

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

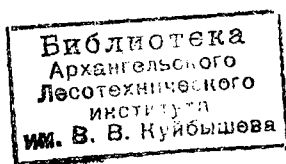
ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

Журнал основан в 1957 году

1

1979



АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

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

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1979.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1

Сдан в набор 7/XII 1978 г. Подписан к печати 30/III-79 г.
Форм. бум. 70x108¹/₁₆. Печ. л. 12,6. Физ. л. 9. Уч.-изд. л. 11,695
Сл. 00011. Тираж 2100 экз. Заказ 9594. Цена 1 руб.

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

ЗА ДАЛЬНЕЙШЕЕ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА РАБОТЫ

Наша страна вступила в новый 1979 год — четвертый год десятой пятилетки.

Состоявшийся в ноябре 1978 года Пленум ЦК КПСС рассмотрел ход выполнения X пятилетки и наметил новые рубежи. Отметив несомненные достижения, множество примеров творческого труда, массовый трудовой героизм советских людей и размах социалистического соревнования во всех сферах деятельности, Пленум указал и на нерешенные вопросы, на необходимость дальнейшего усиления борьбы за повышение эффективности производства и качества работы.

Задачи, поставленные ноябрьским Пленумом ЦК КПСС, целиком относятся и к высшей школе. В решении основной задачи — улучшении подготовки высококвалифицированных специалистов для народного хозяйства — за последние годы сделано немало. Целеустремленно и планомерно повышается идейно-теоретический уровень преподавания, интенсифицируется учебный процесс, растет эффективность научно-исследовательской работы ученых вузов.

Однако непрерывный технический прогресс, возрастающее значение социальных и экологических факторов требуют от вузов постоянного улучшения всех сторон деятельности.

В связи с этим все большую роль играет укрепление сотрудничества высшей школы с производством. Формы этого сотрудничества многообразны. Результаты научных исследований ученых вузов внедряются в производство в виде новых конструкций машин, новых технологических процессов, мероприятий по комплексному использованию сырья, по охране природы и т. д. Со своей стороны промышленные министерства оказывают помощь вузам в укреплении их материальной базы, выделяют новое оборудование, снабжают директивной и нормативной отраслевой информацией. В последние годы промышленность более планомерно ведет работу по направлению молодых производственников на учебу в вузы.

Наиболее завершенной формой союза высшей школы с производством стали договоры о творческом содружестве.

Вузы и производство влияют друг на друга взаимно. Если в отрасли высок уровень инженерной и управленческой работы, энергично осуществляется технический прогресс, то и будущие инженеры стремятся получить более глубокие знания, тянутся к новому. Способствуя техническому прогрессу производства, высшая школа не только обеспечивает прямой экономический эффект, но и получает, в виде обратной связи, более высокую заинтересованность студентов в овладении своей специальностью, инженерными навыками. Это требует, в частности, особо внимательного отношения к выбору баз учебной и производственной практики. Практику следует проводить на тех предприятиях, где студент может воочию убедиться в необходимости познания техники, технологии, организации и экономики производства, вопросов НОТ и управления на самом современном уровне, где живо ощущается дух безостановочного технического прогресса. Только при этом условии:

студенты и преподаватели станут единомышленниками в вопросах углубления содержания изучаемых дисциплин, их постоянного обновления.

В Постановлении ЦК КПСС о работе партийных организаций Башкирии по повышению эффективности экономического образования трудящихся особое внимание уделено усилению практической направленности экономической учебы, причем это требование адресуется и высшей школе. Поэтому, наряду с дальнейшим совершенствованием лекционных курсов, необходимо больше внимания обратить на практические и лабораторные занятия по экономике, организации и управлению производством. Решение примеров и упражнений по готовым задачкам должно все более вытесняться рассмотрением конкретных экономических ситуаций, когда все данные берутся самим студентом непосредственно из действующих нормативных справочников, статистических материалов. Студент должен научиться составлять лицевой счет экономии, личный творческий план инженера.

Энергичнее и смелее должны внедряться в учебный процесс деловые игры, математическое моделирование и другие прогрессивные методы.

Применение программированного обучения и технических средств должно из отдельных фрагментов превратиться в стройную систему, пронизывающую весь учебный процесс.

Особого внимания требует самостоятельная работа студентов. С первых дней первого курса и на протяжении всей учебы в вузе необходимо учить студентов учиться. Ведь и после получения дипломов инженеров им предстоит постоянно пополнять и обновлять свои знания.

Задачи улучшения преподавания и всех других сторон деятельности вузов — методической, научно-исследовательской, воспитательной — столь многогранны и ответственны, что сейчас вполне своевременной становится постановка вопроса о комплексной системе оценки качества работы преподавателей, а затем и о системе управления им. Теперь во всех лесотехнических вузах применяются балльные системы для подведения итогов социалистического соревнования факультетов, кафедр, отдельных преподавателей. Пора обобщить этот опыт, извлечь из него самое ценное, что в наибольшей степени стимулирует улучшение работы. Из средства подведения итогов эти системы надо превратить в инструмент управления качеством работы профессорско-преподавательского состава, в действенный стимул повышения эффективности высшего образования.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК [634.0.231 + 634.0.232].001.1

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТ ПО ЕСТЕСТВЕННОМУ И ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ*П. Н. ЛЬВОВ*

Архангельский лесотехнический институт

Указывается на упущения в практике планирования работ по воспроизводству лесных ресурсов. Приводятся основные положения по научной организации планирования с оптимальным соотношением искусственного и естественного лесовосстановления на длительную перспективу и ближайшие годы прежде всего для условий тайги Европейского Севера.

В условиях социалистического государства неистощительное пользование лесными богатствами является законом. Успешная реализация его на практике может быть достигнута только на основе долгосрочного планирования работ как по искусственному, так и естественному восстановлению хозяйственно ценных древесных пород на площадях вырубок. При этом одна из важнейших задач — установление оптимального соотношения между естественным и искусственным воспроизводством лесных ресурсов. Правильное решение ее позволяет обеспечить облесение каждого гектара вырубаемой площади при наименьших затратах сил и средств. Именно так надо понимать генеральную задачу десятой пятилетки — повышение эффективности и качества — применительно к работам по лесовосстановлению.

Неоднократно высказывавшиеся в печати предложения по рассматриваемой проблеме ([3, 4, 6, 9, 10] и др.), к сожалению, пока не получили широкого практического распространения. До сих пор нет четкого определения понятия «содействие естественному возобновлению». Планирование, да и то лишь отдельных видов работ, а не всего комплекса их, в официальных документах [13, 15] ограничивается одