает, что на поверхностях Σ_1 заданы перемещения u_i^0 , которые, естественно, могут быть функциями координат точки поверхности и времени. Второе равенство показывает, что на поверхностях Σ_2 заданы силы S_i^0 .

Особенность рассматриваемой задачи в том, что в местах контакта заготовки с режущим органом силы S_i^0 приобретают смысл сил резания (аналогично в местах контакта заготовки с подающими вальцами они имеют смысл сил прижима и сил подачи). Если из условий (9) выделить силы резания, то к этим условиям необходимо добавить еще одно:

$$\sigma_{ij} n_j|_{\Sigma_3} = F_i^{\text{рез}}. \quad (10)$$

Здесь Σ_3 — поверхность контакта инструмента с заготовкой;

$F_i^{\text{рез}}$ — компоненты силы резания;

σ_{ij} — компоненты тензора напряжений на поверхности Σ_3 .

В дальнейшем условие (10) потребуется в виде, преобразованном к компонентам вектора перемещений. Поэтому тензор напряжений σ_{ij} необходимо записать через компоненты тензора деформаций ε_{rk} , а их, в свою очередь, — через компоненты вектора перемещений.

Поскольку

$$\begin{aligned} \sigma_{ij} &= C_{ijrk} \varepsilon_{rk}; \\ \varepsilon_{rk} &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_r}{\partial x_k} + \frac{\partial u_k}{\partial x_r} \right), \end{aligned}$$

то

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{2} C_{iirk} \left(\frac{\partial u_r}{\partial x_k} + \frac{\partial u_k}{\partial x_r} \right).$$

Под x_k подразумеваются прямоугольные декартовы координаты. После указанной замены σ_{ij} условие (10) можно переписать в виде

$$\frac{1}{2} C_{iirk} \left(\frac{\partial u_r}{\partial x_k} + \frac{\partial u_k}{\partial x_r} \right) n_j|_{\Sigma_3} = F_i^{\text{рез}}. \quad (11)$$

В выражении (11) по индексам j, r, k производят суммирование от 1 до 3.

Итак, процессы 2-й группы описываются уравнениями (2), (7) и (8), причем особенность краевых условий для выражений (2) и (7) — наличие сил резания, которые учитываются условием (11).

Можно считать, что уравнение (2) описывает деформации изотропных металлических элементов станка, а выражение (7) — деформации анизотропной заготовки. Условие (11) для каждого из этих уравнений отличается только знаком силы резания (в соответствии с третьим законом Ньютона) и видом коэффициентов C_{ijrk} . (Для изотропных материалов все коэффициенты C_{ijrk} могут быть выражены только через два коэффициента Ламе: λ и μ ; для анизотропных же тел в общем случае число различных коэффициентов $C_{ijrk} = 21$).

3-я группа: процессы движения в жидкости и движения жидкости в установках и гидросистемах машин.

Как известно [3], движение жидкости описывается уравнениями Навье — Стокса:

$$\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + (\bar{v} \nabla) \bar{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \bar{F} + \nu \Delta \bar{v} \quad (12)$$

с условием несжимаемости

$$\operatorname{div} \bar{v} = 0$$

и соответствующими граничными и начальными условиями

$$\bar{v}|_{t=0} = \bar{v}_0; \quad v|_{\Sigma_1} = \bar{v}_1; \quad p|_{\Sigma_2} = p_0,$$

где \bar{v} — вектор скорости жидкости;
 $\nabla, \Delta, \operatorname{div}$ — дифференциальные операторы;
 p — давление;
 \bar{F} — массовая сила;
 ν — коэффициент динамической вязкости;
 \bar{v}_0 — начальная скорость;
 \bar{v}_1 — скорость на границе жидкости Σ_1 ;
 p_0 — давление на границе Σ_2 .

Следует отметить, что уравнение (12) не изменяет своего вида и при описании движения сжимаемой жидкости (газа), но для сжимаемой жидкости плотность — величина переменная, условие несжимаемости заменяется условием сохранения массы и добавляется уравнение, которое связывает плотность и давление. Поэтому выводы, которые сделаны в следующем параграфе для несжимаемой жидкости, легко обобщаются и для газа.

4-я группа: процессы теплопередачи и массообмена (диффузии).

Перенос тепла при отсутствии конвекции описывается уравнением [1].

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \operatorname{div} (k \nabla T) + F_1. \quad (13)$$

Здесь c — удельная теплоемкость;
 k — коэффициент теплопроводности;
 T — абсолютная температура;
 F_1 — функция, характеризующая интенсивность источников.

На границе задаются либо температура T_0 , либо тепловой поток Q , либо, наконец, теплообмен со средой, температура которой задана, по закону Ньютона.

Аналогично описывается процесс диффузии или массопереноса в пористой среде [1].

$$* \frac{\partial \rho}{\partial t} = \operatorname{div} (D \nabla \rho) + F_2, \quad (14)$$

где $*$ — коэффициент пористости;
 D — коэффициент диффузии;
 F_2 — функция источников (или стоков).

Уравнения (13), (14) описывают лишь часть технологических процессов в электрических и тепловых машинах, применяемых в лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Вывод критериев подобия

В случае, когда известны уравнения, описывающие существенные для рассматриваемых явлений процессы, получение критериев подобия сводится к тому, что приводят к безразмерному виду эти уравнения, а также начальные и граничные условия. Ниже приведен вывод критериев подобия для рассмотренных в предыдущем параграфе групп процессов.

Переместительные, транспортные, погрузочные операции. Приведем к безразмерному виду уравнения (1), (2) и (7). С этой целью каждую из входящих в эти уравнения величин представим в виде произведения размерного (постоянного) масштаба на безразмерную переменную:

$$\begin{aligned} m_k &= m_0 m_{k6}; & \bar{r}_k &= l_0 \bar{r}_{k6}; & t &= t_0 t_6; \\ g &= g_0 g_6; & \bar{\Phi}_k &= \Phi_0 \bar{\Phi}_{k6}; \\ \lambda &= \lambda_0 \lambda_6; & \bar{u} &= l_0 \bar{u}_6; & \bar{F} &= F_0 \bar{F}_6; \\ \mu &= \mu_0 \mu_6; & \rho &= \rho_0 \rho_6; \\ C_{ijrk} &= C_0 C_{ijrk}^6; & x_k &= l_0 x_{k6}; \\ u_r &= l_0 u_{r6}; & F_j &= F_0 F_{j6}. \end{aligned} \tag{15}$$

Здесь индексом «0» отмечены масштабы, а индексом «6» — безразмерные переменные.

Прежде чем подставлять равенства (15) в дифференциальные уравнения, необходимо уточнить порядок приведения к безразмерному виду операторов, например $\frac{\partial}{\partial t}$. Подставляя время t , получаем:

$$\frac{\partial}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial (t_0 t_6)} = \frac{1}{t_0} \frac{\partial}{\partial t_6}.$$

Вычисляем вторую производную

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} = \frac{1}{t_0^2} \frac{\partial^2}{\partial t_6^2}.$$

Аналогично для операторов Лапласа, градиента и дивергенции

$$\Delta = \frac{1}{l_0^2} \Delta_6;$$

$$\text{grad div} = \frac{1}{l_0^2} (\text{grad div})_6.$$

Уравнения (1), (2) и (7) можно переписать в безразмерном виде, учитывая, что масштабы постоянны, а следовательно, могут быть вынесены за знаки производных:

$$\begin{aligned} m_0 g_0 l_0 \sum m_{k6} \bar{g}_6 \delta \bar{r}_{k6} + \Phi_0 l_0 \sum \bar{\Phi}_{k6} \delta \bar{r}_{k6} - \\ - \frac{m_0 l_0^2}{t_0^2} \sum m_{k6} \frac{d^2 \bar{r}_{k6}}{dt_6^2} \delta \bar{r}_{k6} = 0; \end{aligned} \tag{16}$$

$$\frac{\mu_0 l_0}{l_0^2} \Delta_6 \bar{u}_6 + \frac{(\lambda_0 + \mu_0) l_0}{l_0^2} \text{grad div}_6 \bar{u}_6 + \frac{\rho_0 l_0}{t_0^2} \rho_6 \frac{\partial^2 \bar{u}_6}{\partial t_6^2} = 0; \tag{17}$$

$$\frac{1}{2} \frac{C_0}{l_0} C_{ijk}^6 \left(\frac{\partial^2 \bar{u}_{r6}}{\partial x_{k6} \partial x_{i6}} + \frac{\partial^2 \bar{u}_{k6}}{\partial x_{r6} \partial x_{i6}} \right) + \rho_0 F_0 \rho_6 F_{j6} - \frac{\rho_0 l_0}{t_0^2} \rho_6 \frac{\partial^2 u_{j6}^2}{\partial t_6^2} = 0. \quad (18)$$

Чтобы уравнения (16)—(18) описывали подобные процессы различных масштабов, необходимо в этих уравнениях сохранить неизменной относительную величину коэффициентов из масштабов. Выполнение этого условия приводит к необходимости выдерживания следующих критериев подобия:

$$C_1 = \frac{\Phi_0}{m_0 g_0}; \quad C_2 = \frac{l_0}{g_0 t_0^2}; \quad C_3 = \frac{\lambda_0 + \mu_0}{\mu_0}; \quad (19)$$

$$C_4 = \frac{\rho_0 F_0 l_0}{\mu_0}; \quad C_5 = \frac{\rho_0 l_0^2}{\mu_0 t_0^2}; \quad C_6 = \frac{\rho_0 l_0^2}{C_0 t_0^2}.$$

Физический смысл полученных критериев состоит в следующем. Критерий C_1 устанавливает относительную величину внешних сосредоточенных сил и сил тяжести. Под внешними можно подразумевать силы, развиваемые гидроцилиндрами гидроприводов, электрическими или иными приводами, а также силы сопротивления.

Критерий C_2 характеризует относительную величину сил инерции и сил тяжести. В гидродинамике аналогичный критерий носит название числа (или критерия) Фруда. Критерий C_3 устанавливает относительную величину моделей упругости λ и μ , иначе, — относительную величину сил, возникающих при сдвиговых деформациях и деформациях растяжения — сжатия.

Величина C_4 задает отношение внешних массовых сил (в частности, сил тяжести) к силам упругости.

Критерий C_5 устанавливает отношение сил инерции к силам упругости, а критерий C_6 — аналогичное отношение для анизотропных тел.

Следует заметить, что при введении безразмерных коэффициентов упругости обобщенного закона Гука, предполагалось, что свойства анизотропии не изменяются в процессах различных масштабов. Иными словами, относительная величина коэффициентов упругости не изменяется. В противном случае пришлось бы записать 20 критериев типа C_6 , которые требовали бы выполнения этого условия. Для этого необходимо все слагаемые уравнения (7) выписать в явном виде.

Процессы механической переработки древесины описываются уравнениями (2), (7) и (8) с особенностью граничных условий, задаваемой выражением (11) и обусловленной наличием сил резания в местах соприкосновения режущего инструмента и заготовки.

Поскольку в уравнении (8) в отличие от выражения (1) отсутствует слагаемое, учитывающее силу тяжести, то из уравнений (2), (7) и (8) получаются такие же критерии, как и в выражении (19), за исключением критерия C_2 .

В дополнение к выражению (15) обозначим

$$F_i^{\text{рез}} = F_0^{\text{рез}} F_{i6}^{\text{рез}}. \quad (20)$$

Смысл индексов такой же, как и в выражении (15).

С учетом равенств (15) и (20) граничное условие (11) приведем к безразмерному виду

$$\frac{1}{2} C_0 l_0 C_6 \left(\frac{\partial u_{r6}}{\partial x_{r6}} + \frac{\partial u_{k6}}{\partial x_{r6}} \right) n_j \Big|_{z_a} = F_0^{\text{рез}} F_{l_0}^{\text{рез}}, \quad (21)$$

отсюда

$$C_7 = \frac{F_0^{\text{рез}}}{C_0 l_0}.$$

Этот критерий задает относительную величину сил резания и сил упругости.

Итак, для подобия процессов механической переработки древесины необходимо выдержать шесть критериев: $C_1, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7$.

Гидродинамические процессы описываются уравнением Навье — Стокса (12). Для приведения его к безразмерному виду в дополнение к равенствам (15) введем обозначения

$$\bar{v} = v_0 \bar{v}_6; \quad p = p_0 p_6; \quad \nu = \nu_0 \nu_6,$$

тогда уравнение (12) можно записать в виде

$$\frac{v_0}{l_0} \frac{\partial \bar{v}_6}{\partial t_6} + \frac{v_0^2}{l_0} (\bar{v}_6 \nabla_6) \bar{v} = - \frac{p_0}{\rho_0 l_0} \frac{\nabla_6 p_6}{\rho_6} + \nu_0 \frac{v_0}{l_0^2} \nu_6 \Delta_6 \bar{v}_6 + F_0 \bar{F}_6, \quad (22)$$

отсюда

$$\begin{aligned} C_8 &= \frac{v_0 l_0}{l_0}; & C_9 &= \frac{p_0}{\rho_0 v_0^2}; \\ C_{10} &= \frac{v_0^2}{F_0 l_0}; & C_{11} &= \frac{v_0 l_0}{\nu_0}. \end{aligned} \quad (23)$$

Критерий C_8 называется числом Струхала, или критерием гомохронности; C_9 — числом Эйлера; C_{10} — критерием Фруда; C_{11} — критерием Рейнольдса.

С учетом общепринятых обозначений выражение (23) можно переписать в виде

$$\begin{aligned} \text{No} &= \text{Sr} = \frac{vt}{l}; & \text{Eu} &= \frac{p}{\rho v^2}; \\ \text{Fr} &= \frac{v^2}{gl}; & \text{Re} &= \frac{vl}{\nu}. \end{aligned} \quad (24)$$

Первый из критериев C_8 по существу является кинематическим и свидетельствует о том, что скорость является производной по времени от координаты; второй C_9 определит величину скоростного напора. Для моделирования гидродинамических явлений существенны только два критерия: Фруда и Рейнольдса. Первый из них характеризует относительную величину сил инерции и сил тяжести, а второй — сил инерции и вязкого сопротивления.

Процессы теплопередачи и массообмена. Введем следующие обозначения:

$$\begin{aligned} C &= C_0 C_6; & \alpha &= \alpha_0 \alpha_6; \\ T &= T_0 T_6; & D &= D_0 D_6; \\ F_1 &= F_{10} F_{16}; & F_2 &= F_{20} F_{26}. \end{aligned}$$

С учетом этого и выражений (15) уравнения (13) и (14) можно переписать в следующем виде:

$$\frac{C_0 \rho_0 T_0}{t_0} C_6 \rho_6 \frac{\partial T_6}{\partial t_6} = \frac{k_0 T_0}{l_0^2} \operatorname{div}_6 (k_6 \operatorname{grad}_6 T_6) + F_{10} F_{16};$$

$$\frac{z_0 \rho_0}{t_0} \frac{\partial \rho_6}{\partial t_6} = \frac{D_0 \rho_0}{l_0^2} \operatorname{div}_6 (D_6 \operatorname{grad}_6 \rho_6) + F_{20} F_{26},$$

отсюда имеем

$$\begin{aligned} C_{12} &= \frac{k_0 t_0}{C_0 \rho_0 l_0^2}; & C_{13} &= \frac{F_{10} l_0^2}{k_0 T_0}; \\ C_{14} &= \frac{D_0 t_0}{z_0 l_0^2}; & C_{15} &= \frac{F_{20} l_0^2}{D_0 \rho_0}. \end{aligned} \quad (25)$$

Обращает на себя внимание сходство критериев подобия для тепловых и диффузионных процессов (или процессов массообмена). Поэтому при расширенной трактовке моделирования эти процессы можно считать подобными, а значит результаты, полученные при исследовании тепловых процессов, можно распространять на процессы массообмена и наоборот.

Критерии C_{13} и C_{15} характеризуют интенсивность источников (или стоков), а критерии C_{12} и C_{14} указывают изменения масштаба времени с изменением размеров и физических характеристик материалов.

Итак, критерии подобия выведены для всех рассматриваемых нами процессов. Теперь предстоит выбрать необходимые критерии и получить формулы пересчета для моделирования различных технологических процессов. Этот вопрос рассмотрен нами во второй части статьи, которая печатается в следующем номере журнала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Владимиров В. С. Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1976. [2]. Кильчевский Н. А. Курс теоретической механики. — М.: Наука, 1977. Т. 2. [3]. Седов Л. И. Механика сплошной среды. — М.: Наука, 1976. Т. 1.

Поступила 18 ноября 1980 г.

УДК 621.935.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ МЕХАНИЗМОВ РЕЗАНИЯ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ

В. И. ВЕСЕЛКОВ, Т. С. ИСУПОВА

Архангельский лесотехнический институт

Качество распиловки древесины на ленточнопильных станках (ЛПС) определяется устойчивостью ленточных пил, зависящей непосредственно от их параметров и напряженного состояния. Суммарное напряженное состояние определяется величиной усилий предварительного натяжения, наклоном шкивов, усилиями сопротивления резанию древесины, начальным напряженным состоянием, обусловленным технологией изготовления и подготовки к работе, и динамическими воздействиями на механизм резания различных возмущающих факторов.

Существующая информация [1, 2, 4—6] о влиянии основных факторов на устойчивость и жесткость ленточных пил позволяет прогнозировать условия, повышающие работоспособность инструмента. Но све-

дений о динамике процессов, происходящих в механизмах резания ЛПС, мы не обнаружили.

При анализе различных систем натяжения пил ЛПС [7], отмечается, что использование только грузового механизма без каких-либо встроенных в систему натяжения амортизаторов отрицательно отражается на условиях работы пилы, так как при неизбежных в этом случае рывках в колебаниях системы участвуют значительные массы.

В работе [3] указано на возможное изменение усилия натяжения ленточных пил при пилении древесины на 30—40 % от первоначального, обеспечиваемого рычажно-грузовым механизмом, из-за радиального биения пильных шкивов, зазоров в кинематических парах и т. д.

В связи с использованием в современных конструкциях ЛПС наряду с рычажно-грузовыми (станки моделей ЛБ 150 и ЛД 125) и пружинными (станки фирмы «Каналли» — ФРГ) гидравлических (станки фирмы «А. К. Эрикссон» — Швеция) и пневмо-гидравлических (станки фирмы «Кокум» — Швеция) механизмов натяжения пил возникает необходимость выявить целесообразную систему натяжения, в большей мере удовлетворяющую требования эксплуатации инструмента.

Установление оптимального механизма натяжения ленточных пил возможно на основе анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований влияния реально возможных возмущающих факторов на работоспособность пил при различных системах их натяжения. Работы в этом направлении ведутся на кафедре станков и инструментов АЛТИ.

Для количественной оценки влияния реальных возмущающих факторов на работоспособность ленточных пил нами создана специальная экспериментальная установка (рис. 1) на базе станка модели «Standard», выверенного в соответствии с техническими условиями на делительные ЛПС.

Механизм резания установки при диаметрах пильных шкивов 1000 мм и ширине 80 мм позволяет применять ленточные пилы шириной до 100 мм, толщиной 1,0—1,2 мм

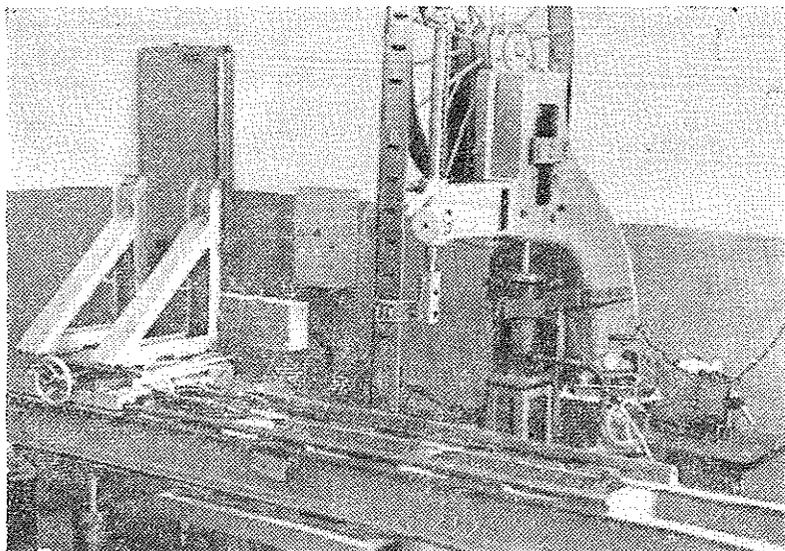


Рис. 1.

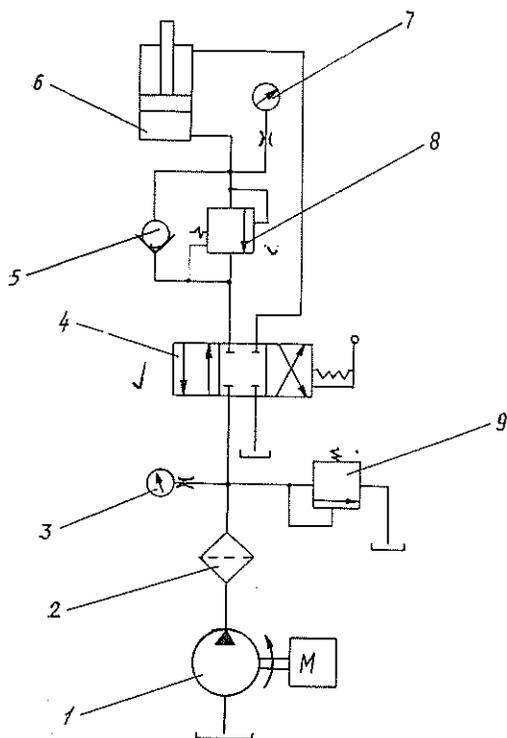


Рис. 2. Гидравлическая схема механизма натяжения.

1 — насос; 2 — фильтр; 3 — манометр; 4 — распределитель; 5 — обратный клапан; 6 — гидроцилиндр; 7 — манометр; 8 — напорный золотник; 9 — предохранительный клапан.

и длиной до 7000 мм. Частота вращения пильных шкивов варьирует за счет замены ведущего шкива плоскоремной передачи. Начальная частота вращения 600 об/мин соответствует паспортной.

Конструкция механизма резания позволяет оперативно заменять рычажно-грузовую систему натяжения ленточной пилы гидравлической, пневматической и пневмо-гидравлической. Рычажно-грузовая система представляет собой двухплечный рычаг, на конце которого закреплен груз массой 132 кг. Передаточное отношение рычага регулируется величиной большего плеча при постоянных значениях длины меньшего плеча, равной 70 мм, и массы груза.

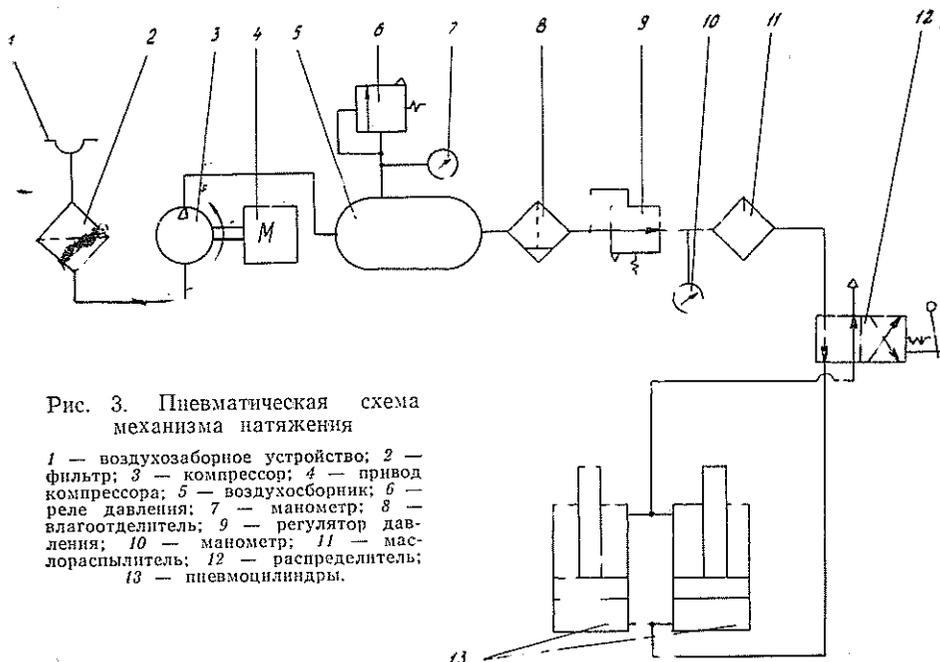


Рис. 3. Пневматическая схема механизма натяжения

1 — воздухозаборное устройство; 2 — фильтр; 3 — компрессор; 4 — привод компрессора; 5 — воздухосборник; 6 — реле давления; 7 — манометр; 8 — влагоотделитель; 9 — регулятор давления; 10 — манометр; 11 — маслораспылитель; 12 — распределитель; 13 — пневмоцилиндры.

Гидравлическая система натяжения пилы (рис. 2) включает гидроцилиндр 6 ($D_{ц} = 145$ мм), шарнирно закрепленный на столе станка и питаемый рабочей жидкостью от отдельной гидростанции, которая оснащена соответствующей контрольно-регулирующей и распределительной аппаратурой. Шток гидроцилиндра непосредственно соединен с подвижным суппортом подвески верхнего пильного шкива. Усилие натяжения ленточной пилы определяется давлением в поршневой полости гидроцилиндра, устанавливаемым при помощи предохранительного клапана 4.

При применении пневматической системы (рис. 3) натяжение пилы обеспечивается при помощи двух пневматических цилиндров, подключаемых параллельно и воздействующих на подвижный суппорт верхнего шкива через коромысло. Рабочий диаметр пневмоцилиндров равен 150 мм, максимальное давление в пневмосистеме поддерживается в пределах 0,5 МПа.

Пневмо-гидравлическая система натяжения отличается от гидравлической только наличием пневмо-гидравлического аккумулятора емкостью 8 дм³, подключенного к поршневой полости гидроцилиндра.

Влияние возмущающих факторов на работоспособность ленточных пил устанавливают тензометрическим методом и определяют по деформациям тензодатчиков, наклеенных на чувствительный элемент, конструктивно вписанный в разъем винта механизма натяжения ЛПС «Standard». В качестве чувствительного элемента, воспринимающего усилия, возникающие в подвеске верхнего пильного шкива, используют тол-

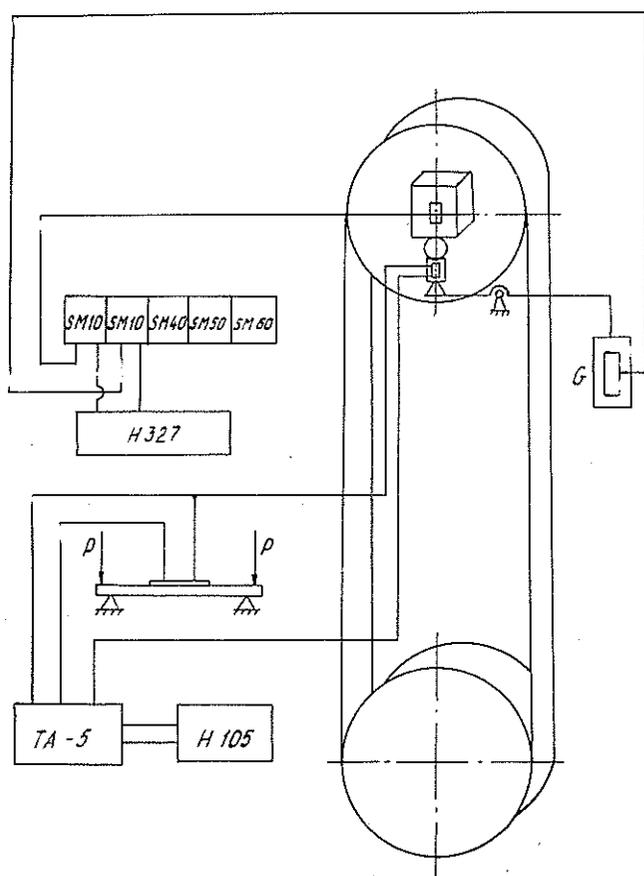


Рис. 4. Измерительная схема.

- | | | |
|-------|---|-------------------|
| TA-5 | — | усилитель; |
| H105 | — | осциллограф; |
| H327 | — | самонисен; |
| SM10, | — | SM40, SM50, |
| SM60 | — | вибронизмерители. |

стосенный стальной стакан, на который наклеены проволочные тензорезисторы типа 2ПКБ.

Для усиления сигналов тензодатчиков используют усилитель типа ТА-5. Сигналы тензодатчиков регистрировали на светолучевом осциллографе Н-105. Измерительная схема (рис. 4) обеспечивает сопоставимость результатов исследований при применении различных систем натяжения ленточной пилы.

На созданной экспериментальной установке параллельно с регистрацией сигналов от тензодатчиков предусмотрена возможность получения количественной информации о колебаниях подвижного суппорта верхнего пильного шкива. Для этой цели используют пьезоэлектрические датчики ускорения типа КД35, жестко закрепленные на подвижном суппорте при помощи резьбовых наконечников и ориентируемые соответственно направлению осей x , y , z .

Регистрацию сигналов тензодатчиков обеспечивает вибронизмеритель типа М231 (производство ГДР). Для записи сигналов пьезодатчиков применен самописец типа Н327, позволяющий регистрировать сигналы в диапазоне 0—100 Г.

На установке предусмотрен механизм подачи, представляющий собой каретку с канатным приводом (рис. 1) и механизмом поперечного перемещения, обеспечивающим возможность постепенного отпиливания заготовок от образца без его перезакрепления. Максимально допустимая высота пропила составляет около 400 мм. Возможный диапазон скоростей подачи позволяет получить подачу на зуб в пределах 0,17—4 мм.

Исследования, выполненные на созданной экспериментальной установке, подтверждают возможности моделирования различных возмущающих факторов и регистрации их влияния на работоспособность различных систем натяжения пилы как вхолостую, так и в процессе резания древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Веселкова В. А. Исследование и разработка рекомендаций по повышению работоспособности ленточных пил для распиловки древесины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Л., 1978. [2]. Кузнецов А. М. Теоретическое и экспериментальное исследование условий, обеспечивающих устойчивость ленточных пил: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Л., 1968. [3]. Новосельцев В. П., Селезнев А. Ф. Влияние изменения силы натяжения на динамическую устойчивость рамных и ленточных пил. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1974, № 6. [4]. Сугихара Х. Исследование сил, действующих на полотно ленточной пилы. — Internationaler Holzmarkt, 1955, № 10. [5]. Туннел Б. Die Stabilität des Bandsägesblattes. — Holz als Roh- und Werkstoff, 1970, № 28, с. 343. [6]. Феоктистов А. Е. Исследование влияния некоторых факторов на устойчивость ленточных пил: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1962. [7] Феоктистов А. Е. Ленточнопильные станки. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. — 152 с.

Поступила 25 августа 1980 г.

УДК 65.011.56

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Ю. В. НОВОСЕЛОВ

Уральский лесотехнический институт

Барабанные сушилки широко распространены в деревообрабатывающей промышленности для сушки измельченной древесины. Согласно требованиям технологии, влажность древесной стружки на выходе из сушилки должна поддерживаться в весьма узких пределах — обычно 3—5 % для внутреннего слоя и 5—7 % для наружных слоев трехслойных древесностружечных плит.

Как объект автоматического управления барабанная сушилка имеет ряд особенностей:

1) она обладает большой инерционностью в связи с малой скоростью продвижения стружки вдоль барабана (0,01—0,02 м/с);

2) статические характеристики нелинейны в связи с тем, что сушка древесины происходит последовательно в двух режимах — постоянной и падающей скорости сушки, — подчиняющихся различным закономерностям [3];

3) сушилка работает при непрерывном воздействии на ее входе значительных по величине возмущений, основным из которых является изменение во времени начальной влажности стружки; процесс сушки носит вероятностный характер, что обусловлено случайным характером действующих возмущений и перемешиванием стружки при вращении барабана;

4) сушилка обладает повышенной пожароопасностью, особенно при интенсивных режимах сушки.

Перечисленные особенности значительно затрудняют выбор оптимальной структуры и алгоритмов работы системы автоматического управления процессом сушки и требуют подробного исследования статических и динамических характеристик барабанной сушилки с учетом распределенности процесса сушки по длине барабана. Для этой цели наиболее удобно воспользоваться математической моделью барабанной сушилки, позволяющей с наименьшими затратами исследовать нестационарные режимы работы и обоснованно подойти к решению вопросов автоматического управления.

Математическая модель должна отражать изменение в функции времени и пространственной координаты основных параметров, характеризующих протекание процесса сушки: 1) температуры и влагосодержания агента сушки; 2) влажности и температуры измельченной древесины.

Примем ряд допущений, которые могут облегчить решение задачи построения модели:

1) переход от периода постоянной скорости сушки к периоду падающей скорости происходит при определенной влажности стружки W_p , которая на основании проведенных экспериментов может быть принята равной 50—60 %.

2) средняя скорость движения частиц вдоль оси барабана постоянна;

3) удельные теплоемкости воздуха и водяного пара не зависят от температуры. Для расчетов приняты средние значения этих параметров в диапазоне температур 100—700 °С: $c_v = 1,03$ кДж/(кг·град); $c_p = 1,95$ кДж/(кг·град);

4) коэффициент теплообмена усреднен за один оборот барабана.

Как показали исследования, принятые допущения существенно не ухудшают точности математической модели.

Методика основана на составлении уравнений материального и теплового балансов, описывающих процесс сушки, отдельно для агента сушки и измельченной древесины, находящихся в элементарном объеме сушильного барабана длиной dl , за элементарный промежуток времени dt .

В результате применения этой методики получены дифференциальные уравнения в частных производных отдельно для режимов постоянной и падающей скоростей сушки.

Режим постоянной скорости сушки. Скорость сушки в этом режиме пропорциональна разности температур среды и древесных частиц. Как показано в работах ряда авторов [2, 4], температура древесины быстро достигает значения, близкого к температуре мокрого термометра, и остается на этом же уровне. С учетом этого были получены следующие уравнения:

$$-c_r v_r \rho_r \frac{\partial \theta}{\partial t} - \alpha_{1V} (\theta - \theta_m) = \rho_r c_r \frac{\partial \theta}{\partial t}; \quad (1)$$

$$-v_c \frac{\partial W}{\partial t} - K (\theta - \theta_m) = \frac{\partial W}{\partial t}; \quad (2)$$

$$-v_r \rho_r \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{K \Psi \rho_{до} (1000 + D)}{1 - \Psi} (\Theta - \Theta_m) = \rho_r \frac{\partial D}{\partial t}; \quad (3)$$

$$\Theta_d = \Theta_m, \quad (4)$$

где Θ — температура агента сушки;
 Θ_m — температура древесных частиц в первом режиме сушки;
 D — влагосодержание агента сушки;
 W — влажность древесины в относительных единицах;
 c_r — удельная теплоемкость агента сушки;
 ρ_r — удельная плотность агента сушки;
 v_c — скорость стружки вдоль оси барабана;
 v_r — скорость агента сушки вдоль оси барабана;
 α_{1V} — объемный коэффициент теплообмена между агентом сушки и стружкой в первом режиме;
 K — коэффициент скорости сушки;
 Ψ — коэффициент заполнения барабана, равный отношению занимаемого древесиной объема к объему барабана;
 $\rho_{до}$ — удельная плотность абс. сухой древесины.

Режим падающей скорости сушки. В этом режиме тепло, передаваемое древесине при теплообмене, расходуется как на испарение воды, так и на нагревание древесины. Уменьшение коэффициента теплообмена за счет обезвоживания поверхностных слоев древесных частиц можно учесть введением объемного коэффициента теплообмена, являющегося функцией текущей влажности древесины.

Приведем полученные для второго режима сушки дифференциальные уравнения

$$-c_r v_r \rho_r \frac{\partial \Theta}{\partial t} - \alpha_{2V} (\Theta - \Theta_d) = c_r \rho_r \frac{\partial \Theta}{\partial t}; \quad (5)$$

$$-v_c \frac{\partial W}{\partial t} - \frac{K(W - W_p)(\Theta - \Theta_d)}{W_n - W_p} = \frac{\partial W}{\partial t}; \quad (6)$$

$$-v_r \rho_r \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{K(1000 + D) \rho_d \Psi (W - W_p)}{(1 - \Psi)(W_n - W_p)} (\Theta - \Theta_d) = \rho_r \frac{\partial D}{\partial t}; \quad (7)$$

$$-c_d \rho_d v_c \frac{\partial \Theta_d}{\partial t} + \alpha_{2V} (\Theta - \Theta_d) = r_0 \rho_{до} \Psi \frac{\partial W}{\partial t} + \rho_d c_d \Psi \frac{\partial \Theta_d}{\partial t}. \quad (8)$$

При выводе уравнений (5)—(8) дополнительно введены обозначения:

W_p — равновесная влажность древесины;
 $\rho_d = \rho_{до} (1 + W)$ — удельная плотность влажной древесины;
 r_0 — удельная теплота парообразования;
 Θ_d — температура древесины во втором режиме.

Ряд входящих в уравнения (1)—(8) теплофизических параметров зависит от текущих значений параметров режима сушки. К ним относятся удельные теплоемкости агента сушки и древесины, удельная плотность агента сушки, удельная теплота парообразования, равновесная влажность древесины, коэффициент теплообмена. В математическую модель должны быть включены соответствующие функциональные зависимости.

В соответствии с работой [1] примем

$$c_r = c_v + 0,001 c_n D; \quad (9)$$

$$\rho_r = \frac{349 - 132 \frac{D}{622 + D}}{\Theta}. \quad (10)$$

Согласно работе [5], примем

$$\alpha_{2V} = \alpha_{1V} \left(\frac{W}{W_n} \right)^{0,3} \quad (11)$$

Проведенные расчеты показали недостаточно высокую точность предлагаемых разными авторами зависимостей $W_p = f(D, \Theta)$, $c_d = f(W, \Theta)$ и $r_0 = f(W)$ в широком диапазоне изменения температуры и влагосодержания агента сушки, что имеет место в барабанных сушилках. Поэтому аппроксимируем эти зависимости более точными уравнениями

$$W_p = 4,8 \ln \frac{D + 18}{18} \left(\frac{1}{\Theta} - 0,0065 \right) - 0,005; \quad (12)$$

$$c_d = 1,6 + 2,6 W - 1,2 W^2 + 0,003 \Theta_d (W + 1); \quad (13)$$

$$r_0 = r_{00} + 9650 (W_n - W)^2, \quad (14)$$

где $r_{00} = 2300$ кДж/кг — удельная теплота парообразования при $W_n = 60$ %.

Система уравнений (1)—(14) представляет собой математическую модель барабанной сушкилки для измельченной древесины, учитывающую нестационарные режимы сушки. Адекватность этой модели установлена сравнением расчетных и экспериментально полученных кривых изменения во времени основных параметров режима сушки, входящих в математическую модель.

Использование данной модели дает возможность исследовать протекание процесса сушки как для средних значений параметров, так и с учетом вероятностного характера процесса; для этого необходимо знать закон плотности распределения вероятности времени пребывания в сушилке древесных частиц, имеющих различные размеры.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кречетов И. В. Сушка древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. [2]. Михайлов Н. М. Вопросы сушки топлива на электростанциях. — М.—Л.: Госэнергоиздат, 1957. [3]. Оценка закона распределения влажности измельченной древесины на выходе из сушилки/ М. Ш. Пильцер, В. И. Музалевский, Г. М. Шварцман, Е. М. Семенов. — В кн.: Новое в технике и технологии производства фанеры, древесностружечных плит и древеснослоистых пластиков. М.: Лесн. пром-сть, 1978, вып. 9. [4]. Стерлин Д. М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. [5]. Тетерин Л. А. Теплообмен при сушке измельченной древесины во взвешенном состоянии. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1972, № 3.

Поступила 28 октября 1980 г.

УДК 621.932.54.001.24

МЕТОДИКА ПРИБЛИЖЕННОЙ ОЦЕНКИ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ ШПАЛОРЕЗНОГО СТАНКА

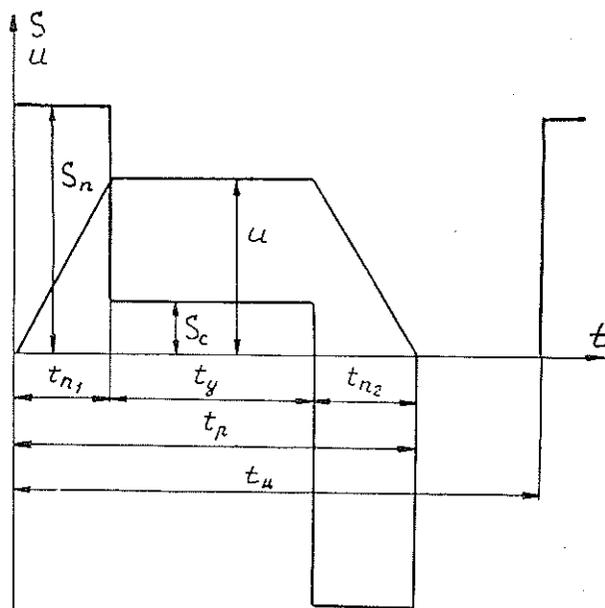
Л. А. ТЕРЕХИНА

Томский политехнический институт

В данной работе приведена методика расчета мощности двигателя механизма подачи шпалорезного станка по заданной производительности Π и максимальной скорости подачи u при ограниченных сведениях о процессе пиления.

При этом сделаны следующие допущения:
 мощность нагрузки, обусловленная процессом пиления и потерями холостого хода, составляет не более 15—20 % от требуемой мощности двигателя;
 в рассматриваемой области нагрузок двигателя сохраняется прямая пропорциональная зависимость между током и моментом двигателя;
 охлаждение двигателя независимое;
 передаточное отношение кинематической цепи между двигателем и тележкой близко к оптимальному, что требует приблизительного равенства приведенного момента инерции движущихся частей механизма моменту инерции двигателя;
 форма тока и момента, развиваемого двигателем в переходных режимах, близка к прямоугольной;
 время пуска тележки равно времени торможения.

Мощность двигателя рассчитывали методом эквивалентного момента по обобщенной нагрузочной диаграмме, приведенной на рисунке. Здесь же показана скоростная диаграмма работы механизма. Диаграммы построены по производительности Π и максимальной скорости механизма подачи u .



Среднее время изготовления одной шпалы T_{Π} определяли по заданной производительности. При известном среднем числе рабочих и холостых ходов тележки k , требующемся для производства одной шпалы, среднее время выполнения одного хода (рабочего и холостого) определяли по формуле

$$t_u = \frac{T_{\Pi}}{k}. \quad (1)$$

Время работы привода подачи

$$t_p = t_u \xi, \quad (2)$$

где ξ — коэффициент включения привода подачи (по данным Томского ЛПК, $\xi = 0,65$).

Во время переходных режимов пуска t_{n1} и торможения t_{n2} двигатель развивает момент, приводящий к формированию одинаковых

пускового и тормозного усилий S_n , прикладываемых через канат к тележке. За время установившегося движения t_y двигатель покрывает потери холостого хода и возникающие усилия от резания, приведенные к канату S_c .

Суммарное время переходных режимов

$$t_{n1} + t_{n2} = \frac{2m_{np} u}{S_n}. \quad (3)$$

Здесь $m_{np} \approx 2m_T$ — приведенная масса движущейся системы (тележка с бревном, механизм и двигатель) с учетом оптимального передаточного отношения; m_T — масса тележки с бревном.

Эквивалентное усилие за цикл определяли по формуле

$$S_s = \sqrt{\frac{(S_n^2 t_{n1} + S_n^2 t_{n2} + S_c^2 t_y) \xi}{t_p}}. \quad (4)$$

Вводя параметр относительного времени протекания переходных процессов привода подачи

$$\gamma = \frac{t_{n1} + t_{n2}}{t_p} \quad (5)$$

и коэффициент загрузки

$$k_s = \frac{S_c}{S_n}, \quad (6)$$

получаем

$$S_s = S_n \sqrt{\gamma \xi + k_s^2 (1 - \gamma) \xi}. \quad (7)$$

При условии, что $k_s < 1$, $(\gamma - 1) < 1$, $\xi < 1$, выражение (7), по которому выбирают мощность двигателя, можно упростить и представить в виде

$$S_s = S_n \sqrt{\gamma \xi}. \quad (8)$$

Подставляя в формулу (5) сумму $t_{n1} + t_{n2}$ из уравнения (3) и выражая параметр γ через m_T

$$\gamma = \frac{4m_T u}{S_n t_p}, \quad (9)$$

получаем значения эквивалентного усилия, выраженные через параметры механизма подачи

$$S_s = \sqrt{\frac{4m_T u S_n \xi}{t_p}}, \quad (10)$$

и значения эквивалентной мощности двигателя механизма подачи

$$N_{э.п} = S_s u = \sqrt{\frac{4m_T u^3 S_n \xi}{t_p}}. \quad (11)$$

Полученные расчетные соотношения (10) и (11) справедливы для пускового усилия $S_n > S_{n \min}$. Минимальное пусковое усилие $S_{n \min}$ определяли для случая обеспечения скоростной диаграммы треугольного вида, т. е. для $\gamma = 1$,

$$S_{n \min} = \frac{4m_T u}{t_p}. \quad (12)$$

Выбранное значение пускового усилия S_n выразим так:

$$S_n = S_{n \min} n, \quad (13)$$

тогда с учетом выражения (12) получим

$$N_{э.п} = \frac{4m_T u^2}{t_p} \sqrt{n\xi}, \quad (14)$$

где n — коэффициент, характеризующий динамические свойства привода («резвость»).

Коэффициент n следует выбирать равным не более 3—4, так как большие ускорения и рывки осложняют работу кинематических звеньев механизма и приводят к увеличению номинальной мощности двигателя.

По мощности $N_{э.п}$, рассчитанной по формуле (14), из каталога выбирают ближайший по мощности двигатель с такой номинальной частотой вращения, чтобы с наибольшей точностью соблюдалось равенство:

$$J_{дв} \omega_n^2 = m_T u^2. \quad (15)$$

Здесь ω_n — номинальная частота вращения;

$J_{дв}$ — момент инерции выбираемого двигателя.

Токовую установку определяют из соотношения

$$\lambda = \frac{I_n}{I_H} = \frac{S_n}{S_H}, \quad (16)$$

где $S_э = S_n$.

Выражение (16), с учетом (10), (13) и (14), имеет вид:

$$\lambda = \sqrt{\frac{n}{\xi}}. \quad (17)$$

Вариант	n	$N_{э.п}$ Вт	λ
I ($\Pi = 100$ шпал/ч; $t_p = 2,6$ с; $\xi = 0,65$; $u = 2$ м/с)	1	8930,5	1,24
	2	12629,6	1,75
	3	15468	2,15
	4	17861	2,48
II ($\Pi = 110$ шпал/ч; $t_p = 2,234$ с; $\xi = 0,615$; $u = 2,5$ м/с)	1	15796,7	1,28
	2	22339,9	1,8
	3	27360,7	2,2
	4	31593,4	2,5
III ($\Pi = 120$ шпал/ч; $t_p = 1,933$ с; $\xi = 0,58$; $u = 3$ м/с)	1	25526	1,3
	2	36099	1,86
	3	44212	2,27
	4	51052	2,63
IV ($\Pi = 100$ шпал/ч; $t_p = 2,6$ с; $\xi = 0,65$; $u = 3$ м/с)	1	20093,6	1,24
	2	28416,6	1,75
	3	34803,2	2,15
	4	40187,2	2,48

С целью ориентировочной оценки мощности двигателя механизма подачи произведен расчет нескольких вариантов (см. табл.). При определении исходных данных использованы показатели хронометража, проведенного на Томском ЛПК. Среднее число ходов, требующееся для производства одной шпалы, принято равным 9. Масса тележки с тюлькой — 1800 кг.

Таким образом, нами разработана инженерная методика расчета мощности двигателя механизма подачи. Исходные данные: часовая производительность, среднее число ходов для производства одной шпалы, коэффициент включения механизма подачи и максимальная скорость.

Поступила 22 июля 1980 г.

УДК 674.05

О ДИНАМИКЕ МЕХАНИЗМА РЕЗАНИЯ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО СТАНКА

А. Ф. СЕЛЕЗНЕВ

Архангельский лесотехнический институт

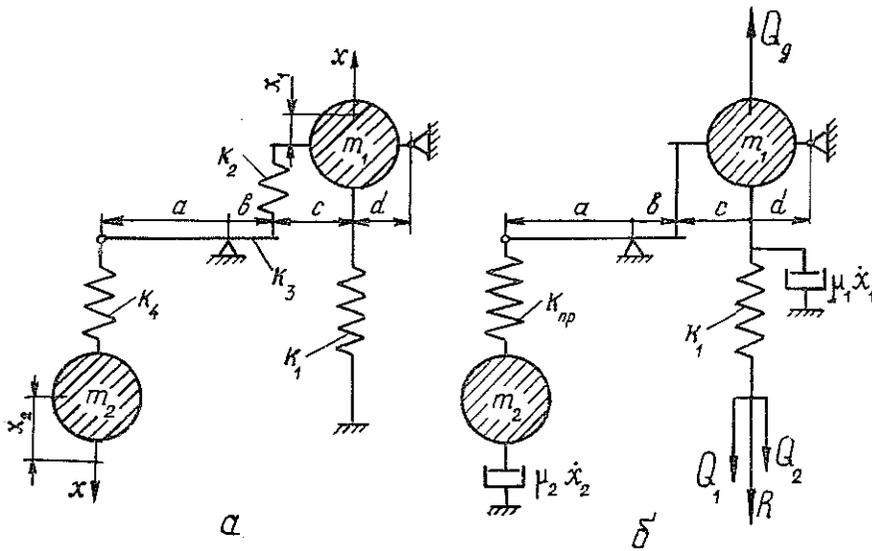
В результате наших исследований и анализа работ ряда авторов установлено, что сила натяжения пилы в процессе работы ленточно-пильного станка периодически изменяется с частотой вращения пильных шкивов. Изменение силы натяжения пилы зависит от технического состояния механизма резания станка, а именно от степени износа пильных шкивов, и может достигать $\pm 40\%$. Периодические изменения силы натяжения, а следовательно и напряженного состояния полотна пилы, отрицательно влияют на усталостную прочность пилы и на ее устойчивость в процессе распиловки.

В данной работе определены динамические характеристики механизма резания ленточнопильных станков с рычажно-грузовым натяжением пилы, выявлены зависимости изменения ее напряженного состояния от дисбаланса и радиальных биений пильных шкивов и указаны способы уменьшения переменной составляющей силы натяжения.

Амплитуда переменной составляющей силы натяжения полотна пилы определяется жесткостными и инерционными параметрами механизма резания, а также характером и значениями возмущающих и диссипативных сил, действующих на массы механизма.

Расчеты показали, что в существующих конструкциях станков коэффициенты жесткости пильного полотна k_1 , штанг k_2 , рычага k_3 и подвески груза k_4 на 3—4 порядка ниже коэффициентов жесткости станины, пильных шкивов, их валов и подшипниковых узлов, суппорта механизма натяжения и винтов его подъема. Поэтому последние из расчетов можно исключить. Тогда расчетная схема сведется к схеме двухмассовой системы с двумя степенями свободы (рис. 1, а). Положение верхнего шкива с суппортом (массой m_1) в процессе колебаний определяется координатой x_1 , а положение груза (массой m_2) — координатой x_2 . Схему, показанную на рис. 1, а, можно упростить, приведя коэффициенты жесткости k_2 , k_3 и k_4 к одному — $k_{пр}$ (рис. 1, б)

$$k_{пр} = \frac{k_2 k_3 k_4 b^2}{k_2 k_3 b^2 + k_2 k_4 b^2 + k_3 k_4 a^2}.$$



Расчетные силы механизма резания ленточнопильного станка.

a — полная; b — после приведения коэффициентов жесткости и приложения сил (R — сила реакции).

Коэффициент жесткости полотна пилы

$$k_1 = \frac{2EF}{L + \frac{2R}{\mu} (1 - e^{-1,57\mu})}, \quad (1)$$

где E — модуль упругости;

F — площадь сечения полотна пилы;

L — расстояние между центрами шкивов;

R — радиус пильного шкива;

μ — коэффициент трения полотна пилы по шкиву.

Выражение (1) учитывает не только деформацию прямолинейных участков пилы, но и ее деформацию на шкивах, происходящую по экспоненциальному закону Эйлера. Коэффициенты жесткости k_2 , k_3 , k_4 определяются известными методами сопротивления материалов.

Вследствие дисбаланса верхнего шкива на тело массой m_1 по оси x действует сила (рис. 1, б)

$$Q_d = mR\omega^2 \cos \omega t. \quad (2)$$

Воздействие радиальных биений верхнего r_1 и нижнего r_2 шкивов представляет собой кинематическое возмущение системы и эквивалентно действию сил

$$Q_1 = k_1 \frac{r_1}{2} \cos(\omega t + \alpha_1); \quad (3)$$

$$Q_2 = k_1 \frac{r_2}{2} \cos(\omega t + \alpha_2). \quad (4)$$

Силы Q_1 и Q_2 приняты гармоническими, так как обследование пильных шкивов эксплуатируемых станков показало, что характер радиального биения шкива близок к синусоидальному.

Равнодействующая сил Q_d , Q_1 и Q_2 также имеет гармонический характер и действует на систему с частотой вращения шкивов ω

$$Q_p = Q_d + Q_1 + Q_2 = Q_p^a \cos(\omega t + \alpha_3). \quad (5)$$

В выражениях (2)—(5) введены следующие обозначения:

mR — дисбаланс верхнего шкива;

t — время;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ — углы сдвига фаз между силой Q_d и силами Q_1, Q_2 и Q_p ;

Q_p^a — модуль равнодействующей силы.

Далее следует учесть, что на тела массами m_1 и m_2 при их движении действуют силы трения. Для упрощения задачи будем считать, что по своему характеру эти силы близки к силам вязкого сопротивления и соответственно равны $\mu_1 \dot{x}_1$ и $\mu_2 \dot{x}_2$ (рис. 1, б, где μ_1 и μ_2 — постоянные, равные силам сопротивления при движении массы с единичной скоростью).

Итак, решим задачу о вынужденных колебаниях системы, когда на тело массой m_1 действуют возмущающая сила $Q_p = Q_p^a \cos(\omega t + \alpha_3)$ и сила $\mu_1 \dot{x}_1$, а на тело массой m_2 — только сила $\mu_2 \dot{x}_2$.

В процессе колебаний тел в звеньях с коэффициентами жесткости k_1 и k_{np} развиваются усилия

$$N_1 = k_1 x_1; \quad N_2 = k_{np}(x_2 - x_1 e \xi),$$

$$\text{где} \quad e = \frac{a}{b}; \quad \xi = \frac{d+c}{d}.$$

Дифференциальные уравнения движения масс имеют вид

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{x}_1 + k_1 x_1 - k_{np}(x_2 - x_1 e \xi) e \xi + \mu_1 \dot{x}_1 &= Q_p^a \cos(\omega t + \alpha_3); \\ m_2 \ddot{x}_2 + k_{np}(x_2 - x_1 e \xi) + \mu_2 \dot{x}_2 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Введя обозначения

$$\left. \begin{aligned} \frac{k_1 + k_{np} e^2 \xi^2}{m_1} &= u; & \frac{k_{np} e \xi}{m_1} &= w; & \frac{k_{np}}{m_2} &= f; & \frac{k_{np} e \xi}{m_2} &= v; \\ \frac{\mu_1}{m_1} &= i; & \frac{\mu_2}{m_2} &= j; & \frac{Q_p^a}{m_1} &= q, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

выражения (6) запишем следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{x}_1 + u x_1 - w x_2 + i \dot{x}_1 &= q \cos(\omega t + \alpha_3); \\ \ddot{x}_2 - v x_1 + f x_2 + j \dot{x}_2 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Вынужденные колебания определяются как частное решение уравнений (8)

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= C_1 \cos(\omega t + \alpha_3) + C_2 \sin(\omega t + \alpha_3); \\ x_2 &= C_3 \cos(\omega t + \alpha_3) + C_4 \sin(\omega t + \alpha_3). \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Подставляя выражения (9) в равенства (8) и приравнявая к нулю коэффициенты у $\cos(\omega t + \alpha_3)$ и $\sin(\omega t + \alpha_3)$, получим четыре алгебраических уравнения для вычисления постоянных $C_1 - C_4$:

$$\left. \begin{aligned} (u - \omega^2) C_1 + i\omega C_2 - \omega C_3 &= q; \\ -i\omega C_1 + (u - \omega^2) C_2 - \omega C_4 &= 0; \\ -v C_1 + (f - \omega^2) C_3 - j\omega C_4 &= 0; \\ -v C_2 - j\omega C_3 + (f - \omega^2) C_4 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Амплитуды колебаний масс m_1 и m_2 определяем из выражений

$$\lambda_1 = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}; \quad \lambda_2 = \sqrt{C_3^2 + C_4^2}. \quad (11)$$

Для численного решения задачи необходимо экспериментально определить параметры μ_1 и μ_2 , связанные с логарифмическими декрементами колебаний тел массами m_1 и m_2 . В результате опытов, проведенных на ленточнопильном станке «Standard» ($D_m = 1000$ мм), получили следующие параметры сил трения: $\mu_1 = 1280$ Н·с/м; $\mu_2 = 56,7$ Н·с/м.

Расчеты, выполненные по формулам (7), (10), (11) при различных значениях и частотах возмущающей силы, показали, что коэффициенты C_2 и C_4 , характеризующие действие диссипативных сил, начинают оказывать существенное влияние на амплитуды колебаний масс при условиях, близких к резонансным, когда динамический коэффициент α колебаний тела массой m_1 равен 4—5. При $\alpha < 1$ влияние C_2 и C_4 мало и их учет дает отличие значений λ_1 и λ_2 соответственно от C_1 и C_3 не более 0,2 %, т. е. силы трения практически не влияют на амплитуды колебаний верхнего шкива и груза станка «Standard». Данный вывод можно распространить и на другие типы станков, если учесть конструктивную особенность механизма натяжения станка «Standard», а именно консольное расположение верхнего шкива, которое приводит к значительно большим силам давления в направляющих по сравнению с наиболее часто встречающимся вариантом симметричного расположения шкива относительно опор.

Итак, принимая $C_2 = C_4 = 0$, $\mu_1 = \mu_2 = 0$ и решая систему (10) относительно C_1 и C_3 , найдем амплитуды колебаний тел массами m_1 и m_2 :

$$\lambda_1 = C_1 = \frac{q}{(u - \omega^2) - \frac{\omega v}{f - \omega^2}}; \quad \lambda_2 = C_3 = \frac{q}{\frac{(u - \omega^2)(f - \omega^2)}{v} - \omega}. \quad (12)$$

Динамические коэффициенты колебаний этих тел имеют вид

$$\alpha = \frac{\lambda_1}{\lambda_1'} = \frac{P_0^2}{(u - \omega^2) - \frac{\omega v}{f - \omega^2}}; \quad \beta = \frac{\lambda_2}{\lambda_2'} = \frac{P_0^2}{\frac{(u - \omega^2)(f - \omega^2)e\xi}{v} - \omega e\xi}, \quad (13)$$

где $\lambda_1' = \frac{Q_p^a}{k_1}$ и $\lambda_2' = e \frac{Q_p^a}{k_1}$ — перемещения тел при статическом приложении равнодействующей силы;

$P_0 = \sqrt{k_1/m_1}$ — собственная частота колебаний тела массой m_1 на связи k_1 .

Зная динамический коэффициент α колебаний тела массой m_1 , найдем переменную составляющую силы натяжения ветви пилы:

$$\Delta N = \left[\alpha \frac{Q_p^a}{k_1} \cos(\omega t + \alpha_3) - \frac{r_1}{2} \cos(\omega t + \alpha_1) - \frac{r_2}{2} \cos(\omega t + \alpha_2) \right] \frac{EF}{L + \frac{2R}{\mu} (1 - e^{-1,57\mu})}. \quad (14)$$

Здесь

$$Q_p^a = \sqrt{\left(mR\omega^2 + \frac{k_1 r_1}{2} \cos \alpha_1 + \frac{k_1 r_2}{2} \cos \alpha_2\right)^2 + \left(\frac{k_1 r_1}{2} \sin \alpha_1 + \frac{k_1 r_2}{2} \sin \alpha_2\right)^2};$$

$$\alpha_3 = \arccos \frac{mR\omega^2 + \frac{k_1 r_1}{2} \cos \alpha_1 + \frac{k_1 r_2}{2} \cos \alpha_2}{Q_p^a}.$$

Выделяя воздействия на систему каждой возмущающей силы в отдельности, выражение (14) запишем в следующем виде:

$$\Delta N = (\Delta l_d + \Delta l_1 + \Delta l_2) \frac{EF}{L + \frac{2R}{\mu} (1 - e^{-1.57\mu})}, \quad (15)$$

где

$$\Delta l_d = \alpha \frac{mR\omega^2}{k_1} \cos \omega t;$$

$$\Delta l_1 = 0,5 (ar_1 - r_1) \cos (\omega t + \alpha_1);$$

$$\Delta l_2 = 0,5 (ar_2 - r_2) \cos (\omega t + \alpha_2).$$

Значения Δl_d , Δl_1 и Δl_2 представляют собой деформации полотна пилы от действия соответственно сил Q_d , Q_1 и Q_2 .

На основании выражения (15) можно предложить следующие способы уменьшения переменной составляющей силы натяжения.

1. Уменьшение сил Q_d , Q_1 и Q_2 путем балансировки и проточки шкивов по мере их износа. Недостаток этого способа — трудоемкость операции проточки, в результате которой ликвидируется наиболее износоустойчивый слой металла с обода шкива.

2. Компенсация составляющей Δl_1 нормированной величиной Δl_d связанной с дисбалансом верхнего шкива mR . При $\alpha_1 = 180^\circ$

$$mR = \frac{0,5 (r_1 - ar_1) k_1}{\omega^2 \alpha},$$

если первоначальный дисбаланс шкива устранен.

3. Уменьшение составляющей Δl_d путем балансировки верхнего шкива и сведение к нулю составляющих Δl_1 и Δl_2 за счет увеличения динамического коэффициента α до единицы. Расчеты по формулам (7) и (14) показали, что наиболее приемлемый путь увеличения коэффициента α — уменьшение приведенного коэффициента жесткости. Динамическому коэффициенту α , равному единице, соответствует значение

$$k_{np} = \frac{\omega^2 [(e^2 \xi^2 m_2 - m_1) + \sqrt{(e^2 \xi^2 m_2 - m_1)^2 + 8e^2 \xi^2 m_1 m_2}]}{4e^2 \xi^2}.$$

Расчет оптимального приведенного коэффициента жесткости необходимо производить на стадии проектирования новых типов ленточно-пильных станков.

Поступила 9 января 1981 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.817

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО СВЯЗУЮЩЕГО
НА ОСНОВЕ КАРБАМИДНОЙ И НОВОЛАЧНОЙ
ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

С. Д. КАМЕНКОВ, И. А. ГАМОВА, А. А. ЭЛЬБЕРТ

Ленинградская лесотехническая академия

При производстве древесных материалов широкое распространение в качестве связующих получили карбамидные (КС) и фенолоформальдегидные смолы (ФФС). Обладая рядом ценных свойств, каждая из смол имеет и недостатки, которые ухудшают физико-механические свойства и ограничивают сферу применения материалов, изготовленных на основе этих смол.

Основные недостатки ФФС: повышенная щелочность резольных олигомеров, а также токсичность. Отрицательные свойства КС: недостаточная прочность материалов на их основе, невысокая водостойкость во времени, выделение свободного формальдегида в процессе отверждения.

В данной работе показано получение связующего путем совмещения КС и ФФС, что позволяет избежать недостатков этих смол.

Модификация карбамидных олигомеров фенолоформальдегидными может осуществляться двумя методами: 1) совместной конденсацией фенола, карбамида и формальдегида; 2) совмещением готовых смол.

Исследования, проведенные рядом авторов [2, 4], показали, что при совместной конденсации фенола, карбамида и формальдегида в кислой ($\text{pH} = 2$), а также в среде с переменным pH получаются нерастворимые в воде смолы. При конденсации в щелочной среде ($\text{pH} = 10 \div 10,5$) получаются малостабильные водорастворимые смолы, однако чрезмерно высокая щелочность снижает их качество как клеящих веществ [3].

Нами выбран метод совмещения готовых смол [5, 6]. С целью устранения отрицательного влияния щелочности резольных олигомеров на свойства совмещенного связующего в качестве модификатора взята новолачная ФФС. При этом исходили из следующих теоретических предпосылок: для термokatалитического отверждения КС необходимо применение кислого катализатора, а условия получения фенолоформальдегидного олигомера по механизму новолачной конденсации предусматривают создание кислой среды и исключают употребление щелочи, которая снижает водостойкость и клеящие свойства ФФС. Следовательно, новолачная ФФС может способствовать отверждению КС. В свою очередь, для перевода новолачной ФФС в резол необходимо присутствие формальдегида, поставщиком которого может служить КС.

Следовательно, применение смеси смол в процессе получения полимердревесного материала должно привести к их взаимному отверждению. В то же время от совмещения олигомеров можно было ожидать достаточной прочности и водостойкости за счет присутствия ФФС и высокой скорости отверждения за счет присутствия КС.

В качестве объектов исследования мы использовали МФС марки КС-68А и новолачную ФФС марки СФ-010.

Новолачная ФФС имеет следующие свойства: внешний вид — порошок светло-коричневого цвета; содержание свободного фенола — 8,5 %; вязкость — 90—180 сП; содержание воды — не более 1,5 %.

МФС имеет следующие свойства: внешний вид — однородная сиропообразная жидкость белого цвета; содержание сухих веществ — не менее 60 %; содержание свободного формальдегида — не более 1 %; вязкость по ВЗ-4 — 20—90 с.

Для определения взаимного отверждающего воздействия компонентов связующего вычисляли степень и длительность времени отверждения совмещенного связующего. Компоненты совмещенного связующего смешивали при комнатной температуре в заданном соотношении, высушивали на воздухе и измельчали в порошок. Последний отверждали в термостате при 160 °С в течение 15 мин. О степени отверждения судили по количеству веществ, растворимых в воде и экстрагируемых ацетоном (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение компонентов связующего, мас. %		Количество веществ, %	
ФФС	МФС	экстрагируемых ацетоном	растворимых в воде
—	100 с 1 % NH ₄ Cl	0,2	9,5
100 с 10 % (CH ₂) ₆ N ₄	—	10,8	0,6
10	90	8,1	12,1
20	80	7,6	5,5
30	70	5,2	5,4
40	60	4,2	4,6
50	50	3,9	2,2

Полученные данные (табл. 1) свидетельствуют, что степень отверждения совмещенного связующего выше, чем чистых смол, причем наибольшая степень отверждения достигается при соотношении компонентов связующего 1:1.

Таблица 2

Соотношение компонентов связующего, мас. %		Длительность времени отверждения связующего, с	
ФФС	МФС	на водяной бане	на стальной пластинке
100 с 10 % (CH ₂) ₆ N ₄	—	—	15
—	100 с 1 % NH ₄ Cl	43	—
50	50	12	7

Длительность времени отверждения определяли по известным методикам для КС и ФФС [1]. Как видно из представленных в табл. 2 данных, совмещенное связующее имеет наибольшую скорость отверждения. Следовательно, увеличение скорости и глубины отверждения совмещенного связующего может служить доказательством взаимного отверждения воздействия его компонентов.

Для определения оптимального состава компонентов совмещенного связующего изготовлены образцы плит толщиной 5 мм и плотностью 1000—1200 кг/м³. Пресскомпозицию, содержащую 85 мас. % березовых опилок и 15 мас. % связующего, готовили следующим образом. Воздушносухие опилки смешивали в шнековом смесителе с порошкообразной новолачной ФФС в течение 10—15 мин. Затем на опилки путем распыления наносили КС, причем концентрацию ее выбирали таким образом, чтобы влажность композиции находилась в пределах 10—15 %. Полученную древесно-клеевую композицию прессовали при давлении 7 МПа, температуре 160 °С и длительности выдержки в прессе 1 мин на 1 мм толщины плиты.

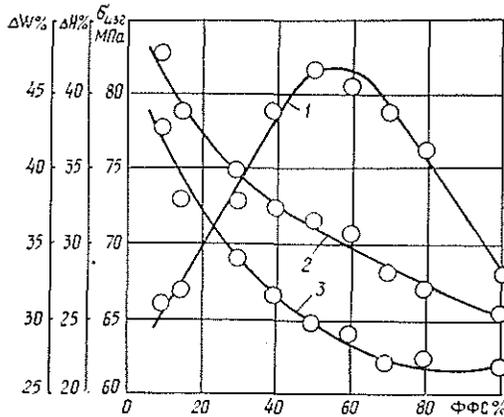


Рис. 1. Влияние соотношения компонентов совмещенного связующего на показатели физико-механических свойств.

1 — предел прочности при статическом изгибе $\sigma_{изг}$; 2 — водопоглощение за 24 ч ΔW ; 3 — набухание за 24 ч ΔH .

Анализ данных, приведенных на рис. 1, позволяет рекомендовать в качестве оптимального соотношения 50:50 мас. %. Так как температуры прессования материалов на основе КС и ФФС различны, изучали влияние температуры прессования на физико-механические свойства материала на основе совмещенного связующего (табл. 3). Связующее вводили в количестве 15 мас. % от массы абс. сухой древесины. Соотношение компонентов совмещенного связующего 50:50 мас. %.

Таблица 3

Температура, °С	Длительность прессования, мин/мм	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Водопоглощение за 24 ч, %	Набухание за 24 ч, %
120	1	1150	63,0	37,0	33,0
140	1	1190	79,0	33,6	30,9
160	1	1185	81,9	31,7	30,0
180	1	1168	79,6	30,8	29,4
200	0,5	1176	81,9	28,9	26,6
220	0,5	1192	76,7	34,0	31,7

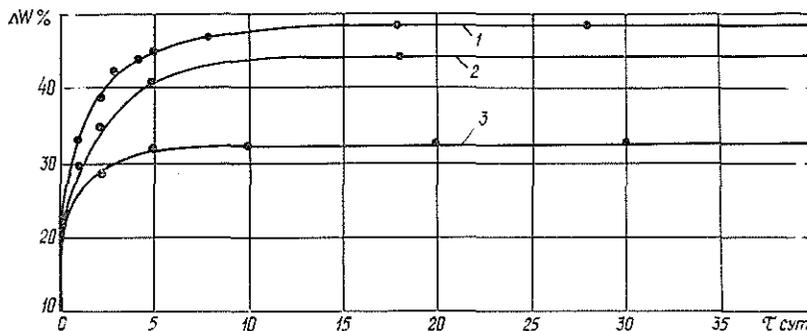


Рис. 2. Зависимость водопоглощения ΔW от длительности выдержки в воде τ для образцов плит, изготовленных с применением карбамидной смолы (1); фенольной (2); совмещенной карбамидно-фенольной (3).

Наиболее высокие показатели физико-механических свойств имеют плиты, отпрессованные при 160—200 °С. Однако следует отметить, что при температуре прессования выше 180 °С длительность выдержки плит в прессе может быть сокращена до 0,5 мин/мм толщины плиты, что позволит увеличить производительность прессов при применении совмещенного связующего в производственных условиях. Следовательно, оптимальными условиями переработки композиции на основе совмещенного связующего можно считать следующие: удельное давление — 7 МПа; длительность прессования при 160—180 °С — 1 мин/мм; длительность прессования при 200 °С — 0,5 мин/мм.

Как видно из приведенных на рис. 2 данных, образцы, изготовленные на основе совмещенного связующего, имеют наименьшее предельное водопоглощение, причем оно достигается за более короткий промежуток времени.

Таблица 4

Связующее	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Водопоглощение за 24 ч, %	Набухание за 24 ч, %
КС-68А	1142	55,5	37,0	33,0
СФЖ-3014	1180	72,1	36,5	35,7
Совмещенное связующее	1176	81,9	28,9	26,6

Сравнение физико-механических свойств плит на основе совмещенного связующего и полученных при использовании в качестве связующего резольной ФФС марки СФЖ-3014 и КС марки КС-68А (табл. 4) показало, что применение совмещенного связующего позволяет получить плиты с более высокими показателями физико-механических свойств.

Проведенные исследования показали перспективность использования новолачной ФФС в качестве модификатора КС.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Доронин Ю. Г., Свиткин М. М., Мирошниченко С. Н. Синтетические смолы в деревообработке. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. [2]. Петров Г. С., Цветкова М. Е. К вопросу о совмещении карбамидных и фенольных смол. — Науч. тр./ Моск. хим-технол. ин-т, 1959, № 29, с. 23—33. [3]. Темкина Р. З. Синтетические клеи в деревообработке. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. [4]. А с. 131935 (ГДР), 1978. [5]. А с. 3965056 (США), 1978. [6]. А с. 96846 (ПНР), 1978.

Поступила 8 декабря 1980 г.

УДК 630*861

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТИЛМЕРКАПТИДА НАТРИЯ ПРИ СУЛЬФАТНОЙ ВАРКЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Б. Д. БОГОМОЛОВ, О. Ф. ГОРБУНОВА, Г. М. БОГОЛИЦЫНА

Архангельский лесотехнический институт

Большой недостаток сульфатно-целлюлозного производства—образование в сдвучных и выпарных конденсатах дурнопахнущих соединений, где одним из главных компонентов является метилмеркаптан.

В то же время известно, что меркаптаны могут быть активными добавками при делигнификации [1, 2].

В связи с решением проблемы снижения загрязнения окружающей среды вредными отходами сульфатного производства интересно выяснить возможность и целесообразность возвращения щелочных меркаптитидных растворов на варку сульфатной целлюлозы.

В данной работе исследовано влияние добавок метилмеркаптана в виде метилмеркаптида натрия (ММ) на делигнификацию хвойной древесины при натронной и сульфатной варках, а также на состав серосодержащих соединений, образующихся при варках. Учитывая, что в результате возвращения ММ с каждой предыдущей варки на последующую возможно его накопление, концентрацию ММ в варочном растворе мы изменяли от 4,7 до 29,5 г/л для натронно-меркаптитидных и от 2,3 до 11,2 г/л для сульфатно-меркаптитидных опытных варок. При этом концентрация активной щелочи в варочном растворе была постоянной (50 г/л), рассчитанной в единицах NaOH; модуль равнялся 6 (табл. 1).

Таблица 1
Влияние добавок метилмеркаптида натрия
на делигнификацию древесины при щелочных варках

№ п/п	Варка	Концентрация, г/л		Сульфидность, % за счет		Загружено, % от древесины		Выход, % от древесины		
		С	ММ	С	ММ (условная)	С	ММ	массы	лигнина в массе	углеводородов в массе
1	Натронная	—	—	—	—	—	—	46,7	5,8	40,9
2*	Натронно - меркаптитидная	0,1	2,0	—	2,3	0,06	1,2	44,1	2,8	41,3
3	»	—	4,7	—	5,4	—	2,8	44,2	2,9	41,3
4	»	—	10,5	—	12,0	—	6,3	43,8	2,7	41,2
5	»	—	14,0	—	16,0	—	8,3	44,6	2,8	41,8
6	»	—	19,2	—	21,9	—	11,5	43,0	1,6	41,4
7	»	—	21,0	—	24,0	—	12,6	42,2	1,5	40,7
8	»	—	22,6	—	25,8	—	13,6	42,6	1,5	41,1
9	Сульфатная	15,0	—	30,0	—	9,0	—	42,7	1,8	40,9
10	Сульфатно - меркаптитидная	15,2	5,0	30,4	5,7	9,1	3,2	41,3	1,2	40,1
11*	»	14,2	2,3	28,4	2,6	8,5	1,4	41,4	1,26	40,14
12*	»	12,1	3,0	24,2	3,4	7,3	1,8	42,0	1,4	41,6
13	»	10,8	11,2	21,6	12,8	6,5	6,7	41,0	0,8	40,2
14	»	8,2	8,9	16,4	10,2	4,9	5,3	41,7	0,9	40,8
15	»	8,2	8,1	16,4	9,2	4,9	4,9	42,2	1,1	41,1
16	»	4,0	10,5	8,0	12,0	2,4	6,3	42,1	1,1	41,0

* Для приготовления варочного щелока вместо воды использован слудочный конденсат.

Как видно из данных табл. 1, для достижения равной с сульфатной варкой (сульфидность 30 %) степени делигнификации (содержание лигнина в массе — не более 2 % от древесины) при натронных варках с метилмеркаптитидом натрия необходима исходная концентрация его в варочном растворе около 20,0 г/л (или 12 % от древесины) при остальных одинаковых условиях. В пересчете на эквивалентное количество сульфида натрия (С) условная сульфидность такого меркаптитидного варочного раствора составила бы 22—23 % (табл. 1, № п/п 6—7). Однако и при добавлении малых количеств ММ, например при сульфидности 2,3+5,4 (№ п/п 2—3), содержание лигнина в массе значительно снижается (в 2 раза) по сравнению с чисто натронной варкой. В случае добавления ММ к сульфатному варочному раствору

(сульфидность — $21,4 \div 30,4$, № п/п 10—13) или при частичной замене сульфида натрия метилмеркаптидом при сульфатных варках содержание остаточного лигнина заметно уменьшается как по сравнению с сульфатными, так и с натронно-меркаптидными варками.

Таблица 2

Серосодержащие вещества щелоков до и после щелочной варки древесины с метилмеркаптидом натрия

Компонент	Содержание компонента						
	в белом щелоке			в черном щелоке			
	г/л	г/л в расчете на серу	% серы от древесины	г/л	г/л в расчете на серу	% серы от древесины	% от исходного ММ*
ММ	19,25	8,80	5,28	3,15	1,44	0,94	17,8
С	—	—	—	1,20	0,49	0,32	6,0
Сульфит натрия	0,20	0,05	0,03	0,20	0,05	0,03	—
Тиосульфат натрия	0,95	0,39	0,23	3,16	1,30	0,94	13,4
Диметилсульфид и диметилдисульфид	0,62	0,32	0,19	6,65	3,43	2,23	38,6
Сера лигнина, растворившегося в щелоке	—	—	—	—	—	0,75	14,2
Всего			5,73			5,21	90,0

* Примеси загруженных сернистых веществ учтены.

Исследование состава серосодержащих веществ отработанного щелока от варки с варочными растворами, содержащими ММ, показало, что в щелоке присутствуют ММ, сульфид натрия, тиосульфат натрия, диметилсульфид и диметилдисульфид, причем в диметилсульфиде и диметилдисульфиде превращается более одной трети (38,6 %) серы исходного ММ. Из данных табл. 2 следует, что сера определяемых компонентов отработанного щелока, за исключением лигнина, составила 75,8 %.

Препараты лигнина, выделенные из отработанных щелоков от варок с ММ (концентрация ММ — 19,2 г/л), содержали органически связанную серу в количестве 3,0—3,5 %, что составляло 0,75—0,9 % в расчете на древесину (14,2 ÷ 17,0 % от серы исходного ММ). Всего с учетом серы, связанной с лигнином, в наших экспериментах (табл. 2) определялось около 90—93 % серы в расчете от загруженной в виде ММ.

Таблица 3

Влияние концентрации сульфида натрия на остаточное содержание метилмеркаптида натрия при щелочных варках древесины

Концентрация в исходном щелоке, г/л		Серосодержащие компоненты					
		Загружено, % серы от древесины		Определено после варки			
				% серы от древесины			Всего, % от исходного ММ
С	ММ	С	ММ	С	ММ	Всего	
15,0	—	3,69	—	2,27	0,31	2,58	69,9
14,9	1,0	3,60	0,27	2,06	0,63	2,69	69,5
8,2	8,9	1,84	2,40	1,76	0,97	2,73	64,3
4,0	10,5	0,98	2,88	1,10	0,62	1,72	45,7
—	19,2	—	5,28	0,32	0,94	1,26	23,8

Для варочных растворов, содержащих ММ и С, расход этих компонентов зависит от соотношения их исходных концентраций (табл. 3):

*

чем выше концентрация сульфида натрия, тем ниже расход ММ, и наоборот. Отсюда следует, что для снижения количества остаточного ММ целесообразнее варки проводить в отсутствие сульфида натрия или при низких его концентрациях.

Таблица 4

Влияние температуры
на образование С и расход ММ*
при натронно-меркаптидных варках

Температура, °С	Количество серы, % от древесины, опреде- ляемой в виде			Всего серы, % от исход- ного ММ	Расход ММ, % от исход- ного
	ММ	С	суммы		
120	3,7	0,2	3,9	62,9	40,3
140	2,6	0,4	3,0	48,4	58,0
160	1,4	0,65	2,05	33,1	77,4
180	1,0	0,6	1,80	29,0	83,8

* Концентрация ММ в исходных щелоках — 22,0 г/л (на варку загрузалось 6,2 метилмеркаптидной серы, % от древесины).

Сульфид натрия в процессе натронно-меркаптидных варок (табл. 4) начинал образовываться уже при температуре 120 °С, а при 160—180 °С количество его достигало максимальных значений. В отсутствие древесины и особенно лигнина сульфид натрия не образовывался.

Следовательно, за счет добавления ММ к варочному раствору можно улучшить его делигнифицирующие свойства, снизить расход сульфида натрия. Расход метилмеркаптида натрия в процессе варки зависит от ее условий и состава исходного варочного раствора.

Методика работы. Варки проводили в автоклавах из нержавеющей стали емкостью 200 мл, снабженных вентилями для слудки газа. Обогрев осуществляли в глицериновой бане с регулятором температуры и ртутным термометром. Для варок использовали сосновые опилки, содержащие 26,7 % лигнина Класона и 49,0 % целлюлозы. Суммарное содержание углеводов составляло 64,7 %. Варочные растворы нужной концентрации готовили смешением концентрированного щелочного раствора ММ, полученного по методике [3], и гидроксида натрия или смешением ММ, сульфида натрия и гидроксида натрия. Концентрацию активной щелочи варочных растворов определяли [4] после осаждения карбонатов и сульфатов раствором хлористого бария. Содержание метилмеркаптида и сульфида натрия в варочных растворах и отработанных щелоках находили методом потенциометрического титрования 0,05 н. раствором аммиака азотнокислого серебра в 20 %-ном растворе гидроксида калия с использованием сульфид-серебряного электрода. Использовали режим варок по однопипным графикам [5]: подъем до конечной температуры — 1 ч, длительность варки — 3 ч. Содержание сульфита и тиосульфата натрия определяли методом йодометрического титрования после отдувки из отработанных щелоков летучих веществ аргоном и после осаждения сульфида, ММ и некоторых органических примесей [5].

Таким образом, в случае сульфатных варок с добавками ММ более высокая степень делигнификации достигается при более низкой сульфидности по сравнению с чисто сульфатными варками при сульфидности 30%. В процессе натронных варок с ММ последний, частично расходуясь, превращается в менее токсичные и дурнопахнущие соединения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Богомолов Б. Д., Горбунова О. Ф. О влиянии меркаптида натрия и некоторых серосодержащих реагентов на щелочную делигнификацию древесины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1971, № 6, с. 103—106. [2]. Богомолов Б. Д., Горбунова О. Ф. Щелочная делигнификация сосновой древесины в присутствии тиагликолевой кислоты. — В кн.: Исследование продуктов химической пере-

работки древесины. Вып. 38: АЛТИ, 1973, с. 30—33. [3]. Рапопорт Ф. И., Ильинская А. А. Лабораторные методы получения чистых газов. — М.: Госхимиздат, 1963. — 420 с. [4]. Справочник бумажника. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. — Т. 1. — 841 с. [5]. Богомолов Б. Д. Последние достижения в области химии щелочной варки. — В кн.: Химия древесины, Т. 1. Рига, 1968, с. 157—178.

Поступила 5 марта 1981 г.

УДК 630*813.12

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭПИХЛОРГИДРИНА С УГЛЕВОДАМИ ДРЕВЕСИНЫ

Г. Н. КОНОНОВ, В. И. АЗАРОВ

Московский лесотехнический институт

Известно [1, 2], что модификация карбамидных олигомеров эпохисоединениями приводит к улучшению физико-механических свойств древесных материалов на их основе. Вероятно, при этом изменяется не только структура композиции, но также увеличивается реакционная способность олигомеров и тем самым углубляется процесс химического взаимодействия на границе раздела фаз олигомер — древесина.

В данной статье изложены результаты исследования взаимодействия эпихлоргидрина как одного из модификаторов карбамидных олигомеров с компонентами углеводной части древесины.

Изучали взаимодействие эпихлоргидрина с полисахаридами древесины как в изолированном состоянии, так и в составе древесных препаратов. В качестве изолированных полисахаридов использованы хлопковая целлюлоза и ксилан из березы. Из древесных препаратов применяли холоцеллюлозу из березы, экстрагированную ацетоном древесину сосны и березы и природную сосновую и березовую древесину в виде опилок с фракционным составом 1,0—0,25. Эпихлоргидрин подвергали очистке путем перегонки при нормальном давлении при $t = 117^\circ\text{C}$. В качестве растворителя использовали диметилацетамид марки «ч».

Изучено также влияние рН, температуры реакции и концентрации эпихлоргидрина на глубину его взаимодействия с целлюлозой, исследована сравнительная активность углеводов древесины в используемых препаратах.

Контроль процесса осуществляли по изменению содержания эпоксидных групп в системе, определяемых сульфитным методом по стандартной методике [3].

Результаты исследований представлены на рис. 1—3. Как видно из приведенных зависимостей, степень замещения в целлюлозе падает с повышением рН (рис. 1), что связано, по-видимому, с пониженной подвижностью аниона в случае основного катализа по сравнению с оксониевым соединением, образующимся в присутствии кислот [4, 5]. С повышением температуры (рис. 2) степень замещения интенсивно возрастает в связи с увеличением скорости реакции до 100°C , а затем почти перестает изменяться вследствие обратимости процесса. Увеличение исходной концентрации эпихлоргидрина (рис. 3) приводит к возрастанию степени замещения в образцах целлюлозы, и данная зависимость имеет почти линейный характер.

Приводим полученные нами значения относительной активности эпихлоргидрина, % к углеводам в древесных препаратах:

Древесина сосны	7,56
Древесина березы	5,58
Древесина сосны экстрагированная	3,78
Древесина березы экстрагированная	2,33
Холоцеллюлоза из березы	15,12
Целлюлоза хлопковая	10,08
Ксилан из березы	25,62

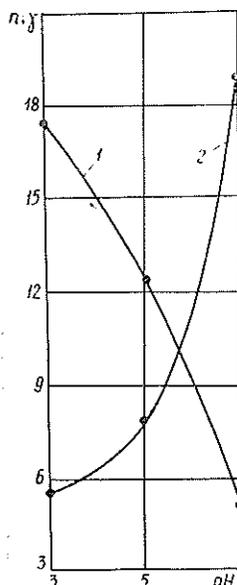


Рис. 1. Влияние pH на глубину взаимодействия эпихлоргидрина с целлюлозой.

1 — для γ (степени замещения); 2 — для n (среднего интервала взаимодействия).

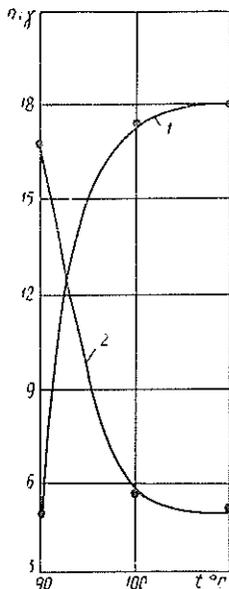


Рис. 2. Влияние температуры на глубину взаимодействия эпихлоргидрина с целлюлозой.

1 — для γ ; 2 — для n .

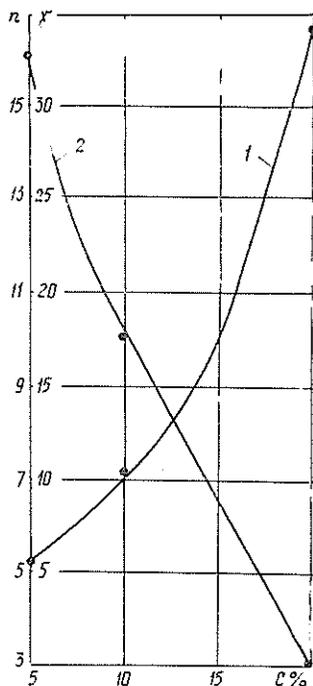


Рис. 3. Влияние концентрации эпихлоргидрина на глубину его взаимодействия с целлюлозой.

1 — для γ , 2 — для n .

Как видно из полученных результатов, наиболее высокой реакционной способностью обладает ксилан — основной компонент гемицеллюлоз лиственных пород. Реакционная способность холоцеллюлозы несколько ниже за счет наличия в ее составе целлюлозы, которая вступает в реакцию с эпихлоргидрином менее активно, чем гемицеллюлозная часть.

Количество эпихлоргидрина, присоединившегося к препаратам сосны и березы, выше, чем для тех же пород древесины без экстрактивных веществ. Это, очевидно, можно объяснить высокой активностью экстрактивных веществ к эпихлоргидрину. Большие количества эпихлоргидрина, присоединившегося к препаратам сосны по сравнению с березой, объясняются, с нашей точки зрения, большим содержанием лигнина, активность которого в древесине хвойных пород выше, чем в древесине лиственных.

Исходя из полученных данных можно заключить, что активность компонентов углеводной части древесины падает в древесных препаратах по сравнению с изолированными полисахаридами в связи с конденсированным состоянием всех компонентов в древесине и блокированием активных функциональных групп углеводов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Азаров В. И., Тришин С. П. Отверждение карбамидных смол латентным катализатором. — *Деревообаб. пром-сть*, 1975, № 9, с. 12. [2]. А. с. 444786 (СССР). Способ модификации мочевиноформальдегидных смол/ В. Е. Цветков, В. И. Азаров, В. П. Лосев. — *Опубл. в Б. И.*, 1974, № 36. [3] Кастерина Т. Н., Калинин Л. С. Химические методы исследования синтетических смол и пластических масс/ Под ред. Ю. А. Стренихева. — М.: Госхимиздат, 1963. [4]. Кленкова Н. И. Структура и реакционная способность целлюлозы. — Л.: Наука, 1976. [5]. Роговин З. А. Химия целлюлозы. — М.: Химия, 1972.

Поступила 31 марта 1981 г.

УДК 630*86

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕЙТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА «ВАХТОЛЬ»

Р. М. ВЗДОРНИКОВА, Э. И. ШМУЛЕВСКАЯ, А. А. ЛИВЕРОВСКИЙ

Ленинградская лесотехническая академия

Применение коптильных препаратов взамен дымового копчения пищевых продуктов позволяет решить следующие вопросы: создание поточности, полной механизации производства и интенсификации процесса копчения, повышение производительности труда, улучшение санитарно-гигиенических условий, снижение себестоимости продукции.

Препараты, не содержащие канцерогенных веществ, в частности бенз(а)пирена, устраняют возможность попадания последнего в пищевые продукты. Один из них — отечественный препарат «Вахтоль» — представляет собой определенную фракцию дистилляции жидких продуктов термического распада древесины. Основные компоненты препарата — карбоновые кислоты и фенолы, однако в создании аромата и вкуса копчености немаловажную роль играют и нейтральные продукты.

В настоящей статье изложены результаты исследований химического состава нейтральной части препарата «Вахтоль».

Для работы использовали образец препарата со следующей характеристикой: плотность — 1010 кг/м³; летучих кислот в пересчете на уксусную — 2,79 %; фенолов — 0,36 %; эфиров в пересчете на метилацетат — 0,71 %; карбонильных групп — 0,24 %; метилового спирта по Виммеру — 0,08 %; сухого остатка — 1,04 %.

Навеску препарата подвергали 6-кратной экстракции диэтиловым эфиром. После отгонки эфира выход эфирорастворимой части (экстракта) составил 2,48 % от исходного препарата. Эфирорастворимую часть разделяли на основные группы соединений: кислотную, фенольную и нейтральную. В пересчете на абс. сухой экстракт определено карбоновых кислот — 14,90 %; фенолов — 17,05%; нейтральных веществ — 6,50 %.

Суммарную фракцию нейтральной части препарата анализировали методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ). Условия разделения: хроматограф ХЛ-4; температура колонки — 146 °С; скорость газа — 3 л/ч; ток детектора — 140 мА; неподвижная фаза ТК φ — 4,5 % на хромосорбе G. На хроматограмме обнаружено пять основных пиков (рис. 1). Идентификацию элюируемых компонентов проводили по инфракрасным спектрам. Для этой цели провели концентрирование в четыреххлористом углероде каждой из пяти фракций, имевших наибольший выход. Чистоту фракций проверяли хроматографически. Условия: хроматограф УХ-1; температура колонки — 145 °С; неподвижная фаза — 5 % НПГЯ на хромосорбе G; длина колонки — 3 м; газ-носитель водород.

Пики 1, 2, 3, 5 соответствовали одному компоненту, пик 4 представлял смесь нескольких компонентов. Количественное содержание веществ 4-го пика невелико, поэтому в дальнейшем их не концентрировали.

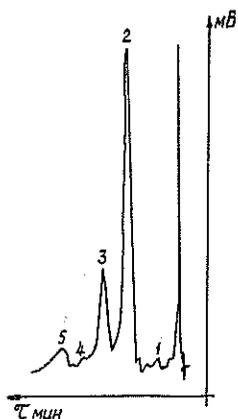


Рис. 1. ГЖХ суммарной фракции нейтральной части препарата «Вахтоль».

1 — бутиролактон; 2 — ацетилфуран; 3 — пропионилфуран; 4 — компонент не расшифрован; 5 — метилфурфурол.

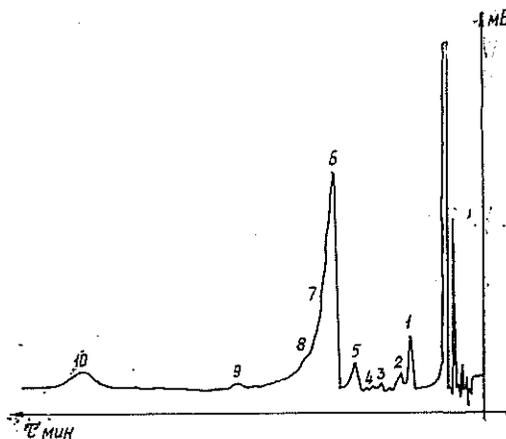


Рис. 2. ГЖХ легкой фракции нейтральной части препарата «Вахтоль».

1 — диметилацетальдегид; 2 — метилформат; 3 — α -метилфуран; 4 — пропионовый альдегид; 5 — метилацетат; 6 — метиловый спирт; 7 — ацетон; 8 — метилпропионат; 9 — метилэтилкетон; 10 — днацетил.

Для идентификации каждого из пяти компонентов были сняты ИК-спектры на спектрофотометре UR-10. Расшифровка показала, что спектр 1 имел полосу поглощения 1775 см^{-1} и соответствовал бутиролактону [4], спектры 2 и 3 соответствовали фурановому ряду. О наличии фуранового цикла в исследуемых соединениях свидетельствовали характеристические полосы поглощения в области $\sim 890\text{ см}^{-1}$, 1025 , 1400 , 1485 и 1580 см^{-1} . Интенсивная полоса поглощения 1680 см^{-1} в ИК-спектрах обоих компонентов обуславливалась содержанием карбонильной группы, сопряженной с фурановым ядром в α -положении [4].

Положение и число заместителей было выявлено на основании литературных данных. Полосы поглощения в высокочастотной области $2800\text{—}3000\text{ см}^{-1}$ указывали на наличие заместителей и принадлежность этих компонентов к фурилкетонам. Сравнивая данные спектров 2 и 3 с литературными, заключаем, что компоненты 2 и 3 представляют собой соответственно ацетил- и пропионилфуран. Спектр 4 не расшифровывали из-за большого числа примесей; можно только предположить, что основной компонент смеси — простой кетон, поскольку имелась поло-

Таблица 1

Номер спектра	Компонент	Содержание компонента в смеси, %
1	Бутиролактон	1,87
2	Ацетилфуран	51,80
3	Пропионилфуран	20,45
4	Не расшифровано	5,97
5	Метилфурфурол	14,35

са поглощения 1680 см^{-1} . Спектр 5 также соответствовал фурановому ряду, так как имел характеристические полосы поглощения: 1025 см^{-1} , 1400 , 1530 и 1580 см^{-1} . Полоса поглощения 1680 см^{-1} относилась к карбонильной группе. Сравнивая данные ИК-спектра пика 5 с литературными данными, заключаем, что основной компонент смеси — метилфурфурол.

Количественный состав компонентов, обнаруженных в суммарной фракции нейтральной части препарата, приведен в табл. 1. В пересче-

те на исходный препарат «Вахтоль» количество этих компонентов невелико — $0,008 \div 0,08$ %, однако и они влияют на копчение.

В работах советских и зарубежных авторов [1—3, 5]; показано, что в придании копченым продуктам специфического аромата и вкуса большую роль играют карбонильные соединения, эфиры, спирты.

Для выделения легкой нейтральной части препарата «Вахтоль» использовали образец со следующей характеристикой: плотность — 1012 кг/м^3 ; летучих кислот в пересчете на уксусную — $2,55$ %; фенолов — $0,45$ %; сухих веществ — $1,29$ %; метилового спирта по Виммеру — $0,13$ %. Препарат подвергали ректификации на стеклянной колонке с электрообогревом; внутренний диаметр — 10 мм ; высота — $1,1 \text{ м}$; насадка — стеклянные кольца; флегмовое число — 8 .

В результате ректификации были отобраны две фракции с температурой кипения соответственно $93\text{—}95$ °С и $95\text{—}98$ °С. Первая фракция представляла собой масло светло-желтого цвета. Выход ее составил $0,086$ % к исходному препарату. Вторая имела два слоя: масляный и водный. После разделения масло составило $0,039$ % к исходному препарату. Масла от обеих фракций объединяли и анализировали с помощью ГЖХ на хроматографе ХЛ-4. Температура колонки — 70 °С; длина колонки — 4 м ; ток детектора — 140 мА ; скорость газа-носителя — $4,5 \text{ л/ч}$; неподвижная фаза — 15 %; β , β -оксидипропионитрил на ИНЗ-600; фракция $0,25\text{—}0,5 \text{ мм}$.

На хроматограмме (рис. 2) обнаружено 10 пиков. Количественный состав анализируемой смеси определяли методом внутренней нормализации, качественный состав — по удерживаемым объемам, а также по инфракрасным спектрам и реакциям органических соединений.

Количественный выход компонентов, обнаруженных в легкой нейтральной части препарата, приведен в табл. 2.

Таблица 2

Номер пика	Компонент	Содержание компонента в смеси, %
1	Диметилацеталь-формальдегид	4,85
2	Метилформат	2,62
3	α -метилфуран	0,44
4	Пропионовый альдегид	0,36
5	Метилацетат	5,14
6	Метиловый спирт	49,50
7	Ацетон	18,90
8	Метилпропионат	7,65
9	Метилэтилкетон	0,82
10	Диацетил	9,72

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Интенсивность запаха и качество копильных ароматизаторов/ N. Barylko-Pikeilna, E. Wosowska, K. Miler, E. Pietrzak. — Acta aliment. pol., 1977, 3, № 3, 215—222. [2] Крылова Н. Н., Воловинская В. П., Базарова К. И. О роли летучих соединений в придании вкуса и аромата копчения продуктам. — Сообщение на IX Европейском конгрессе работников НИИ мясной промышленности. — Будапешт, 1963. [3] Курко В. И. Химия копчения. — М.: Пищевая пром-сть, 1969. [4] Наканис и К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. — М.: Мир, 1965. [5] Olsen С. Ароматические вещества копильной жидкости и их бактериологическое и антиокислительное действие. — Acta aliment. pol., 1977, 3, № 3, 313—324.

Поступила 7 января 1980 г.

УДК 668.473.004.14

ПОВЕРХНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ИЗ ТАЛЛОВОГО МАСЛА СМЕСИ ЛИСТВЕННЫХ И ХВОЙНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

Н. В. ТЕРЕГЕРЯ, В. В. ТЕРЕГЕРЯ, Ф. А. МЕДНИКОВ

Владимирский политехнический институт
Ленинградская лесотехническая академия

Потребность многих отраслей промышленности в поверхностно-активных веществах (ПАВ) удовлетворяется только на 25 % [5]. Особенно необходимы ПАВ в черной и цветной металлургии при холодной обработке металлов. Поэтому вопрос синтеза ПАВ на базе непищевого сырья становится все более актуальным.

Как указывалось в наших предыдущих работах [1, 2, 4], эффективные ПАВ можно получать из хвойного таллового масла, а также на основе реакции гидроксилирования масла пергидролем в органическом растворителе [3]. Реакцией гидроксилирования можно наиболее доступным способом уменьшить степень ненасыщенности карбоновых кислот таллового масла с целью получения устойчивых к высоким температурам ПАВ, применяемых в качестве смазочных материалов в металлообрабатывающей промышленности.

Гидроксилирование таллового масла смеси лиственных и хвойных пород древесины проводили на пилотной установке, состоящей из реактора вместимостью $8 \cdot 10^{-3}$ м³; контактного термометра, нагревательного прибора и мешалки с электроприводом. Температура гидроксилирования 333–363 К, длительность реакции — $(3,6 \div 10,8) 10^3$ с. Состав таллового масла: жирные кислоты — 50,8 %; смоляные кислоты — 31,2 %; неомыляемые вещества — 14,5 %; окисленные соединения — 3,5 %. Показатели таллового масла: йодное число — 132; кислотное число — 120.

Процесс изучали в зависимости от времени и температуры гидроксилирования, количества 30 %-ного пергидроля, исследовано также влияние неорганической кислоты и гидроксида натрия на выход окисленных веществ. Реактивы брали в количестве 0,5 % от массы таллового масла.

Зависимость количества окисленных соединений от длительности реакции при содержании в реакционной среде неорганической кислоты и гидроксида натрия показана на рис. 1, из которого видно, что скорость образования окисленных соединений в присутствии гидро-

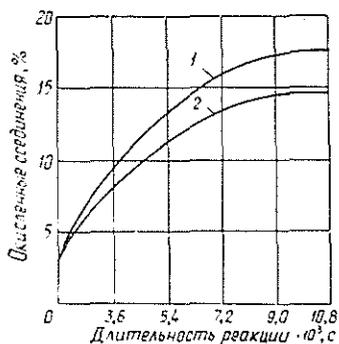


Рис. 1.

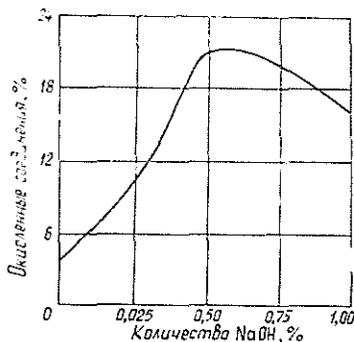


Рис. 2.

ксида натрия (кривая 1) выше, чем в присутствии неорганической кислоты (кривая 2). Поэтому для дальнейших исследований в реакции гидроксирования таллового масла мы применяли гидроксид натрия.

Влияние количества щелочи на образование окисленных соединений при гидроксировании таллового масла показано на рис. 2, из которого видно, что с увеличением ее количества до 0,5 % от массы таллового масла содержание окисленных соединений возрастает. Дальнейшее повышение количества щелочи приводит к уменьшению окисленных соединений. Следовательно, для максимального выхода окисленных соединений при гидроксировании таллового масла смеси лиственных и хвойных пород древесины пергидролом необходимо взять щелочи 0,5 % от массы исходного вещества.

Компоненты таллового масла	Температура гидроксирования, К	Содержание компонентов, %, при длительности реакции · 10 ³ , с				
		3,6	5,4	7,2	9,0	10,8
Карбоновые кислоты	0	82,0	—	—	—	—
	333	78,1	75,7	73,2	73,8	73,2
	343	75,5	73,5	70,5	70,3	69,8
	353	73,2	71,2	69,3	68,8	68,3
	363	70,6	68,4	67,4	67,6	67,7
Неомыляемые вещества	333	14,5	14,5	14,0	13,9	13,9
	343	14,5	14,2	14,0	13,7	13,8
	353	14,5	14,0	13,9	13,9	13,8
	363	12,1	11,5	11,5	11,1	11,0
Йодное число	333	121	118	114	114	113
	343	116	112	108	108	106
	353	92	90	89	88	87
	363	88	82	76	60	57
Кислотное число	333	121	120	118	119	120
	343	120	122	120	121	118
	353	118	121	120	120	120
	363	119	120	118	119	119

Данные изменения состава и физико-химических показателей таллового масла смеси лиственных и хвойных пород древесины в зависимости от длительности реакции и температуры гидроксирования показаны в таблице, из которой видно, что количество свободных карбоновых кислот таллового масла уменьшается с повышением температуры; это говорит об образовании окисленных соединений. С повышением температуры длительность окисления уменьшается. Так, при 333 К талловое масло окисляется до 13 % за $10,8 \cdot 10^3$ с, а при 363 К — за $18 \cdot 10^2$ с. Во всех случаях с увеличением количества окисленных веществ уменьшается йодное число, что характеризует образование окисленных соединений непосредственно по двойным связям исходных непредельных компонентов таллового масла. Неомыляемые вещества незначительно уменьшаются в зависимости от длительности протекания реакции и температуры. Экспериментальные результаты по изменению состава гидрокси-

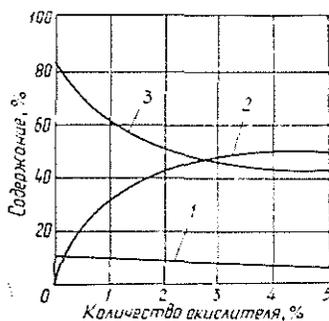


Рис. 3.

лированного таллового масла в зависимости от количества окислителя приведены на рис. 3, из которого видно, что с увеличением количества гидроксиллирующего агента содержание окисленных веществ (кривая 2) возрастает до введения 2 % пергидроля от массы таллового масла, а содержание свободных карбоновых кислот (кривая 3) и неомыляемых веществ (кривая 1) уменьшается.

На основании экспериментальных данных можно подобрать оптимальный режим ведения процесса гидроксирования таллового масла смеси лиственных и хвойных пород древесины с целью получения эффективных ПАВ для «сухого» волочения цветных металлов и их сплавов.

Исследования показали, что синтез целесообразнее вести при температуре 363 К в течение 7200 с в присутствии гидроксида натрия и с гидроксиллирующим агентом в количестве 2 % от массы исходного таллового масла.

По отработанной технологии нами получены партии ПАВ и испытаны при волочении цветных металлов и их сплавов.

Испытания показали, что смазочные свойства новых ПАВ лучше, чем заводских эмульсий, изготовленных на основе олеиновой кислоты и растительных масел. Понижаются усилия волочения, уменьшается расход инструмента и смазочного материала на тонну готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Исследование процесса сульфатирования и гидратации таллового масла/ Н. В. Терегеря, А. Н. Черняев, Ф. А. Медников и др. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1973, № 1, с. 119—123. [2] Исследование процесса окисления таллового масла кислородом воздуха/ Н. В. Терегеря, Ф. А. Медников, В. В. Терегеря, Г. М. Кубецкий. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 6, с. 127—132. [3] Получение поверхностно-активных веществ окислением таллового масла перекисью водорода/ Н. В. Терегеря, Ф. А. Медников, В. В. Терегеря, В. А. Выродов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 2, с. 91—95. [4] Терегеря Н. В., Медников Ф. А., Гундобин Н. В. Исследование смазочных свойств жирнокислотных фракций таллового масла в зависимости от их состава. — В кн.: Синтетические продукты из канифоли и скипидара. Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 170, с. 432—445. [5] Физико-химические основы применения и направления синтеза ПАВ. Тез. докл. и сообщ. на Всесоюз. симпоз./ ФАН. — Ташкент, 1974, с. 229—230.

Поступила 5 марта 1981 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 674.09-791.8

ДОСТОВЕРНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СОРТИРОВКИ
КОНСТРУКЦИОННЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО ПРОЧНОСТИ

В. В. ОГУРЦОВ

Сибирский технологический институт

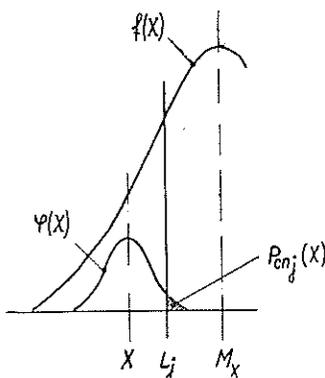
В основе автоматической сортировки пиломатериалов по прочности лежит наивысший уровень измерения качества, а именно, оценка качества по количественному признаку. Это обуславливает достоверность сортировки по результатам измерений. Особенно важно иметь математическую модель достоверности. Иначе не ясно, как связана точность измерения модуля упругости (или другого критерия) с достоверностью сортировки пиломатериалов по прочности, к какой точности измерения модуля упругости следует стремиться, а следовательно, не ясно, какие параметры пиломатериалов необходимо измерять и с какой точностью. Это не позволяет сформулировать требования по точности к измерительным преобразователям и основным узлам системы управления сортирующей установки, а также к режимам работы последней.

Само понятие «достоверность» — предмет дискуссии. Авторы называют это понятие надежностью, точностью, объективностью [1, 4]. Количественная же оценка достоверности до сих пор остается проблемной даже в самых передовых отраслях промышленности [3].

В настоящей статье сделана попытка определить достоверность сортировки пиломатериалов по прочности, а также разработать математические вероятностные модели оценки достоверности.

Под достоверностью в самом широком смысле понимают разность между вероятностью всех событий (единицей) и вероятностью ошибок. Исследуем процесс возникновения ошибок как вероятностный композиционный процесс, учитывая, что рассеивание показателей прочности древесины и ошибок их измерения подчиняется закону нормального распределения (рис. 1). Рассмотрим лишь положительные ошибки, т. е. те, которые приводят к завышению прочности, поскольку отрицательные ошибки при сортировках, как правило, не нормируются.

В связи с тем, что результаты измерения показателя прочности X неточно отражают действительные его значения, часть пиломатериалов неправильно относят к тому или иному сорту. Явление переходов пиломатериалов низшего сорта (слева от L_j) в высший (справа от L_j) имеет место всякий раз, когда значение X



Графическая интерпретация процесса возникновения положительных ошибок сортировки.

$f(X)$ — закон распределения показателя прочности X ; φX — закон погрешностей измерения; $P_{срj}(X)$ — вероятность того, что пиломатериалы с показателем X неправильно отнесены к высшему сорту.

попадает на один из участков, лежащих слева и вблизи сорторазделяющей границы L_j , а случайная погрешность измерения X больше отклонения X от L_j . На основании метода нахождения композиционных законов [2], вероятность таких сортопереходов $P_{спj}$ выражается через сумму произведений плотности распределения вероятностей $f(X)$ на вероятность погрешностей измерения, больших, чем $L_j - X$, т. е.

$$P_{спj} = \int_{L_j - 3\sigma_{изм}^X}^{L_j} (\sigma_X \sqrt{2\pi})^{-1} \exp \left[-\frac{(X - M_X)^2}{2\sigma_X^2} \right] \times \\ \times \left\{ \int_{L_j - X}^{3\sigma_{изм}^X} (\sigma_{изм}^X \sqrt{2\pi})^{-1} \exp \left[-\frac{(L_j - X)^2}{2(\sigma_{изм}^X)^2} \right] dX \right\} dX, \quad (1)$$

где σ_X — среднее квадратичное отклонение X ;

$\sigma_{изм}^X$ — средняя квадратичная ошибка измерения X ;

M_X — математическое ожидание X .

Выражение (1) определяет вероятность положительных ошибок для двух смежных сортов. Переходя к N сортам и учитывая соотношение между вероятностью ошибок и достоверностью D , можно записать выражение для общей достоверности, используя интеграл вероятностей [2]:

$$\Phi^* = (\sqrt{2\pi})^{-1} \int_{-\infty}^X \exp \left(-\frac{X^2}{2} \right) dX; \quad (2)$$

$$D = 1 - \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{M=1}^{\frac{3\sigma_{изм}^X}{\Delta R}} \left\{ \Phi^* \left[\frac{L_j - 3\sigma_{изм}^X + M\Delta R - M_X}{\sigma_X} \right] - \right. \\ \left. - \Phi^* \left[\frac{L_j - 3\sigma_{изм}^X + (M-1)\Delta R - M_X}{\sigma_X} \right] \right\} \times \Phi^* \left[-\frac{3\sigma_{изм}^X - (M-0,5)\Delta R}{\sigma_{изм}^X} \right]. \quad (3)$$

Выражение (3) определяет общую достоверность сортировки. На практике важно знать и посортную достоверность, поскольку потребитель всегда имеет дело с пиломатериалами вполне определенного сорта (или группы сортов). Уравнение посортной достоверности D_j может быть получено из выражения (3) исключением суммирования по сортам и введением нормирующего множителя $1/P_j$. Тогда

$$D_j = 1 - P_j^{-1} \sum_{M=1}^{\frac{3\sigma_{изм}^X}{\Delta R}} \left\{ \Phi^* \left[\frac{L_j - 3\sigma_{изм}^X + M\Delta R - M_X}{\sigma_X} \right] - \right. \\ \left. - \Phi^* \left[\frac{L_j - 3\sigma_{изм}^X + (M-1)\Delta R - M_X}{\sigma_X} \right] \right\} \Phi^* \left[-\frac{3\sigma_{изм}^X - (M-0,5)\Delta R}{\sigma_{изм}^X} \right], \quad (4)$$

где P_j — вероятность попадания пиломатериалов в j -тый сорт (для достаточно больших партий P_j близко сходится с плотностью пиломатериалов j -того сорта).

Нормирующий множитель вводят потому, что оценку объективности сортировки производят по отношению количества пиломатериалов с недопустимо низкой прочностью к общему количеству пиломатериалов в проверяемой партии данного сорта.

Нетрудно видеть, что P_j определяют как сумму, стоящую в правой части выражения (4), если верхний предел увеличить до $M = \frac{L_{i+1} - L_j + 6\sigma_{изм}^X}{\Delta R}$. Это можно объяснить тем, что в исходном состоянии указанная сумма есть не что иное, как вероятность ошибочного попадания в j -тый сорт пиломатериалов, «лежащих» слева от левой сорторазделяющей границы L_j . Для определения полной вероятности P_j необходимо к этой сумме добавить вероятность попадания в j -тый сорт пиломатериалов, лежащих как между сорторазделяющими границами, так и правее правой L_{j+1} .

Раскроем входящие в выражения (3), (4) параметры, используя известные формулы [5]:

$$\sigma_{изм}^X = \sqrt{\sigma_M^2 + \sigma_a^2}; \tag{5}$$

$$\sigma_M = \sigma_X \sqrt{1 - r^2}; \tag{6}$$

$$\sigma_a = \sqrt{\left(\frac{\partial E}{\partial P}\right)_m^2 \sigma_P^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial B}\right)_m^2 \sigma_B^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial H}\right)_m^2 \sigma_H^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial W}\right)_m^2 \sigma_W^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_m^2 \sigma_T^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial y}\right)_m^2 \sigma_y^2}, \tag{7}$$

где σ_M — методическая средняя квадратичная ошибка измерения показателя прочности X ;
 r — коэффициент корреляции между показателем прочности X и критерием сортировки;
 σ_a — аппаратурная средняя квадратичная ошибка измерения критерия сортировки;
 $\frac{\partial E}{\partial P}, \dots, \frac{\partial E}{\partial y}$ — частные производные модуля упругости E по силе упругости пиломатериала P , ширине B , толщине H , влажности W , температуре T и прогибу y (буква m обозначает, что в частные производные нужно подставлять средние значения).

В результате анализа процесса возникновения ошибок прочностной сортировки получены системы выражений (3), (5)–(7) и (4)–(7), позволяющие рассчитать D и D_j на ЭВМ при любых реальных исходных данных и связывающие общую и посортную достоверности с параметрами прочности древесины M_X , σ_X , количеством сортов N , значениями сорторазделяющих границ L_j , коэффициентом корреляции r , погрешностями измерения силы упругости пиломатериала σ_P , его прогиба σ_y , толщины σ_H , ширины σ_B , влажности σ_W , температуры σ_T .

Найденные системы выражений — многомерные математические модели общей D и посортной D_j достоверностей сортировки пиломате-

риалов по прочности. Они позволяют всесторонне исследовать процесс формирования достоверности сортировки с целью прогнозирования и определения наиболее рациональных путей ее повышения.

Анализируя полученные математические модели, можно дать адекватные им определения достоверностей. Общей достоверностью называется вероятность принятия безошибочных решений (учитываются только положительные ошибки) при сортировке пиломатериалов по прочности. Посортной достоверностью, или просто достоверностью, называется вероятность отсутствия в партии данного сорта пиломатериалов, основной показатель прочности которых ниже норматива.

Таким образом, нами даны определения общей и посортной достоверностей сортировки пиломатериалов по прочности и разработаны вероятностные модели их оценок.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Боровиков А. М. Конструкционные пиломатериалы: перспективы и проблемы. — Деревообработ. пром-сть, 1979, № 1, с. 8—10. [2]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. — М.: Наука, 1964. — 576 с. [3]. Волченко В. Н. Вероятность и достоверность оценки качества металлопродукции. — М.: Металлургия, 1979. [4]. Гурвич А. К. Комплексная дефектоскопия. — М.: МДНТП, 1975, с. 26—30. [5]. Огурцов В. В. Коэффициент полезного использования конструкционных пиломатериалов как критерий оптимизации процесса их сортировки по прочности. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 4, с. 97—102.

Поступила 18 ноября 1980 г.

УДК 630*375.4

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВЫХ ПЕРЕДАЧ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

М. Ф. СЕМЕНОВ

Ухтинский индустриальный институт

Совершенствованию динамических свойств силовых передач лесозаготовительных машин посвящен ряд работ [1, 2, 5].

Рассмотрим метод оптимизации параметров силовых передач со звеньями, в которых зависимость выходной величины y и входной x описывается нелинейной функцией:

$$y = f(x). \quad (1)$$

Если $x(t)$ — случайный процесс, то и $y(t)$ — случайный процесс. При этом в некоторый момент времени t_1 значение $x(t_1)$ представляет собой случайную величину и случайная величина $y(t_1)$ в свою очередь определяется значением $x(t_1)$. Зная вероятностное распределение для x в некоторый момент времени, можно найти для этого момента времени и вероятностное распределение для y . Значительный интерес представляют статистические характеристики изменения крутящих моментов в ее валах $R_y(\tau)$ и $S_y(\omega)$ [1, 5].

В отличие от линейных звеньев для нелинейного звена нельзя определить $R_y(\tau)$, $S_y(\omega)$, зная статистические характеристики возмущающих воздействий $R_x(\tau)$, $S_x(\omega)$.

В общем случае можно записать [3]

$$R_y(\tau) = M\{y(t)y(t+\tau)\} = M\{f[x(t)]f[x(t+\tau)]\} = \\ = M\{f(x_1)f(x_2)\} = \int_0^\infty \int_0^\infty f(x_1)f(x_2)\omega_2(x_1, x_2, \tau) dx_1 dx_2. \quad (2)$$

Здесь $\omega_2(x_1, x_2, \tau)$ — вторая функция плотности вероятности.

Из выражения (2) видно, что вычислить $R_y(\tau)$ можно при условии, если известна функция ω_2 . Как показали экспериментальные исследования нагруженности силовых передач трелевочных тракторов в производственных условиях [1, 2, 5], случайные процессы изменения крутящих моментов могут быть отнесены к классу нормальных. Для этого случая можно вычислить функцию ω_2 по известной корреляционной функции $R_x(\tau)$.

Обозначим среднее квадратичное значение процесса $x(t)$ через σ_x и считаем, что

$$\sigma_x^2 = [R_x(\tau)]_{\tau=0} = 0. \quad (3)$$

Нормированная корреляционная функция процесса $x(t)$ имеет вид

$$\rho_x(\tau) = \frac{R_x(\tau)}{R_x(0)} = \frac{R_x(\tau)}{\sigma_x^2}. \quad (4)$$

Тогда, согласно теории вероятностей, можно записать:

$$\omega_2(x_1, x_2, \tau) = \frac{1}{2\pi\sigma_x^2 \sqrt{1-\rho_x^2(\tau)}} \exp\left\{-\frac{x_1^2 + x_2^2 - 2\rho_x(\tau)x_1x_2}{2\sigma_x^2 [1-\rho_x^2(\tau)]}\right\}. \quad (5)$$

В качестве примера рассмотрим нелинейное звено силовой передачи, имеющее характеристику:

$$f(x) = ax^2. \quad (6)$$

Подставив выражение (5) в формулу (2), получим:

$$R_y(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{(ax_1)^2 (ax_2)^2}{2\pi\sigma_x^2 \sqrt{1-\rho_x^2(\tau)}} \exp\left\{-\frac{x_1^2 + x_2^2 - 2\rho_x(\tau)x_1x_2}{2\sigma_x^2 [1-\rho_x^2(\tau)]}\right\} dx_1 dx_2. \quad (7)$$

Следовательно, для нормального распределения входного возмущения корреляционная функция на выходе звена (6) может быть определена непосредственно по функции $R_x(\tau)$.

При исследовании в частотной области найдем спектральную плотность изменения крутящего момента

$$S_y(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} R_y(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau = \int_{-\infty}^{+\infty} a^2\sigma_x^2 e^{-j\omega\tau} d\tau + \\ + \int_{-\infty}^{+\infty} 2a^2 [R_x(\tau)]^2 e^{-j\omega\tau} d\tau. \quad (8)$$

Первое слагаемое выражения (8) представляет собой импульсную функцию $2\pi a^2 \sigma_x^4 \delta$, во втором слагаемом желательно заменить $R_x(\tau)$ спектральной плотностью $S_x(\omega)$. Для этого один из двух сомножителей $R_x(\tau)$ в подынтегральной функции выразим через спектральную плотность

$$R_x(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_x(\omega') e^{-j\omega'\tau} d\omega', \quad (9)$$

где ω' — переменная интегрирования.

Тогда во втором слагаемом формулы (8) интеграл примет вид

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{+\infty} [R_x(\tau)]^2 e^{-j\omega\tau} d\tau &= \int_{\tau=-\infty}^{\tau=+\infty} R_x(\tau) \left[\frac{1}{2\pi} \int_{\omega'=-\infty}^{\omega'=+\infty} S_x(\omega') e^{-j\omega'\tau} d\omega' \right] e^{-j\omega\tau} d\tau = \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{\omega'=-\infty}^{\omega'=+\infty} S_x(\omega') \left[\int_{\tau=-\infty}^{\tau=+\infty} R_x(\tau) e^{-j(\omega-\omega')\tau} d\tau \right] d\omega'. \end{aligned} \quad (10)$$

Затем изменяем порядок интегрирования по τ и ω' . Выражение в квадратных скобках под интегралом (10) равно спектральной плотности S_x , взятой для аргумента $\omega - \omega'$, т. е.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} R_x(\tau) e^{-j(\omega-\omega')\tau} d\tau = S_x(\omega - \omega') = S_x(\omega' - \omega). \quad (11)$$

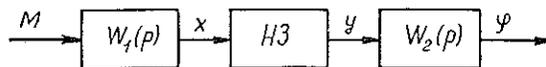
Следовательно,

$$\int_{-\infty}^{+\infty} [R_x(\tau)]^2 e^{-j\omega\tau} d\tau = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_x(\omega') S_x(\omega' - \omega) d\omega'. \quad (12)$$

Таким образом, выражение спектральной плотности изменения крутящего момента на выходе нелинейного звена силовой передачи принимает вид:

$$S_y(\omega) = 2\pi a^2 \sigma_x^4 \delta(\omega) + \frac{a^2}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_x(\omega') S_x(\omega' - \omega) d\omega'. \quad (13)$$

Для оптимизации параметров рассмотрим наиболее сложный случай, когда нелинейное звено находится между линейными звеньями исследуемой подсистемы (см. рис.). В практике могут встречаться и более простые случаи, когда нелинейное звено находится до линейного



Структурная схема подсистемы.

M — возмущающее воздействие; НЗ — нелинейное звено; $W_1(p)$, $W_2(p)$ — передаточные функции линейных звеньев; y — выходная величина силовой передачи.

звена или после него, причем эти случаи не однозначны. Очевидно, сочетание различных вариантов расположения звеньев обеспечивает широкие возможности исследований.

Спектральные плотности на выходе находим следующим образом:

$$S_x(\omega) = S_M(\omega) |W_1(j\omega)|^2;$$

$$S_y(\omega) = 4\pi a^2 \int_0^{\infty} S_M(\omega) |W_1(j\omega)|^2 d\omega \delta(\omega) + \\ + \frac{a^2}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_M(\omega') S_M(\omega' - \omega) A^2(\omega') A^2(\omega' - \omega) d\omega'; \quad (14)$$

$$S_p(\omega) = S_y(\omega) |W_2(j\omega)|^2 = 4\pi a^2 \int_0^{\infty} S_M(\omega) A^2(\omega) d\omega \delta(\omega) |W_2(j\omega)|^2 + \\ + \frac{a^2 |W_2(j\omega)|^2}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_M(\omega') S_M(\omega' - \omega) A^2(\omega') A^2(\omega' - \omega) d\omega,$$

где A — амплитудно-частотная характеристика, соответствующая передаточной функции $W_1(p)$.

Выражения (14) дают возможность оптимизировать параметры силовых передач исследуемых машин. Если в качестве определяющего требования назначить эксплуатационную надежность силовой передачи, то естественный критерий эффективности — запас ее усталостной прочности. С этой целью для определения запаса усталостной прочности целесообразно применить выражение, приведенное в работе [4]. Анализ выражения [4] показывает, что требование запаса усталостной прочности эквивалентно минимизации вероятного числа циклов в единицу времени, когда текущие напряжения превышают предел выносливости. Применение указанных выше выражений позволяет установить аналитическую связь между критерием эффективности, параметрами силовой передачи и статистическими характеристиками процесса. Это дает возможность с применением ЭВМ определить в конечном итоге оптимальные параметры, обеспечивающие при заданных условиях максимальную усталостную прочность и повышенную эксплуатационную надежность силовой передачи, что актуально для лесозаготовительных машин.

Изложенный метод, разработанный с учетом фундаментальных правил и положений, универсален и в принципе при определенных условиях может быть распространен на исследования лесозаготовительных машин различных типов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анисимов Г. М., Гольдберг А. М., Семенов М. Ф. Статистический способ анализа нагруженности трансмиссии и совершенствования ее динамических свойств. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1972, № 4, с. 64—69. [2]. Анисимов Г. М. Условия эксплуатации и нагруженность трансмиссии трелевочного трактора. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 166 с. [3]. Пугачев В. С., Казаков И. Е., Евханов Л. Основы статистической теории автоматических систем. — М.: Машиностроение, 1974. — 539 с. [4]. Семенов М. Ф. Применение методов статистической динамики к расчету усталостной прочности трансмиссии трелевочного трактора. — В кн.: Межвуз. сб. науч. тр. Петрозаводск: Петрозаводск. ун-т, 1976. Вопросы механизации работ в лесной промышленности, с. 43—46. [5]. Семенов М. Ф., Солдатников В. И. Влияние конструктивных особенностей трактора ТБ-1 на нагруженность силовой передачи. — Тракторы и сельхозмашины, 1980, № 1, с. 10—12.

Поступила 8 мая 1980 г.

УДК 62-229.6

К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОПИСАНИЮ ОТКЛОНЕНИЙ И СРЫВОВ ЗАГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ ОПЕРАЦИИ ОТ НОРМАЛЬНОГО ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ

Е. Н. РЫКОВ

Львовский политехнический институт (Луцкий филиал)

Загрузочно-транспортные операции часто сопровождаются явлениями, способными нарушить нормальное течение производственного процесса. Это может быть связано с расстройствами режима синхронизации работы загрузочного устройства и станка, выходом из строя деталей и узлов оборудования, его ремонтом, периодическими наладками и регулировкой, переполнением накопителя или недостатком в нем заготовок и т. п. Интервалы времени, определяющие синхронизацию операций производственного процесса, часто бывают случайными величинами.

При идеальной синхронизации всегда справедливо равенство

$$t_i^n = t_{i-1}^k + \tau_{i-1}^r, \quad (1)$$

где t_i^n — начальный момент времени ориентирования заготовки из пакета;

t_{i-1}^k, τ_{i-1}^r — время окончания ориентирования и загрузки в станок предыдущей заготовки.

На практике равенство (1) часто нарушается, вследствие чего имеет место ожидание станком заготовок или очередь заготовок у занятого станка, а в случае неравенства единице коэффициента захвата и ориентации заготовок возможен простой станка из-за несвоевременной их подачи. В случае поступления к станку очередной заготовки, в то время когда на нем еще не окончена обработка предыдущей, могут возникнуть следующие ситуации:

1) заготовка ожидает загрузки в рабочую зону станка, и нормальное течение процесса не нарушается (например, на сегментном разборщике заготовка под действием рабочих сегментов колеблется около положения загрузки в вертикальной плоскости [1]);

2) происходит срыв производственного процесса (принудительная загрузка заготовки в то время, когда станок не закончил обработку предыдущей заготовки). Здесь могут быть случаи, когда или обрабатываемая заготовка, или поступившая, или обе вместе исключаются из производственного процесса (нарушения режима загрузки с заданными вероятностями);

3) заготовка может ожидать начала операции обработки в течение интервала времени τ^k (свободная загрузка заготовки под действием собственной массы при движении по наклонной плоскости).

Если выдерживается условие $t^h \leq t^n + \tau^k$ (t^h — момент начала движения исследуемой заготовки из пакета), то производственный процесс протекает нормально. В противном случае в момент времени $t^n + \tau^k$ заготовка исключается из производственного процесса.

Иногда этих сведений недостаточно, так как необходимо знать, что произойдет с заготовкой далее. Типичные условия следующие: 1) заго-

товка теряет ориентацию; 2) заготовка поступает в накопитель, а затем в загрузочную зону, когда станок простаивает из-за недостатка заготовок. В этом случае необходимо форсировать новый параметр — максимальный объем накопителя заготовок. Интервал ожидания $\tau^ж$ в общем случае может быть случайной величиной с заданным законом распределения, которая часто считается детерминированной, зависящей от места нахождения (координат) и параметров заготовки. Поскольку чрезмерное переполнение емкости накопителя нежелательно, принимают меры для регулирования заполнения накопителя заготовками, ожидающими очереди для загрузки в станок. Простейшая схема формализации, учитывающая это обстоятельство, сводится к следующему.

Если количество заготовок K_2 в накопителе меньше некоторого заранее заданного количества K_1 , то процесс протекает нормально. При $K = K_1$ загрузочное устройство выключается и подача заготовок прекращается. Если при выключении устройства заготовки подаются в станок из накопителя, то выключение загрузочного устройства не оказывает влияния на нормальное течение процесса. Так как устройство не подает заготовок к станку, то через некоторое время их количество в накопителе уменьшится и станет меньше некоторого заданного значения $K_2 < K_1$. Этот фактор служит сигналом для возобновления подачи заготовок. Приведенная схема, несмотря на ее элементарность, может служить для формализации реальных процессов и на других типах ориентирующе-загрузочных устройств [3].

Из возможных случаев расстройств синхронизации необходимо выделить простои станков, вызванные задержками поступления заготовок (их отсутствие в накопителе при коэффициенте вероятности ориентирования загрузочного устройства менее единицы). Если $t^n > t_{i-1}^к + \tau_{i-1}^г$ (в момент $\tau^г$ очередная заготовка на загрузку не поступает), то можно сделать следующие предположения о дальнейшем ходе производственного процесса: 1) загрузочное устройство не работает до момента t^n — нормальное течение процесса не нарушается; 2) устройство работает вхолостую — нормальное течение процесса не нарушается; 3) происходит срыв производственного процесса.

Более существенный фактор нарушения нормального течения процесса — случаи срыва за счет недостаточной надежности оборудования. Сущность проявления этого фактора в том, что при вполне нормальных внешних условиях течения процесса в случайные моменты времени выходят из строя отдельные механизмы и узлы работающего оборудования. Для учета возможных случаев отказов оборудования необходимы соответствующие схемы формализации этих явлений и их математическое описание.

Каждый узел и элемент оборудования в данный момент времени могут находиться в одном из двух возможных состояний: исправном (работает) или неисправном (произошел отказ, выход из строя). Выход из строя каждого узла или детали представляет собой случайное событие. Вероятностное описание этого события строится следующим образом. Пусть $t^{отк}$ — длительность безотказной работы узла — случайная величина. Известно, что функция распределения $F(t)$ случайной величины $t^{отк}$ равна вероятности того, что $t^{отк} < t$, т. е.

$$F(t) = P[t^{отк} \leq t]. \quad (2)$$

Функция $F(t)$ исчерпывающе характеризует надежность работы рассматриваемого узла, так как полностью описывает момент отказа

$t^{\text{отк}}$ как случайную величину. При моделировании часто принимают, что $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$. Этому распределению соответствует функция плотности вероятностей $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$.

В данном случае λ представляет собой среднее значение количества отказов, приходящихся на единицу времени (интенсивность отказов).

Еще более наглядная характеристика надежности узла — среднее время безотказной работы (для показательного распределения $T_{\text{ср}} = 1/\lambda$). Для законов распределения $F(t)$, отличных от показательного, удобно пользоваться такой простой характеристикой, как среднее время безотказной работы $T_{\text{ср}}$. В общем случае оно связано с законом распределения соотношениями

$$T_{\text{ср}} = \int_0^{\infty} t f(t) dt$$

или

$$T_{\text{ср}} = \int_0^{\infty} [1 - F(t)] dt.$$

Момент отказа находится в пределах интервала t_1, t_2 из выражения (2): $t_1 < t^{\text{отк}} \leq t_2$. Вероятность этого может быть определена по формуле

$$P[t_1 < t^{\text{отк}} \leq t_2] = F(t_2) - F(t_1).$$

В случае показательного распределения

$$P[t_1 < t^{\text{отк}} \leq t_2] = e^{-\lambda t_1} [1 - e^{-\lambda(t_2 - t_1)}].$$

Закон распределения случайной величины $t^{\text{отк}}$ или другие ее вероятностные характеристики (среднее значение дисперсии и т. п.) можно определить по опытным данным путем обработки большого статистического материала.

Один из существенных вопросов формализации — индикация неисправности или отказа оборудования. В модели должно быть четко отражено, когда и по какому сигналу индикатора (прибор, человек) становится известным факт отказа оборудования, а также следствия (состояние устройства), к которым приводит отказ в интервале времени между $t^{\text{отк}}$ и моментом, когда становится известным факт отказа. Важно также знать, сколько времени необходимо для ремонта устройства и когда оно будет введено в эксплуатацию. Время замены (ремонта) детали или узла устройства — величина случайная [2].

При загрузочных операциях бывают случаи нарушения процессов ориентации заготовок, что происходит из-за отклонения от режимов работы загрузочного устройства (перекос рабочих сегментов на сегментных разборщиках за счет искривления осей, вытягивания приводных цепей и т. п. [1], заедание в направляющих шибера в шиберных устройствах, уменьшение давления воздуха в пневмосети и т. п. [3]), что ухудшает качество разбора пакета заготовок, их ориентирования и загрузки в рабочую зону станка. Эти факты не обнаруживаются внезапно, они приводят к постепенному выводу устройства из рабочего состояния.

При формализации производственного процесса их объединяют условным понятием «износ» и изучают с точки зрения внешних проявле-

ний этого фактора, т. е. качества процесса и состояния загрузочного устройства.

Наиболее распространены три типа предположений о нахождении заготовки на устройстве и состоянии самого устройства.

1. Заметное количество заготовок, отклонившихся от положения ориентации и не направленных в загрузочную зону станка. Формально факт уменьшения коэффициента ориентации и загрузки в зависимости от времени, прошедшего с момента очередного регулирования и наладки устройства, можно описать в случае, когда вероятность наличия положения «вне ориентации» заготовок — функция $t - t^0$ (где t^0 — момент окончания последней наладки и регулирования загрузочного устройства). Отклонения $P^{\text{откл}} = P_0^{\text{откл}}(t)$ выражаются так:

$$P^{\text{откл}} = \begin{cases} P_0^{\text{откл}} & \text{при } t - t^0 < t^{\text{кр}}, \\ P_0^{\text{откл}} + V(t - t^0 - t^{\text{кр}}) & \text{при } t - t^0 \geq t^{\text{кр}}, \end{cases} \quad (3)$$

где $t^{\text{кр}}$ — момент времени, с которого начинается износ оборудования.

В практике лучше использовать более удобное для расчетов выражение

$$P^{\text{откл}} = P_0^{\text{откл}} + V(t - t^0)^S, \quad (4)$$

в котором нужный характер зависимости обеспечивается соответствующим подбором параметров V и S .

2. Увеличение разброса координат положений заготовки в пространстве. Формально это положение имеет вид

$$\sigma_a^2 = \sigma_{a_i}^2(t - t^0),$$

где $\sigma_{a_i}^2$ — дисперсия координат положений заготовок $\alpha_{\text{II}}^1, \alpha_{\text{II}}^2, \dots, \alpha_{\text{II}}^n$ на загрузочном устройстве.

Конкретные зависимости уравнения (5) выбирают по аналогии с формулами (2) и (4).

3. Увеличение средней длительности выполнения ориентирующе-загрузочной операции $\tau^{\text{оп}}$ (т. е. вероятностные характеристики случайной величины $\tau^{\text{оп}}$ оказываются функциями аргумента $t - t^0$). Для определения среднего значения и дисперсии можно использовать выражения, аналогичные формулам (2) и (4).

В практике встречаются и другие случаи, связанные со специфической ориентированием и загрузки заготовок на иных типах загрузочных устройств.

Для предупреждения и ликвидации износа загрузочных устройств на предприятиях проводят плановые профилактические осмотры и ремонты оборудования, его наладку и регулировку (понятие формализации — «наладка оборудования»). При формализации зависимости периода между последовательными наладками используют различные предположения, среди которых наиболее распространены следующие: 1) период T^n между последовательными наладками имеет постоянную длительность; 2) очередную наладку и регулировку производят в момент, когда суммарное время работы устройства $\Sigma \tau_i^{\text{оп}}$ достигает заданного значения T^n ; 3) очередные наладки и регулирование назначают тогда, когда вероятность отклонений от положения ориентации $P^{\text{откл}}$ дисперсии σ_a^2 положений заготовок или разброс времени дли-

тельности операции выходят за некоторые условные пределы, содержащиеся внутри допустимых интервалов для этих величин.

Длительность наладки регулирования τ^n считается случайной величиной с заданным законом распределения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Батин И. В., Рыков Е. Н. Загрузочное устройство для круглых криволинейных деталей. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1972, № 3, с. 136—140. [2]. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. — М.: Наука, 1978. [3]. Рыков Е. Н. К теоретическим исследованиям загрузочного устройства для круглых и конических деталей с прямолинейной осью. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 4, с. 107—113.

Поступила 21 мая 1980 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 65.014.001.572

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ СТРУКТУРЫ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

П. С. ГЕЙЗЛЕР

Карельский филиал АН СССР

Одна из наиболее важных задач планирования развития лесопромышленных комплексов — обоснование их производственной структуры. Т. С. Лобовиков относит эту задачу к числу ключевых [1]. Организация комплексного использования древесного сырья предполагает создание в составе лесопромышленного комплекса системы производств, взаимно дополняющих друг друга.

Для практического решения задачи должна быть разработана экономико-математическая модель оптимизации структуры лесопромышленного комплекса. Вариант такой модели был разработан автором совместно с проф. А. П. Петровым и опробован на конкретных примерах [2]. Отмеченный вариант модели пригоден лишь для случаев, когда на изучаемой территории (в регионе) нет ранее организованных лесоперерабатывающих предприятий. Все ресурсы имеющегося древесного сырья могут быть направлены на организацию новых производств. Такой вариант модели может быть применен при создании новых лесопромышленных комплексов в неосвоенных, необжитых районах. Кроме того, такая модель пригодна для поиска идеальной структуры лесоперерабатывающих производств лесопромышленного комплекса. Сравнение полученной таким образом идеальной структуры с реально сложившейся весьма полезно при анализе развития лесной и лесоперерабатывающей промышленности региона, возможностей улучшения комплексного использования древесного сырья, путей дальнейшего совершенствования структуры территориального лесопромышленного комплекса.

Реальная структура лесоперерабатывающей промышленности лесопромышленного комплекса может быть получена с использованием модифицированной модели оптимизации структуры комплекса, которая позволяет учесть наличие в лесопромышленном комплексе действующих предприятий и другие условия конкретного района. Для описания модели вводим обозначения:

i — номер вида сырья; i_1 — номер вида первичного сырья, i_2 — вторичного;

A_i — объем i -того вида сырья; A_{i_1} — объем i_1 -го вида первичного сырья; A_{i_2} — вторичного;

M — общий объем первичных ресурсов: $M = \sum_{i_1} A_{i_1}$;

j — номер вида продукции;

k — номер варианта типовой мощности;

l — номер фиксированного предприятия (существующего или строящегося);

B_{kj} — объем производства j -той продукции по k -тому варианту типовой мощности;

- b_{ij} — выход j -того вида продукции из единицы i -того вида сырья;
 Q_{jl} — объем производства j -той продукции на l -м предприятии;
 $\gamma_{j_1 i_2}$ — норма образования i_2 -го вторичного сырья при переработке i_1 -го первичного сырья j -тым производством;
 x_{ijk} — искомый объем i -того вида сырья, потребляемого j -тым производством по k -той типовой мощности;
 y_{ijl} — объем i -того вида сырья, потребляемого j -тым производством на l -м фиксированном предприятии;
 P_{ijk} — удельная прибыль при использовании i -того вида сырья в k -том варианте типовой мощности j -того производства;
 P_{ijl} — удельная прибыль при использовании i -того вида сырья на l -м предприятии по производству j -того вида продукции;
 m — целые числа.

Целевая функция, максимизирующая суммарный эффект от использования наличного древесного сырья в лесопромышленном комплексе, может быть описана так:

$$\sum_{j, i, k} P_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i, j, l} P_{ijl} y_{ijl} \rightarrow \max. \quad (1)$$

Ограничения же модели сводятся к тому, чтобы объем используемого сырья не превышал наличных ресурсов:

$$\sum_{j, k} x_{ijk} + \sum_{j, l} y_{ijl} \leq A_i; \quad (2)$$

то же для первичных ресурсов:

$$\sum_{j, k} x_{i_1 j k} + \sum_{j, l} y_{i_1 j l} \leq A_{i_1}; \quad (3)$$

то же для вторичных ресурсов:

$$\sum_{j, k} x_{i_2 j k} + \sum_{j, l} y_{i_2 j l} \leq A_{i_2}; \quad (4)$$

объем производства продукции на новых предприятиях должен быть кратным одной из типовых мощностей:

$$\sum_i x_{ijk} b_{ij} = m B_{jk}; \quad (5)$$

объем поставок сырья на существующие предприятия должен соответствовать объему производства продукции на этих предприятиях:

$$\sum_i y_{ijl} b_{ij} = Q_{jl}; \quad (6)$$

должен соблюдаться баланс вторичных ресурсов:

$$\sum_{i, j, k} x_{i_1 j k} \gamma_{j i_2} + \sum_{i, j, l} y_{i_1 j l} \gamma_{j i_2} = A_{i_2}. \quad (7)$$

Модель в таком виде отражает специфические особенности древесного сырья и требование его комплексного использования. Это достигается благодаря установлению связи между выходом конечной продукции и качественными характеристиками исходного сырья, выявляе-

нию зависимости эксплуатационных и единовременных затрат от масштабов и вида производственных процессов, качества используемого сырья и полуфабрикатов, определению и экономической оценке образующихся отходов по всем переделам работ и созданию возможностей их вовлечения в переработку.

Данная модель может быть использована для обоснования структуры как производств только по первичной обработке древесины (пиломатериалы, фанера, плиты, целлюлозно-бумажное производство), так и всех лесоперерабатывающих производств, включая производства по вторичной переработке (детали домостроения, продукция деревообработки, мебель, конкретные виды бумаги и картона и т. д.). В этом случае под вторичными ресурсами следует понимать не только отходы производства, но и некоторые виды продукции первичной переработки круглой древесины (пиломатериалы, фанера, плиты, целлюлоза). Эти виды продукции считаются конечными, если они предназначены для использования в регионе без дальнейшей переработки или вывозятся за пределы региона. Таким образом, приведенная выше экономико-математическая модель может без дополнений применяться для обоснования структуры лесоперерабатывающей промышленности территориального лесопромышленного комплекса, включая производство по вторичной переработке.

Рассмотренная модель не учитывает такого важного фактора, как состояние трудовых ресурсов в рассматриваемом регионе. Естественно, если мы планируем создание лесопромышленного комплекса в необходимом районе, где практически отсутствуют свободные трудовые ресурсы, то следует предусмотреть затраты на привлечение в этот район трудовых ресурсов из других районов, на обеспечение их жильем и всеми объектами социально-бытовой инфраструктуры. Могут быть введены и ограничения на общий объем привлекаемых трудовых ресурсов, тем более, что развитие социально-бытовой инфраструктуры в новом районе сопряжено с большими трудностями и, как правило, отстает от создания объектов основного производственного назначения. Если еще учесть, что задача обоснования структуры лесоперерабатывающей промышленности решается для определенного периода времени (5—10 лет), то условия этого периода могут продиктовать необходимость введения ограничений по наличию трудовых ресурсов.

Иная ситуация возникает в уже частично или полностью освоенных районах, где имеется определенная сеть действующих предприятий как по заготовке, так и по переработке древесины.

Лесная и лесоперерабатывающая промышленность в этих районах является составным элементом народного хозяйства и промышленности региона. Вопросы развития лесных подотраслей тесно взаимосвязаны с общим экономическим и социальным развитием района. Взаимосвязь осуществляется по линиям общности территории и ограничений на глобальные ресурсы. Один из наиболее существенных элементов глобальных ресурсов — трудовые ресурсы. На определенной стадии развития народного хозяйства СССР и отдельных экономических районов они могут существенно воздействовать на интенсивность развития всего народного хозяйства и отдельных отраслей. Имеющиеся в регионе трудовые ресурсы могут быть направлены в различные отрасли народного хозяйства и промышленности данного региона.

К вопросу рационального использования трудовых ресурсов тесно примыкает и ряд вопросов социального развития региона.

В рамках решения задач по отраслевым комплексам возможные трудовые ресурсы для использования в данной отрасли должны быть

заданы извне, ибо определить их в задачах отраслевого комплекса нельзя.

Наряду с трудовыми, большое значение имеют и другие глобальные ресурсы, например капиталовложения.

Если вводится ограничение по трудовым ресурсам, то модель (1)—(7) дополняется выражением:

$$\sum_{i, k, j} x_{ijk} t_{ij} + \sum_{i, l, j} y_{ijl} t_{ij} \leq T, \quad (8)$$

где t_{ij} — трудоемкость производства единицы j -той продукции из i -того вида сырья;

T — число занятых в лесопромышленном комплексе или в лесоперерабатывающей промышленности.

Если вводится ограничение по капитальным вложениям, то модель (1)—(8) может быть дополнена выражением:

$$\sum_{i, j, k} x_{ijk} k_{ij} \leq K; \quad (9)$$

где k_{ij} — капиталоемкость производства единицы j -той продукции при изготовлении ее из i -того сырья;

K — капиталовложения в лесоперерабатывающий подкомплекс регионального лесопромышленного комплекса.

Величины T и K либо задаются, либо вводятся по результатам решения задач развития рассматриваемого региона с помощью агрегированных моделей.

В последнее время большое внимание уделяется вопросам охраны окружающей среды. Среди производств, использующих древесное сырье, имеются такие, которые потребляют большое количество воды, а также вызывают загрязнение окружающей среды (водных бассейнов, воздуха). К числу таких производств относятся, в частности, целлюлозно-бумажное и древесноплитное.

Регионы и их различные пункты по-разному относятся к организации на их территории производств, требующих борьбы с загрязняющими окружающей среду выбросами. Нами сделана попытка учесть эти экологические факторы в модели обоснования структуры лесопромышленного комплекса. Экономическая постановка такой задачи следующая. Мероприятия по охране окружающей среды в нашем случае заключаются в создании и эксплуатации специальных очистных сооружений для нейтрализации вредных воздействий некоторых производств на окружающую среду. Затраты на создание и эксплуатацию этих сооружений тем больше, чем больше загрязняющих веществ образуется при производстве. Значит, надо учесть количество образующихся загрязняющих веществ, интенсивность их нейтрализации и расходы (текущие и капитальные) на нее.

Если в приведенной модели максимизируется общая величина эффекта от создания лесоперерабатывающих производств, то в целевой функции с учетом экологического фактора эта эффективность снижается пропорционально объемам переработки древесины в производствах, загрязняющих окружающую среду, на величину затрат на нейтрализацию отрицательных воздействий производства. Таким образом, очистка рассматривается как отдельный вид производства, деятельность которого приносит отрицательный эффект.

Введем новые обозначения:

q — вид загрязняющих веществ;

α_{ijql} — норма образования q -того загрязняющего вещества на l -м действующем предприятии при переработке i -того вида сырья j -тым производством;

α_{ijqk} — то же для k -той типовой мощности;

S_{ql} — объем q -того загрязняющего вещества, образующегося на l -м предприятии;

S_{qk} — объем q -того загрязняющего вещества, образующегося на k -том новом предприятии;

$S'_q = \sum_l S_{ql} + \sum_k S_{qk}$ — общий объем образовавшихся загрязняющих веществ;

r — номер вида очистного сооружения нейтрализующего предприятия;

z_r — мощность r -го очистного сооружения;

β_{rq} — норма расхода на нейтрализацию r -м предприятием q -того загрязняющего вещества;

p_{rq} — расходы (капитальные вложения, текущие затраты) r -го предприятия по очистке окружающей среды от q -того загрязняющего вещества;

$\sum_{r,q} p_{rq} z_{rq}$ — суммарные затраты на создание и функционирование очистных сооружений.

С учетом экологического фактора целевая функция примет такой вид:

$$\sum_{i,j,l} p_{ijl} x_{ijl} + \sum_{i,j,k} p_{ijk} y_{ijk} - \sum_{r,q} p_{rq} z_r \rightarrow \max. \quad (10)$$

При этом добавляются следующие ограничения:

количество загрязняющих веществ, образующихся на существующих предприятиях:

$$\sum_{i,j,l} x_{ijl} \alpha_{ijql} = \sum_l S_{ql}; \quad (11)$$

количество загрязняющих веществ, образующихся на новых предприятиях:

$$\sum_{i,j,k} y_{ijk} \alpha_{ijqk} = \sum_k S_{qk}. \quad (12)$$

Очистка может производиться не полностью, а до определенной допустимой нормы. В этом случае добавляется еще одно соотношение:

$$z_r \beta_{rq} = S'_q \eta_q, \quad \text{где } \eta_q \leq 1. \quad (13)$$

В результате решения задачи по приведенной модели (2) — (7), (10) — (12) можно получить объемы производства продукции лесоперерабатывающих предприятий с учетом необходимости нейтрализации вредных воздействий на окружающую среду.

Опыт экспериментальных расчетов показал существенность всех новых ограничений и дополнений модели. Экологические условия в модели несколько уменьшают расход сырья и объемы производства целлюлозы, бумаги, ДВП, однако в каждом из регионов это сказывается по-разному.

Ограничения на трудовые ресурсы, наоборот, в целом увеличивают объемы химической и химико-математической переработки древесного сырья и уменьшают расход топлива и объемы механической переработки.

Применение модифицированных вариантов моделей структуры лесопромышленных комплексов будет способствовать повышению качества обоснования вариантов их развития и, следовательно, повышению эффективности функционирования этой формы организации производства в лесном хозяйстве, лесной и лесоперерабатывающей промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Лобовиков Т. С. Экономические аспекты организации и развития лесопромышленных комплексов. — В кн.: Актуальные проблемы функционирования лесопромышленных комплексов. М.: Лесн. пром-сть, 1975. [2]. Петров А. П., Гейзлер П. С. Система моделей для планирования развития лесопромышленных комплексов. — В кн.: Экономические проблемы лесной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства. Л., 1977, вып. 6.

Поступила 5 декабря 1980 г.

УДК 658.58.008.041

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Я. Ф. МОЛНАР

Архангельский лесотехнический институт

Лесозаготовительная промышленность в настоящее время насыщается дорогостоящей сложной техникой. Поэтому расходы на техническое обслуживание и ремонт имеют тенденцию к возрастанию, так же как и потери, связанные с простоями оборудования. В этих условиях повышение технической готовности оборудования приобретает важное значение, тем более, что фактически для большинства основных лесозаготовительных машин она остается еще низкой. Так, проведенный нами анализ использования трелевочных тракторов и лесопогрузчиков за 1975—1979 гг. в объединении Архангельсклеспром показывает, что

Показатели	Трелевочные				
	ТДТ-40 М, ТДТ-55, ТДТ-75				
	1975	1976	1977	1978	1979
Машино-дни в ремонте и ожидании его на списочную машину в год:					
фактически	93	94	95	95	109
по нормативам	73	73	69	73	77
Резервы сокращения машино-дней в ремонте и ожидании его на списочную машину в год	20	21	26	22	32
Коэффициент технической готовности:					
фактически	0,75	0,74	0,74	0,74	0,70
по нормативам	0,80	0,80	0,81	0,80	0,79
Резервы повышения технической готовности	0,05	0,06	0,07	0,06	0,09
Возможности высвобождения машин, %	6,7	8,1	10,8	8,1	12,8
Возможная экономия, тыс. р.:					
на текущих затратах	469	498	622	543	803
на капитальных вложениях	1258	1523	2085	1509	2538

коэффициент технической готовности этих машин $K_{т.г}$ не превышает 0,70—0,75 (см. табл.). Более того, по трелевочным тракторам он снижался, особенно по тракторам марок ТБ-1 и ЛТ-89.

Поддерживать относительно невысокий уровень технической готовности леспромхозам удается за счет эксплуатации большого числа трелевочных тракторов и лесопогрузчиков, превышающего реальные потребности. Оснащенность леспромхозов этими машинами крайне неравномерна. В расчете на 100 тыс. м³ заготавливаемого леса насчитывается трелевочных тракторов от 17 шт. (производственное объединение Березниклес) до 32 шт. (Луковецкий леспромхоз), а лесопогрузчиков от 4,3 до 8,5 шт. Совершенно очевидно, что достижение приемлемого $K_{т.г}$ за счет привлечения дополнительного оборудования экономически не оправдано.

Примерно одинаковая техническая готовность трелевочных тракторов и лесопогрузчиков (0,69—0,75), при равной оснащенности ими лесозаготовительных предприятий, достигнута за счет различных усилий ремонтных служб. Возникает вопрос, каким должно быть нормативное значение коэффициента технической готовности трелевочных тракторов и лесопогрузчиков и может ли он быть принят равным для всех предприятий?

Нам представляется, что нормативное значение этого коэффициента должно быть рассчитано исходя из объема работ, приходящихся на списочную машину, числа машин и механизмов, а также удельных простоев оборудования в техническом обслуживании, ремонте и ожидании его. При этом условии нормативное значение коэффициента технической готовности равным не будет.

Коэффициент технической готовности по видам машин предлагается рассчитывать по формуле

$$K_{т.г} = \frac{365n_{сн} - \frac{Vt_{пр}}{100H_{в}K_{н}}}{365n_{сн}}$$

где $n_{сн}$ — среднесписочное число машин, шт.;

V — плановый объем работ, м³;

$H_{в}$ — норма выработки, м³/см;

трактора					Лесопогрузчики				
ТБ-1, ЛТ-89									
1975	1976	1977	1978	1979	1975	1976	1977	1978	1979
91	99	98	106	120	109	109	113	113	114
69	62	60	60	60	69	66	66	66	66
22	37	38	46	60	40	43	47	47	48
0,76	0,73	0,73	0,71	0,67	0,70	0,70	0,69	0,69	0,69
0,81	0,83	0,84	0,84	0,84	0,81	0,82	0,82	0,82	0,82
0,05	0,10	0,11	0,13	0,17	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13
6,6	13,7	15,1	18,3	25,3	15,7	17,1	18,8	18,8	18,8
16	48	63	90	105	391	459	493	476	505
43	162	205	302	497	1357	1486	1668	1456	1755

K_n — коэффициент выполнения норм выработки;

$t_{пр}$ — удельные нормативные простои машин в техническом обслуживании, ремонте и ожидании его, ч на 100 мото-ч работы.

Очевидно, что $365n_{сп}$ — суммарное число машино-смен в хозяйстве, а $\frac{V}{H_B K_n}$ — планируемое число машино-смен в работе.

Умножив $\frac{V}{H_B K_n}$ на $\frac{t_{пр}}{100}$, получим нормативное время простоя оборудования в ремонте и ожидании его (машино-сменах).

Сопоставлением нормативных и фактических коэффициентов технической готовности выявлены резервы их повышения, которые по трелевочным тракторам марки ТДТ равны 0,09, по тракторам ТБ-1 и ЛТ-89 — 0,17, а по лесопогрузчикам — 0,13 пункта.

Фактические простои этих машин в техническом обслуживании, ремонте и ожидании его соответственно больше нормативных в 1,4; 2,0 и 1,7 раза.

Если бы удалось ликвидировать сверхнормативные простои машин в техническом обслуживании и ремонте, можно было бы высвободить каждый восьмой трелевочный трактор марки ТДТ, каждый четвертый трактор ТБ-1 и ЛТ-89, каждый пятый лесопогрузчик и можно было бы не тратить капиталовложений в размере 4,8 млн. р. на приобретение дополнительной лесозаготовительной техники. Значительную часть этой суммы целесообразнее было бы направить на укрепление ремонтной службы лесозаготовительных предприятий с тем, чтобы обеспечить высокую техническую готовность машин и механизмов, их эффективное использование.

Велики потери в результате значительных сверхнормативных простоев оборудования в техническом обслуживании, ремонте и ожидании их. Они оцениваются величиной амортизационных отчислений, приходящихся на время сверхнормативных простоев оборудования, и могут быть рассчитаны по видам машин по формуле:

$$П = \frac{A_{год}}{365} n_{пр},$$

где $A_{год}$ — сумма годовых амортизационных отчислений, тыс. р.;

$n_{пр}$ — число дней сверхнормативных простоев в техническом обслуживании, ремонте и ожидании их.

По объединению Архангельсклеспром потери на текущих затратах, связанных со сверхнормативными простоями только трелевочных тракторов и лесопогрузчиков, оцениваются в размере 1,4 млн. р. (около 8 к. на 1 м³ заготавливаемой древесины).

Выводы

1. Уровень технической готовности лесозаготовительных машин следует планировать исходя из объема работ, приходящихся на сплочную машину, числа машин и удельных простоев их в техническом обслуживании, ремонте и ожидании его.

2. В зависимости от экономии на содержании машин и механизмов вследствие уменьшения амортизационных отчислений, приходящихся на сверхнормативные простои оборудования в техническом обслуживании, ремонте и ожидании его, можно производить премирование работников ремонтных служб леспромхозов.

3. Экономический анализ эффективности использования лесозаготовительной техники не должен ограничиваться расчетом соответствующих коэффициентов (использования в работе, технической готовности, использования исправных машин), но должен включать:

соизмерение фактических и нормативных простоев оборудования в техническом обслуживании, ремонте и ожидании его;

оценку потерь, связанных с пребыванием оборудования в сверхнормативном простое в техническом обслуживании, ремонте и ожидании его;

выявление излишнего оборудования и дополнительных средств, затраченных на их приобретение.

Поступила 5 марта 1981 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*451.2

ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА
ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛЕСОВ ЛОСЯМИ

П. А. ФЕКЛИСТОВ, А. В. БЕЛОЗЕРОВ

Архангельский лесотехнический институт

В последние годы в связи с возросшей численностью лосей все чаще встречаются указания, что они приносят значительный ущерб лесному хозяйству, серьезно повреждают хозяйственно ценные породы, особенно сосну ([1, 2, 5] и др.). Есть и обратные высказывания, что лоси или не наносят вреда молодым, или оказывают даже пользу [3, 7]. На основании анализа имеющихся данных можно заключить, что степень повреждения лесов лосями зависит от следующих факторов: плотности популяции лосей, ее возрастной структуры, региона, породного состава лесов и их возрастной структуры.

Влияние лосей на древесно-кустарниковую растительность мы изучали в Мончегорском и Кольском лесхозах Мурманской области в два этапа. Зимой учитывали численность лосей по следам, а летом — повреждения древесных и кустарниковых пород. Для определения плотности популяции лосей использовали комбинированный метод, в котором маршрутный учет животных по следам сочетался с использованием формулы А. Н. Формозова [4] для расчета плотности на 1000 га угодий. Средняя длина суточного хода определена путем тропления. Всего было пройдено четыре маршрута протяженностью 12 км каждый на территории Куцкольского лесничества и один на территории Мончезерского лесничества, выполнено шесть троплений за период со второй половины декабря 1979 г. по вторую половину января 1980 г. Одновременно с учетом следов определяли и пол прошедших взрослых животных по мочевой точке [6]. Полученные результаты экстраполировали на всю территорию.

На основании наших материалов и данных, полученных в лесхозе о погромах лосями за последние годы, о зимних пастбищах, расспросов охотников и изучения плана лесонасаждений был проложен маршрут протяженностью 25 км, который пересекал наиболее характерные зимние станции лосей. На этом маршруте были отмечены поврежденные участки леса. На таких участках закладывали пробные площадки размером 20×30 м, всего 13 пробных площадей в 3 лесничествах: Куцкольском, Имандровском (Мончегорский лесхоз) и Гирвасском (Кольский лесхоз). На пробных площадях производили сплошной пересчет деревьев и кустарников с разделением по породам, высоте и категориям повреждений. При этом выделяли следующие категории:

- 1) погрызена кора (по всему периметру или его части);
- 2) обкусаны боковые побеги (много — обкусано более 50 % и мало — менее 50 % всех побегов);
- 3) деревья со сломанным или обкусанным главным побегом;
- 4) деревья со сломанным или обкусанным и главным, и боковыми побегами;
- 5) многократно обкусанные или обломанные деревья (к этой категории относили деревья, которые повреждались многократно из года в год).

Пробные площадки для учета поврежденных лосем закладывали в различных станциях, но подробный их анализ произведен в сосняках.

Установлено, что средняя протяженность суточного хода лосей в зимний период составляет в среднем 2,2 км и варьирует по лесничествам незначительно. Обращает на себя внимание несколько большее число самок в популяции. Примерно у 50 % учетных самок были лосята, причем больше одного лосенка не было. В среднем плотность популяции составляет 1,04 шт. на 1 тыс. га угодий.

Из обобщения данных по пробным площадям следует, что основными кормовыми породами в исследуемом районе являются рябина, можжевельник, сосна, ива, осина, береза, красная смородина, ель. Чаще всего на пробных площадях встречаются поврежденные сосна и береза (на 46 % пробных площадей), другие породы встречаются реже (рис. 1). Характерно, что распределение разных пород в «рационе» лосей соответствует распределению в лесхозе площадей молодых I—II классов возраста, взятому по лесоучастительным данным (на первом месте также сосна, а на втором береза), т. е. чем чаще встречается порода в лесах, тем она чаще и повреждается.

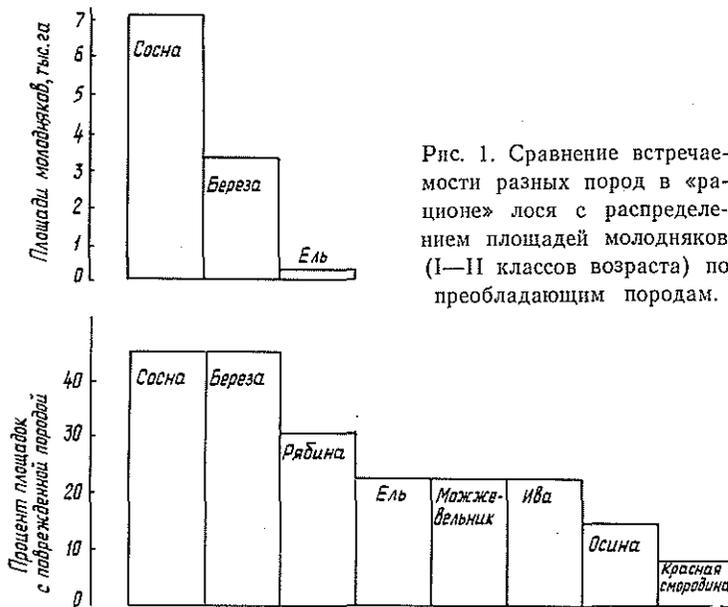


Рис. 1. Сравнение встречаемости разных пород в «рационе» лоса с распределением площадей молодняков (I—II классов возраста) по преобладающим породам.

Процент поврежденных деревьев той или иной породы на пробной площади может, видимо, служить в какой-то мере показателем излюбленности корма, предпочтения его другим. Интересно, что здесь на первое место выходит рябина, т. е. порода, практически не имеющая хозяйственного значения, последующие места занимают можжевельник, ива, осина (рис. 2). Сосна в этом ряду занимает последнее место, процент поврежденных деревьев в среднем составляет 19 %.

Таким образом, лоси повреждают сосну потому, что других пород слишком мало. Повреждение ели носит некормовой характер. Лоси повреждают ее рогами в период гона и отрастания рогов.

Характерно уменьшение процента поврежденных деревьев сосны с увеличением ее высоты, т. е. чем выше деревья, тем меньше процент повреждения (рис. 3). В среднем для сосняков высотой 1—2 м процент поврежденных деревьев колеблется от 23 до 30 %, а с увеличением высоты до 2,5—3 м падает до 10 %.

Для лесного хозяйства важно не только число поврежденных деревьев, но и степень повреждения. Наиболее опасно обламывание или обкусывание главного побега, хотя такие повреждения не обязательно приводят к гибели дерева. Повреждение главного побега наблюдается только в молодняках. Из всех видов повреждений в сосняках любого возраста явно преобладает обкусывание боковых побегов. На двух пробных площадях было относительно много деревьев с поврежденным главным побегом: 19 и 15 % от общего числа деревьев (всего повреждено сосны соответственно 4966 и 5633 шт./га). Там же деревьев с поврежденными боковыми побегами было соответственно 6 и 4 %. Максимальное число деревьев с поврежденными боковыми побегами из всех пробных площадей 22 %. Погрыз коры встречается редко.

Таким образом, при имеющейся плотности популяции лоса в исследуемом регионе вряд ли следует говорить об ущербе, причиняемом лесному хозяйству.

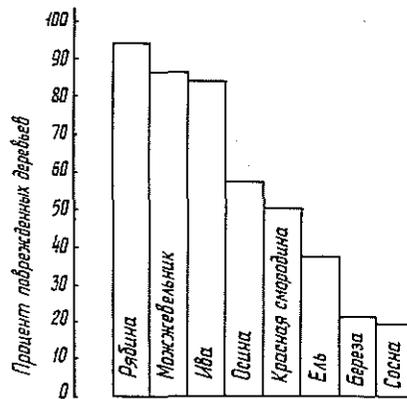


Рис. 2. Частота повреждаемости деревьев и кустарников лосем.

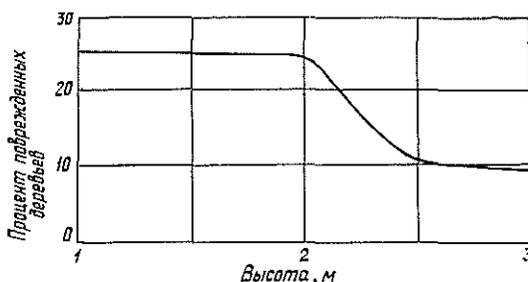


Рис. 3. Зависимость числа повреждений сосны от ее высоты (обобщенные данные по всем пробным площадям).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Горбань В. А. Влияние лося на лесовозобновление в Полесье УССР. — В кн.: Копытные фауны СССР. М.: Наука, 1975, с. 166. [2]. Динесман Л. Г. Вредная деятельность копытных в лесхозах СССР. — В кн.: Роль копытных охотничьих животных в лесном хозяйстве. М., 1959, с. 5—24. (Сообщ. ин-та леса; Вып. 13). [3]. Кудрявцев Н. К., Глушкова Л. В. Повреждение лосями древесных пород. — Тр. Печоро-Илычского гос. заповедника, 1976, вып. 13, с. 163—167. [4]. Кузякин В. А. Охотничья таксация. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 200 с. [5]. Романовский В. П., Бабинок В. В. Повреждение лесов Белоруссии лосями и некоторые предложения по улучшению их промысла. — В кн.: Интенсификация охотничьего хозяйства в системе лесного хозяйства. Минск: Ураджай, 1975, с. 63—65. [6]. Семенов-Тянь-Шанский О. И. Лось на Кольском полуострове. — Тр. Лапландского гос. заповедника, 1948, вып. 2. [7]. Хрипунова Т. В. Лось как фактор ухода за елью в смешанных молодняках Лисинского лесхоза. — В кн.: Проблемы комплексного изучения Северо-Запада РСФСР. Л.: ЛГУ, 1972, с. 147—148.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 630*905.2 : 061.3

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА
И ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ

В конце 1980 г. на базе головного лесотехнического вуза — МЛТИ по поручению Минвуза СССР был проведен семинар заведующих экономическими кафедрами и ведущих лекторов этих кафедр всех институтов, выпускающих инженеров для лесного хозяйства, лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. В его работе приняли участие представители 29 вузов, в том числе 7 лесотехнических, 5 технологических, 6 политехнических, 9 сельскохозяйственных и т. д.

Семинар был посвящен вопросам организации и совершенствования учебной, учебно-методической, научно-исследовательской и воспитательной работы в вузах. Участники семинара были ознакомлены с итогами и планами развития лесных отраслей промышленности и лесного хозяйства, а также высшего образования в стране. Видными учеными и работниками производства было сделано около 50 докладов и сообщений.

С докладом о современных требованиях к подготовке инженерных кадров выступил ректор МЛТИ проф. А. Н. Облвин. Лесная высшая школа имеет определенные успехи в обеспечении народного хозяйства специалистами. Потребности страны в квалифицированных кадрах в основном удовлетворяются.

С 1966 г. лесотехнические вузы увеличили контингент студентов на 50 %. В результате, например, в Минлеспроме СССР доля специалистов в общей численности работающих повысилась с 5,7 до 12 %, а число практиков среди ИТР сократилось с 61 % в 1967 г. до 29 % в 1979 г.

Докладчик подробно осветил новые задачи высшей школы по экономической подготовке лесоинженерных кадров, особенности предстоящего пятилетия.

Большой доклад о развитии и проблемах повышения эффективности лесного комплекса сделал директор ВНИИЛМа проф. Н. А. Монсеев. Он проанализировал основные направления развития лесных отраслей в стране и за рубежом с учетом долгосрочной перспективы, показал необходимость комплексного решения всех задач выращивания, заготовки и переработки древесины.

Региональным проблемам формирования лесного комплекса страны был посвящен доклад канд. экон. наук В. К. Антонова (СОПС при Госплане СССР). Он отметил, что взаимосвязанные отрасли — лесное хозяйство, лесозаготовительная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная и лесохимическая промышленность — не могут полностью удовлетворить потребности народного хозяйства потому, в частности, что функционируют обособленно. Одно из основных направлений повышения эффективности — создание территориально-производственных лесных комплексов. Докладчик осветил примеры подобных комплексов в разных районах страны, показал их эффективность, ее источники. Так, за 20-летний период работы в лесном комплексе «Прикарпатье» при сокращении объема лесозаготовок почти в 5 раз объем лесовосстановительных работ и выход продукции из 1 м³ древесины увеличился в 10 раз.

На семинаре с особым вниманием обсуждались задачи экономических кафедр, вытекающие из постановлений ЦК КПСС и СМ СССР «О дальнейшем развитии высшей школы и повышении качества подготовки специалистов» и «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы» (1979 г.).

Особенности требований лесного хозяйства к уровню экономической подготовки инженерных и экономических кадров подробно осветил В. А. Туркин (Минлесхоз РСФСР).

Вопросы дальнейшего совершенствования подготовки научно-педагогических кадров проанализировал в своем выступлении проректор ЛТА проф. А. П. Петров. Докладчик отметил, что и в наш век машин по-прежнему незыблемой остается старая истина: главным учителем является человек, тот, кто не просто передает студентам знания, но и беседует с ними, общается, воспитывает. От его уровня в конечном итоге зависит и уровень обучения студентов, качество их подготовки. Поэтому система подготовки научных и педагогических кадров должна совершенствоваться ускоренными темпами. Для этого надо привести в действие многие рычаги управления

этим процессом — от комплексного планирования до полного использования научного потенциала экономических кафедр.

В своем выступлении канд. экон. наук Е. И. Романенко (Минлесбумпром СССР) отметил, что работники министерства и научно-техническая общественность провели большую подготовительную работу по выполнению постановления ЦК КПСС и СМ СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы». Разработано 28 нормативных актов, организована работа 8 комиссий по совершенствованию планирования, финансирования, материально-технического снабжения и т. д., создан ряд комплексных отраслевых программ. Например, программа решения экономических проблем по улучшению планирования предусматривает определение перспектив развития и размещения промышленности на одиннадцатую и двенадцатую пятилетки и прогноз развития до 2000 г. Особое внимание в программе уделено повышению эффективности капиталовложений, совершенствованию оплаты труда, управлению качеством продукции, социального развития, применения экономических рычагов и стимулов.

Внедрение новых показателей началось в министерстве давно. Так, показатель нормативно-чистой продукции в опытном порядке внедрялся с 1974 г. Сейчас он применяется на 40 предприятиях. Нормативный метод планирования заработной платы используется на всех предприятиях отрасли с 1976 г.

Разработаны мероприятия по пересмотру более тысячи отраслевых стандартов, внедряется технический паспорт предприятия. Не дает пока желаемых результатов работа по расширению перевода предприятий на прямые длительные хозяйственные связи.

Об экономической работе в лесном хозяйстве рассказал Б. В. Толоконников (Гослесхоз СССР).

В. П. Татарин (Госплан СССР) подробно рассказал об основных тенденциях развития лесной индустрии. Особую значимость имеют вопросы увеличения выпуска конечной продукции, повышения ее качества, переход на современные виды лесопроизводства. Вызывает беспокойство баланс производственных мощностей. Пока выбытие опережает ввод новых мощностей, хотя плановые капиталовложения осваиваются почти полностью.

Экспорт лесопроизводства по объемам поставок стоит на четвертом месте в стране, отметил канд. экон. наук В. И. Скворцов, (ВНИПИЭИлеспром), а по выручке, он уступает только нефтепродуктам, намного опережая экспорт автомобилей, химических удобрений, черных металлов и др.

Проблему топливных дров затронул докт. экон. наук Е. Е. Бурсин (ВНИПИЭИлеспром). В 1979 г. было завезено 9 млн. м³ дров в 96 областей, краев и республик, иногда на несколько тысяч километров. Это обходится почти в 30 млн. р. и ежедневно требует 2,5 тыс. вагонов. Если же наладить промежуточное лесопользование, рубки ухода, рациональную эксплуатацию лесов I группы, то во многих районах можно было бы получить собственных дров в 2—3 раза больше, чем завозится.

Интересным был ряд других докладов, посвященных в основном научно-техническому прогрессу: канд. экон. наук Н. П. Мошонкина (Госкомитет СССР по науке и технике), канд. экон. наук В. М. Шлыкова (ВНИПИЭИлеспром), проф. В. С. Сомицкого (ЛТИ ЦБП) и др.

Детальному разбору на семинаре подверглась практика изучения математических дисциплин и применения технических средств обучения: выступления проф. Ю. И. Духона, доц. И. С. Ольшанского (МЛТИ), Б. А. Осипенко (ВИПК Минлесбумпрома СССР) и др. Доклады сочетались с посещением специализированных МЛТИ и ВИПК, вычислительного центра МЛТИ.

Участники семинара с интересом заслушали выступления проректора Белорусского технологического института проф. А. Д. Янушко и его коллег об опыте организации деловых игр, контроле знаний студентов.

На семинаре были прочитаны лекции по педагогике высшей школы, о политическом воспитании студентов, о совершенствовании учебно-издательской деятельности.

В заключение участники семинара обменялись опытом работы, обсудили и приняли решение по вопросам распространения прогрессивных методов обучения и контроля, проведения практик, курсового и дипломного проектирования, НИРС и УИРС, воспитательной работы, организации самостоятельной работы студентов.

Е. М. Чинченко

Московский лесотехнический институт

УДК 630*2 : 061.3

СОВЕЩАНИЕ ПО ЛЕСНОЙ ТИПОЛОГИИ

20—23 апреля 1981 г. секция лесной типологии научного совета по проблемам леса АН СССР, в обновленном составе, на базе кафедры геоботаники Днепропетровского государственного университета провела рабочее совещание. Перед членами секции стоит очень сложная задача: координировать деятельность лесотипологов, создать предпосылки для их консолидации и на этой основе разработать руководящие положения, которые составили бы теоретическую платформу для результативного проведения третьего лесотипологического совещания.

Во вступительном слове, а затем и в своем докладе проф. А. Л. Бельгард указал на важность разработки вопросов лесной типологии. Стержневым вопросом данной дисциплины он считает рельеф, геологию, почву, влагу, т. е. те главные условия, которые обеспечивают жизнь леса. Докладчик подчеркнул, что лес в степи находится в экстремальных условиях экологического несоответствия. Искусственные леса в степи — экологический феномен. В связи с этим им внесены некоторые коррективы в сетку П. С. Погребняка. Леса в степи создаются не для получения пиловочника или других сортиментов, а для улучшения среды.

Председатель секции проф. Л. П. Рысин (Лаборатория лесоведения АН СССР) информировал участников совещания о результатах подготовительной работы. В частности, на письменные запросы председателя члены секции внесли конкретные предложения по плану работы секции. Большинство специалистов считает, что необходимо уточнить, прежде всего, объем типа леса, его главные признаки, определить критерии, позволяющие вести обработку типологических материалов на ЭВМ, подготовить труд «Типы лесов СССР».

Важной задачей ближайшего времени признана разработки словаря терминов и понятий. Различное толкование их нередко приводит к недоразумениям, затрудняет понимание разных типологических взглядов.

Назрела необходимость в проведении третьего лесотипологического совещания, которое должно объединить различные направления и позволит создать общетеоретический фундамент, на котором можно разработать (или скорректировать) схемы и номенклатуру типов лесов применительно к различным регионам. При этом была подчеркнута необходимость уточнения лесоводственно-экономического районирования территории СССР, как важной основы для тех или иных типологических построений.

Обращено серьезное внимание также на необходимость четкого определения путей и форм прикладного использования лесной типологии. Для каждого региона рекомендуется выявить эталонные участки типов лесов и заложить постоянные пробные площади. Исследование таких участков позволит поставить разработку лесотипологических вопросов на более конкретную и глубокую научную основу.

В обсуждении поставленных вопросов приняли участие 13 человек. П. Н. Львов обратил внимание на то обстоятельство, что за восемь десятилетий существования лесной типологии эта дисциплина «обросла» большим количеством разнообразных наслоений; за ними нередко трудно отыскать сердцевину лесной типологии, отцом которой всеми признается Г. Ф. Морозов. Нужна терпеливая и, видимо, длительная работа по созданию научной платформы, которая позволит объединить течения, по существу не имеющие принципиальных различий. К. К. Буш считает, что лесная типология — не самоцель, а средство для достижения конкретных практических результатов. Е. П. Смолоногов подчеркнул, что первоосновой лесной типологии является лесорастительное районирование. Он поделился опытом классификации кедровников на принципах генетической типологии.

С. А. Дыренков, В. С. Гельтман, как и другие выступавшие, обратили внимание на важность разработки словаря терминов и понятий, написание монографии по типам лесов СССР. Б. Ф. Остапенко считает, что принципиальных расхождений между укра-

инской и ленинградской школами лесных типологов нет. Л. Б. Махатадзе, А. Г. Долуханов, С. П. Каразия, В. К. Мякушко, Э. Ф. Лыхмус поддержали выступавших и внесли свои предложения по дальнейшей организации работы секции лесной типологии.

В целом заседание было полезным и плодотворным. Оно показало, что создание единой типологии СССР жизненно важно и вполне реально. Члены секции высказали пожелание провести очередное рабочее заседание секции лесной типологии в Архангельске в июне 1982 г.

Нельзя не упомянуть о радушии сотрудников Днепропетровского университета. Они поделились опытом своей работы и познакомили с биогеоэкологическим стационаром, в создании материальной базы которого приняли активное участие сотрудники кафедры. Все мы почерпнули для себя полезный опыт эффективной организации комплексных научных исследований.

П. Н. Львов

Архангельский лесотехнический институт

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*907(049.3)

КНИГА
О РАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

Разработка научных основ рационального природопользования — одна из важнейших теоретических и практических проблем советской науки. В этом плане книга д-ра с.-х. наук, проф. С. А. Генсирюка «Рациональное природопользование»*, посвященная различным аспектам охраны природы и рациональному использованию природных богатств, является значительным вкладом в решение теоретических и прикладных вопросов оптимизации природной среды.

В книге достаточно глубоко изложены научные основы рационального природопользования, освещены теоретические принципы комплексного природного и лесохозяйственного районирования, раскрыто влияние леса на сохранение природных экосистем, широко показана роль леса в охране земельных и водных ресурсов, а также значение заповедников и заказников, национальных и природных парков в сбережении экологического равновесия. Наряду с теоретическими разработками, в книге содержатся научно обоснованные рекомендации по наиболее полному и эффективному использованию лесных, земельных, водных и минерально-сырьевых ресурсов.

Большой фактический материал, использованный при написании книги, фундаментальность в изложении теоретических и практических вопросов, комплексный подход к исследованию проблем рационального природопользования позволили автору глубоко раскрыть социалистические принципы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

С позиций комплексного подхода к решению проблем рационального природопользования С. А. Генсирюк приводит убедительные доказательства большой роли лесов в сохранении природной среды, поддержании ими естественного состояния биосферы и экологического равновесия на всей нашей планете. Автор рассказывает о последствиях нерегулируемой эксплуатации природных ресурсов в ряде регионов мира и убедительно подводит читателя к выводу о необходимости оптимизации их использования в глобальном масштабе.

Значительное место в книге отведено рекреационному использованию лесных территорий, созданию природных и национальных парков. С. А. Генсирюк достаточно полно освещает вопросы планирования и организации природных парков и рекреационных зон, рассматривает основные принципы размещения зон отдыха и нормирования рекреационных нагрузок, а также излагает специфические особенности ведения лесного хозяйства в таких зонах.

Большим достоинством книги является удачная попытка объединения научных поисков в теории природопользования и решении ряда важнейших прикладных вопросов, касающихся охраны, использования и воспроизводства природных богатств. Особое внимание уделено вопросам рационального использования земель лесного фонда, повышению продуктивности лесов, улучшению их породного состава и возрастной структуры, увеличению лесистости степных и лесостепных районов Украины за счет облесения неудобных площадей. Значительное место автор отводит рассмотрению эколого-экономических проблем охраны природы и рационального использования природных ресурсов. Заслуживают внимания поднятые автором вопросы, касающиеся совер-

* Генсирюк С. А. Рациональное природопользование. — М.: Лесн. пром-сть, 1979.—312 с.

шенствования таксовых цен на древесину и продукты побочного пользования, экономической оценки различных полезных функций леса, а также основных лесохозяйственных мероприятий. Цифровые данные и иллюстрации способствуют лучшему восприятию ряда положений, изложенных в книге.

Автором использован большой фактический материал, привлечены данные смежных наук (почвоведения, биогеографии, гидрологии, ботаники и др.), статистические и архивные материалы. Все это, наряду с широтой затронутых вопросов и комплексным подходом к исследованию, дает основание говорить о книге С. А. Генсирюка как о значительном вкладе в развитие науки природопользования, способствующем решению практических вопросов оптимизации окружающей человека природной среды.

Г. Н. Гигаури

Тбилисский институт горного лесоводства.

УДК [630*79+630*] (049.3)

КОМПЛЕКСНЫЙ УЧЕБНИК ДЛЯ ЛЕСОЭКОНОМИСТОВ *

Экономическая подготовка инженеров всех специальностей в вузах завершается курсом организации, планирования и управления предприятиями. Именно в этом курсе будущий специалист приобретает навыки экономических расчетов, обоснований, планирования. Особенно велика его роль для инженерно-экономических специальностей.

Три составные части курса взаимосвязаны, но существенно различны по характеру. В рамках сравнительно небольшого (22 печ. л.) учебника нелегко глубоко и полно раскрыть специфику трех научных дисциплин и сбалансировать их по объему. Авторам рецензируемого учебника сделать это было еще труднее в связи с необходимостью отразить особенности нескольких совсем несхожих производств: лесозаготовок, сплава, лесного хозяйства. С отмеченными трудностями они в основном справились еще в первом издании (1972 г.).

Переработанный и дополненный учебник 1980 г. — шаг вперед. В нем 18 глав. Три главы посвящены предмету и задачам курса, вопросам состава производства, структуры предприятий и управления ими. Организация производства изложена в пяти главах, планирование — в семи. Вопросам подготовки производства и вспомогательно-обслуживающим производствам отведены две главы. Заканчивается учебник главой об оперативно-производственном планировании и внутризаводском хозрасчете.

Лесохозяйственному производству посвящены две главы: об организации и о производственно-финансовом плане. Вопросы сплава рассмотрены в основном вместе с лесозаготовками и в четырех отдельных параграфах.

Изложение на протяжении всего учебника насыщенное, плотное. Авторы приводят много примеров, демонстрируют отличное знание производства и его проблем. Ряд вопросов: о производительности труда, бригадах, хозрасчете, оценке качества работы и др. — дан в оригинальной трактовке.

Студент, добросовестно поработавший с учебником, несомненно, приобретет хорошие знания и навыки по предмету.

Динамичный характер развития социалистической экономики предъявляет высокие требования к учебной литературе. На очереди стоит вопрос о подготовке нового издания учебника по организации и планированию лесного производства. В нем более подробно должны быть освещены новые разделы техпромфинплана, применение показателя нормативно-чистой продукции, нормативное планирование заработной платы, планирование себестоимости лесопроductии по факторам, социальное планирование, охрана природы.

Студентам-экономистам читается специальный курс «Основы управления». В нем и должны быть сосредоточены все вопросы управления, а курс, по которому написан рецензируемый учебник, следует назвать «Организация и планирование на предприятиях и в объединениях лесной промышленности и лесного хозяйства». Два отдельных курса целесообразно читать студентам-технологам, механикам, лесохозяйственникам.

Однако все это — дело будущего. Здесь же еще раз выразим благодарность авторам за выполненный ими большой труд. Их учебниками пользуются не только студенты, но и инженеры-экономисты на предприятиях. Тираж нового учебника должен быть значительно увеличен.

Т. В. Корельская

Архангельский лесотехнический институт.

* Родигин А. А., [Платонов П. И., Морозов Ф. Н.] Организация, планирование и управление на предприятиях лесной промышленности и лесного хозяйства: Учебник для вузов. — 2-е изд., доп. и перераб. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 352 с.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>И. В. Воронин.</i> Организация выполнения задач, поставленных XXVI съездом КПСС перед лесным хозяйством	3
<i>Н. А. Моисеев, С. Г. Синицын.</i> Непрерывное и неистощительное пользование лесом — основополагающий принцип организации лесозексплуатации и лесного хозяйства	5
<i>И. С. Мелехов.</i> Учебно-опытные лесхозы вузов и научно-технический прогресс	12

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Н. Д. Васильев.</i> Влияние механического состава дерново-подзолистых почв на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной	19
<i>Г. П. Сафронова, Л. А. Пестова.</i> Влияние различных мульчирующих материалов на температуру и влажность почвы в лесном питомнике	23
<i>А. В. Лепехин.</i> Изменение таксационных показателей сосняков в процессе прожигания	27
<i>Р. И. Поюровская.</i> Норматив для определения объемов рубок ухода в хвойно-лиственных молодняках	30
<i>В. К. Попов, Н. М. Попова.</i> Особенности накопления зеленых пигментов в хвое сосны чистых и смешанных культур	32
<i>Г. С. Разин.</i> Способ определения оптимальной текущей густоты древостоев при их целевом выращивании	35
<i>А. В. Альбенский, И. В. Калинин, Т. С. Краснова.</i> Семенные поколения прививок ясеней	39

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>А. В. Дуров.</i> Эксплуатационная топливная экономичность лесовозного автопоезда КраЗ-255Л	42
<i>В. Н. Меньшиков.</i> Влияние вылета манипулятора валочно-пакетирующей машины на ее производительность	46
<i>А. М. Кулижников, В. А. Лукина.</i> К определению морозостойчивости дорожных одежд с теплоизолирующими слоями	51
<i>Г. Ф. Храмов, В. Ф. Бадюков.</i> К вопросу о расчете вертикальной динамики лесовозного автопоезда	54
<i>А. В. Жуков.</i> Оценка динамики лесозаготовительных машин при транспортировке деревьев на тягаче в погруженном положении	59

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>О. П. Афанасьев.</i> Физическое моделирование динамических процессов	70
<i>В. И. Веселков, Т. С. Исупова.</i> Экспериментальная установка для исследования динамики механизмов резания ленточнопильных станков	78
<i>Ю. В. Новоселов.</i> Математическая модель барабанной сушилки как объекта управления	82
<i>Л. А. Терехина.</i> Методика приближенной оценки мощности двигателя механизма подачи шпалорезного станка	85
<i>А. Ф. Селезнев.</i> О динамике механизма резания ленточнопильного станка	89

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>С. Д. Каменков, И. А. Гамова, А. А. Эльберт.</i> Исследование модифицированного связующего на основе карбамидной и новолачной фенолоформальдегидной смол	94
<i>Б. Д. Богомолов, О. Ф. Горбунова, Г. М. Боголицына.</i> О возможности использования метилмеркаптида натрия при сульфатной варке целлюлозы	97
<i>Г. Н. Кононов, В. И. Азаров.</i> Взаимодействие эпихлоргидрина с углеводами древесины	101
<i>Р. М. Вздорникова, Э. И. Шмудлевская, А. А. Ливеровский.</i> Химический состав нейтральной части коптыльного препарата «Вахтоль»	103
<i>Н. В. Терегеря, В. В. Терегеря, Ф. А. Медников.</i> Поверхностно-активные вещества из таллового масла смеси лиственных и хвойных пород древесины	106

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

<i>В. В. Огурцов.</i> Достоверность автоматической сортировки конструкционных пиломатериалов по прочности	109
<i>М. Ф. Семенов.</i> Особенности оптимизации эксплуатационных параметров силовых передач лесозаготовительных машин	112
<i>Е. Н. Рыков.</i> К математическому описанию отклонений и срывов загрузочно-транспортной операции от нормального ее выполнения	116

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>П. С. Гейзлер.</i> Совершенствование модели структуры лесопромышленного комплекса	121
<i>Я. Ф. Молнар.</i> Экономическая оценка уровня технической готовности лесозаготовительных машин	126

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

<i>П. А. Феклистов, А. В. Белозеров.</i> Лесохозяйственная оценка повреждений лесов лосями	130
--	-----

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

<i>Е. М. Чинченко.</i> Экономические проблемы лесного комплекса и подготовка инженеров	133
<i>П. Н. Львов.</i> Совещание по лесной типологии	135

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

<i>Г. Н. Гигаури.</i> Книга о рациональном природопользовании	137
<i>Т. В. Корельская.</i> Комплексный учебник для лесозаготовителей	138
Рефераты	142

CONTENTS

<i>I. V. Voronin.</i> Organization of fulfilling the tasks set by the XXVI CPSU congress in forestry	3
<i>N. A. Moiseev, S. G. Sintsin.</i> A continuous and inexhausting forest use is a basic principle of organizing forest exploitation and forestry	5
<i>I. S. Melekhov.</i> Higher schools' educational-experimental leshozes and scientific and technical progress	12

FORESTRY

<i>N. D. Vasiliev.</i> The mechanic composition of the turf-podsol soil influence on the pine seedlings' growth and development	19
<i>G. P. Safronova, L. A. Pestova.</i> Effect of different mulching materials on temperature and moisture of soil at forest nursery	23
<i>A. V. Lepikhin.</i> Changing tax indices of pine forests in the process of thinning	27
<i>R. I. Poyurovskaya.</i> The standard for calculating the size of cleaning cuttings in conifer — deciduous young stands	30
<i>V. K. Popov, N. M. Popova.</i> Peculiarities of accumulating green pigment in pine needles of pure and mixed cultures	32
<i>G. S. Razin.</i> Method of calculating the optimum current thickness of stands when growing them for special purpose	35
<i>A. V. Albensky, I. V. Kalinina, T. S. Krasnova.</i> Seed generations of ash graftings	38

FOREST EXPLOITATION

<i>A. V. Durov.</i> Operational fuel economy of Kraz-255L logging autotractor	42
<i>V. N. Menshikov.</i> Influence of reach of a felling-packing machine manipulator on its productivity	46

<i>A. M. Kulzhnikov, B. A. Lukina.</i> On determining the frost hardness of road coatings with thermoinsulating layers	51
<i>G. F. Khrantsov, V. F. Badyukov.</i> On the probleme of calculating the vertical dynamics of a logging autotrains	54
<i>A. V. Zhukov.</i> Evaluation of dynamics of logging machines when transporting trees on a tractor in the loaded state	59

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>O. A. Afanasiev.</i> The physical modelling of dynamic processes	70
<i>V. I. Veselkov, T. S. Jsupova.</i> Experimental installation for investigating the dynamics of cutting mechanisms of band saws	78
<i>Ya. V. Novoselov.</i> The drum drier's mathematical model as the control object	82
<i>L. A. Terekhina.</i> Method of approximate estimation of the capacity of a sleeper' saw bench feed mechanism motor	85
<i>A. F. Seleznev.</i> On dynamics of cutting mechanism of a band saw	89

CHEMICAL WOODWORKING

<i>S. D. Kamenkov, I. A. Gamova, A. A. Elbert.</i> Investigation of modified adhesive based on urea and novolac phenol-formaldehyd resin	94
<i>B. D. Bogomolov, O. F. Gorbunova, G. M. Bogolitsyna.</i> On the possibility of application of sodium methylmercaptide in sulphate pulp process	97
<i>G. N. Kononov, V. I. Azarov.</i> Interaction of epichlorhydrine and carbohydrates of wood	101
<i>R. M. Vzdornikova, E. I. Shmulevskaya, A. A. Liverovsky.</i> Chemical composition of the neutral part of smoking "Vakhtol" preparation	103
<i>N. V. Teregerya, V. V. Teregerya, F. A. Mednikov.</i> Tall oil surface active substances of the mixture of deciduous and coniferous species of wood	106

COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES

<i>V. V. Ogurtsov.</i> Reliability of the automatic grading of construction lumber according to strength	109
<i>M. F. Semenov.</i> Peculiarities of optimization of operational parameters of logging machines power transmissions	112
<i>E. N. Rykov.</i> On mathematical description of deviatious and break downs of transport-loading operation from its carrying out normally	116

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

<i>P. S. Getzler.</i> Improvement of the model of forest inegrated industrial complex structure	121
<i>Ja. F. Molnar.</i> Economic evaluation of logging machinery technical preparedness level	126

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>P. A. Feklistov, A. V. Belozerov.</i> Forestry evaluation of the damage caused to the forests by elks	130
--	-----

SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS

<i>E. M. Chinchenko.</i> Economic problems of forest complex and training engineers	133
<i>P. H. Lvov.</i> Conference of forest typology	135

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>G. N. Gigaury.</i> Book on rational nature use	137
<i>T. V. Korelskaya.</i> A complex text book for forest economists	138
Referates	142

РЕФЕРАТЫ

Организация выполнения задач, поставленных XXVI съездом КПСС перед лесным хозяйством. ВОРОНИН И. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*61

Непрерывное и неистощительное пользование лесом — основополагающий принцип организации лесозаготовки и лесного хозяйства. МОИСЕЕВ Н. А., СЕНИЦЫН С. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 5.

Непрерывное и неистощительное пользование лесом (ННПЛ) — основополагающий принцип лесоустройства, обеспечивающий упорядочение лесозаготовки и лесного хозяйства. Сущность ННПЛ сводится к соразмерению пользования ресурсами (продуктами и услугами) леса со сроками и масштабами их воспроизводства.

Дается обоснование названия этого принципа, содержания, величины и характера объекта его приложения, а также показателей для регулирования ННПЛ и контроля за его выполнением. Перечисленные вопросы рассматриваются с позиций проблемы воспроизводства лесных ресурсов. Главное внимание уделяется рассмотрению ННПЛ в условиях динамического сбалансирования расширяющихся масштабов производства и потребления различных ресурсов лесов и в многоцелевом лесном хозяйстве. Рассматривается роль лесоустройства в решении этой ответственной задачи, являющейся этическим обязательством перед будущими поколениями передать лесной фонд в лучшем виде, обеспечивающим высокий и многосторонний потенциал ННПЛ.

УДК 378

Учебно-опытные лесхозы вузов и научно-технический прогресс. МЕЛЕХОВ И. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 12.

Показаны роль и значение учебно-опытных лесхозов высших учебных заведений в развитии лесной науки и подготовке лесных специалистов. Даны исторические аспекты и современное состояние. Намечены пути поднятия уровня вузовских учебно-опытных лесхозов, более действенного использования их научного и учебного потенциала.

УДК 630*232.411.3 (470.343)

Влияние механического состава дерново-подзолистых почв на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной. ВАШИЛЬЕВ Н. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 19.

Отмечается низкая окультуренность почв лесных питомников Марийской АССР. Приводятся данные о влиянии механического состава почв на грунтовую всхожесть семян сосны, темпы роста сеянцев на второй год и анализируется влияние механического состава на выход стандартных сеянцев, среднюю высоту и общую фитомассу их. Дается математическая модель ожидания указанных показателей в зависимости от содержания в почве частиц физической глины. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*232.325.3

Влияние различных мульчирующих материалов на температуру и влажность

почвы в лесном питомнике. САФРОНОВА Г. П., ПЕСТОВА Л. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 23.

Проведено сравнительное изучение температуры и влажности почвы в период прорастания семян в лесном питомнике (южнотаежная подзона Сибири) при использовании различных материалов: опилок, темной и прозрачной полиэтиленовой пленки. Сделан вывод о целесообразности использования темной полиэтиленовой пленки для послепосевного покрытия гряд. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*5.630*242

Изменение таксационных показателей сосняков в процессе прореживания. ЛЕПЕХИН А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 27.

На примере молодых сосны, созданных в 1944 г. посадкой, рассмотрено изменение основных таксационных показателей при рубках ухода, проведенных с разной интенсивностью тремя способами: равномерный, равномерно-выборочный и линейный в сочетании с равномерно-выборочным. Исследования показали, что через 7 лет после рубки ухода слабой интенсивности во всех случаях восстановилась полнота древостоя. Текущее изменение запаса древостоя при равномерно-выборочном разреживании мало зависело от интенсивности рубки, а при линейном в сочетании с равномерно-выборочным постепенно возрастало от слабой до сильной интенсивности. Отпад деревьев с повышением интенсивности рубки, как правило, снижался. Табл. 1.

УДК 630*241

Норматив для определения объемов рубок ухода в хвойно-лиственных молодняках. ПОЮРОВСКАЯ Р. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 30.

Приводится методика разработки норматива определения объемов рубок ухода в молодняках по составу. Норматив дан в виде уравнений связи коэффициентов состава и процента площадей хвойно-лиственных молодняков со смешанной пород. Норматив может быть использован для лесоводственно-экономических расчетов оптимальных объемов рубок ухода в молодняках при лесоустройстве. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*161.32:630*174.754

Особенности накопления зеленых пигментов в хвое сосны чистых и смешанных культур. ПОПОВ В. К., ПОПОВА Н. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 32.

Береза в составе сосновых насаждений, оказывая положительное биотрофное влияние, способствует более интенсивному накоплению хлорофилла в хвое сосны. Механическое, биофизическое воздействие проявляется лишь в примыкающем ряду при значительном перерастании сосны березой. Рост сосны положительно коррелирует с накоплением пигментов. Исключение составляет примыкающий ряд, где наблюдается обратная корреляция между этими показателями. Табл. 3. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*5

Способ определения оптимальной текущей густоты древостоев при их целевом выращивании. РАЗИН Г. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 35.

Обосновывается способ определения оптимальной текущей густоты древостоев. Для повышения точности этого способа определяется: а) максимальное значение оптимальной текущей густоты перед разреживанием — по густоте, соответствующей состоянию древостоев, имеющих предельную сумму площадей проекций крон деревьев при интересующей лесовода средней высоте; б) минимальное значение оптимальной текущей густоты после разреживания — по густоте, обеспечивающей достижение динамичной предельной суммы площадей проекций крон деревьев к моменту последующего разреживания (а при последнем разреживании — к моменту главной рубки или на 5—10 лет раньше) с учетом ожидаемого роста в высоту за оптимальную периодичность, установленную по лесоводственным и экономическим критериям (например, по схеме: через 5—5—10—10—15, 5—10—10—10—15 или 5—10—15 лет и т. д.) с учетом начальной густоты, состава, условий местопроизрастания и т. д. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*165.6:674.031.931.2

Семенные поколения прививок ясеней. АЛБЕНСКИЙ А. В., КАЛИНИНА И. В., КРАСНОВА Т. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 39.

В процессе селекции деревьев для защитного лесоразведения в Нижнем Поволжье, наряду с половыми гибридами ясеней зеленый хясеней европейский, выращены первое — третье семенные поколения прививок этих же видов. Их возраст 20 и 15 лет.

Измерения на постоянной пробной площади насаждения из второго семенного поколения показали, что в 20 лет они достигли средних размеров 463 ± 13 см против 206 ± 9 см в контроле. Определены анатомо-морфологические и физиологические изменения у семенного потомства. Третье семенное потомство не имеет достоверного превосходства над контролем.

Высказывается предположение, что превосходство второго поколения есть результат длительной модификации или плазменной наследственности. Влияние этих причин на третье поколение сказалось слабо. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*323.13.002.5

Эксплуатационная топливная экономичность лесовозного автопоезда КрАЗ-255Л. ДУРОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 42.

На основании результатов аналитического расчета, которые сопоставляются с данными производственной эксплуатации, приводится анализ топливной экономичности автопоезда КрАЗ-255Л+ТМЗ-803 при вывозке древесины по магистральной гравийной дороге с различными массами пакета древесины и скоростями движения. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 30*323.13.002

Влияние вылета манипулятора валочно-панетрирующей машины на ее производительность. МЕНЬШИКОВ В. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 46.

Изучено влияние вылета манипулятора ВПМ с переносом срезанного дерева в вертикальном положении на производи-

тельность машины. Исследования показали, что увеличение вылета манипулятора приводит к снижению производительности машины при существующих скоростях движения и срабатывания исполнительных органов. Однако при увеличении последних производительность может повышаться с возрастом вылета манипулятора. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 625.731.9.001.5

К определению морозоустойчивости дорожных одежд с теплоизолирующими слоями. КУЛИЖНИКОВ А. М., ЛУКИНА В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 51.

На основе теоретических и экспериментальных исследований предложено при расчете морозоустойчивости дорожных одежд с теплоизолирующими слоями из древесных отходов эквивалент теплотехнических свойств материалов определять как квадратный корень из отношения коэффициентов температуропроводности. Ил. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 629.11.012.814

К вопросу о расчете вертикальной динамики лесовозного автопоезда. ХРАМЦОВ Г. Ф., БАДЮКОВ В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 54.

Предложен метод расчета вертикальных колебаний лесовозного автопоезда, груженного пакетом хлыстов. При этом пакет хлыстов представлен как балка переменной жесткости и погонной массы. Предложенный метод позволяет найти решение задачи в аналитической форме с любой степенью точности, что дает возможность исследовать задачу в целях оптимального выбора параметров подвески автопоезда. Ил. 1. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 629.11.012.814:630*375.4

Оценка динамики лесозаготовительных машин при транспортировке деревьев на тягаче в погруженном положении. ЖУКОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 59.

Приведены результаты исследования динамических систем с учетом колебаний свисающих концов пачки деревьев. Оцениваются показатели плавности хода и динамической устойчивости машин. Дана новая расчетная модель, позволяющая производить расчеты с высокой точностью. Приведены практические рекомендации по выбору параметров машин. Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 531.3.001.57

Физическое моделирование динамических процессов. АФАНАСЬЕВ О. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 70.

На основе анализа дифференциальных уравнений, описывающих динамические процессы лесопромышленного производства, получены критерии подобия процессов различных масштабов. Эти критерии служат основой для разработки методик экспериментального изучения на моделях разнообразных динамических процессов. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.935

Экспериментальная установка для исследования динамики механизмов резания ленточнопильных станков. ВЕСЕЛКОВ В. И., ИСУЦОВА Т. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 78.

В статье дано описание экспериментальной установки, позволяющей проводить

сравнительные исследования работоспособности основных типов механизмов натяжения ленточных пил. Ил. 4. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 65.011.56

Математическая модель барабанной сушилки как объекта управления. НОВОСЕЛОВ Ю. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 82.

Изложены особенности барабанной сушилки для измельченной древесины как объекта управления и предложена математическая модель сушилки, позволяющая исследовать динамические и статические свойства ее в широком диапазоне изменения параметров режима сушки с целью обоснованного выбора оптимальной структуры и алгоритмов работы системы автоматического управления процессом сушки. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 621.932.54.001.24

Методика приближенной оценки мощности двигателя механизма подачи шпалорезного станка. ТЕРЕХИНА Л. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 85.

С учетом принятых допущений получено выражение для эквивалентной мощности при ограниченных сведениях о процессе пиления. Исходными данными являются часовой производительность, среднее число ходов тележки для производства одной шпалы, коэффициент включения механизма подачи, масса тележки с тьюлкой и максимальная скорость. Параметры двигателя выбирают с учетом оптимального передаточного отношения. Приведена формула для определения токовой установки. Ил. 1. Табл. 1.

УДК 674.05

О динамике механизма резания ленточнопильного станка. СЕЛЕЗНЕВ А. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 89.

В результате теоретических исследований механизма резания ленточнопильного станка как двухмассовой колебательной системы с двумя степенями свободы определены зависимости величины переменной составляющей силы натяжения пилы от дисбаланса и радиальных биений пильных шкивов станка. На основании полученных уравнений предложены способы уменьшения переменной составляющей силы натяжения ленточной пилы. Ил. 1.

УДК 674.817

Исследование модифицированного связующего на основе карбамидной и новолачной фенолоформальдегидной смол. КАМЕНКОВ С. Д., ГАМОВА И. А., ЭЛЬБЕРТ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 94.

Показана возможность использования новолачной фенолоформальдегидной смолы марки СФ-010 в качестве модификатора карбамидной смолы. Даны параметры технологического режима изготовления и свойства материалов на основе совмещенного карбамид-фенолоформальдегидного связующего. Ил. 2. Табл. 4. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*861

О возможности использования метилмеркаптата натрия при сульфатной варке целлюлозы. ВОГОМОЛОВ В. Д., ГОРБУНОВА О. Ф., ВОГОЛИЦЫНА Г. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., № 3, с. 97.

Представлены результаты исследования влияния присутствия метилмеркаптата

натрия (ММ) на делигнификацию хвойной древесины при натронной и сульфатной варках древесины. Показано, что ММ может эквивалентно заменять сульфид натрия. В процессе сульфатных и натронных варок с добавкой ММ последний, расходуясь, превращается в менее токсичные соединения. Табл. 4. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*813.12

Взаимодействие эпихлоргидрина с углеводами древесины. КОНОНОВ Г. Н., АЗАРОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 101.

Изучено влияние различных факторов на глубину взаимодействия эпихлоргидрина с целлюлозой. Показана наибольшая активность гемилцеллюлоз древесины. Определено влияние экстрактивных веществ и лигнина на процесс взаимодействия эпихлоргидрина с углеводами древесины. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*86

Химический состав нейтральной части копильного препарата «Вахтоль». ВЗДОРНИКОВА Р. М., ШМУЛЕВСКАЯ Э. И., ЛИВЕРОВСКИЙ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 103.

Излагаются результаты исследований химического состава нейтральной части копильного препарата «Вахтоль» методом газо-жидкостной хроматографии. Определено 14 компонентов. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 668.473.004.14

Поверхностно-активные вещества из таллового масла смеси лиственных и хвойных пород древесины. ТЕРЕГЕРЯ Н. В., ТЕРЕГЕРЯ В. В., МЕДНИКОВ Ф. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 106.

Изучена возможность получения поверхностно-активных веществ и подобран оптимальный режим получения смазочных материалов на основе гидроксиглированного таллового масла. Проведены производственные испытания, показавшие преимущества поверхностно-активных веществ из таллового масла смеси лиственных и хвойных пород древесины по сравнению с растительными маслами. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.09-791.8

Достоверность автоматической сортировки конструкционных пиломатериалов по прочности. ОГУРЦОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 109.

Вероятностный анализ процесса возникновения ошибок прочностной сортировки позволил получить многомерную статистическую модель достоверности сортировки конструкционных пиломатериалов по прочности. Ил. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*375.4

Особенности оптимизации эксплуатационных параметров силовых передач лесозаготовительных машин. СЕМЕНОВ М. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 112.

В статье излагается метод оптимизации параметров силовых передач лесозаготовительных машин с учетом существенных нелинейностей. Показана перспектива использования этого метода для исследований и проектирования новых лесозаготовительных машин. Ил. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 62-229.6

К математическому описанию отклонений и срывов загрузочно-транспортной операции от нормального ее выполнения при моделировании. РЫКОВ Е. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 116.

Описаны явления, нарушающие нормальное течение производственного процесса при работе загрузочного устройства. Этими явлениями могут быть устройство режима синхронизации работы устройства и станка, выход из строя деталей и узлов оборудования, его ремонты, периодические поломки и регулирование, а также перенаполнение накопителя или недостаток в нем заготовок и т. п. Приводятся математические описания этих явлений, их формализационные схемы для возможности моделирования отклонений, которые могут нарушить режим нормальной работы технического оборудования. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 65.014.001.572

Совершенствование модели структуры лесопромышленного комплекса. ГЕНЗЛЕР П. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 121.

Рассматриваются направления совершенствования экономико-математической модели обоснования структуры территориального лесопромышленного комплекса, построенной на базе комплексного использования древесного сырья, за счет учета ограничений по наличию в регионе трудовых ресурсов, лимита выделенных капитальных вложений, экологических условий. Даются краткие выводы, полученные экспериментальными расчетами с использованием новых модифицированных моделей. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 658.58.008.041

Экономическая оценка уровня технической готовности лесозаготовительных машин. МОЛНАР Я. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 126.

Выявлены резервы улучшения использования лесозаготовительных машин, предложена методика расчета технической готовности оборудования, дана экономическая оценка потерь, связанных со сверхнормативными простоями машин и механизмов в ремонте и ожидании его. Табл. 1.

УДК 630*451.2

Лесохозяйственная оценка повреждений лесов лосями. ФЕКЛИСТОВ П. А., БЕЛОЗЕРОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 130.

Указаны древесные и кустарниковые породы, повреждаемые лосем, установлены преобладающие виды повреждений, число поврежденных деревьев, зависимость от их высоты. Сделан вывод, что при существующей плотности популяции в данном регионе лось не нанесит заметного ущерба лесу. Ил. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*905.2:061.3

Экономические проблемы лесного комплекса и подготовка инженеров. ЧИЩЕНКО Е. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 133.

УДК 630*2:061.3

Совещание по лесной типологии. ЛЬВОВ П. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 135.

УДК 630*907 (049.3)

Книга о рациональном природопользовании. ГИГАУРН Г. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 137.

УДК [630*79+630*] (049.3)

Комплексный учебник для лесозаготовителей. КОРЕЛЬСКАЯ Т. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 138.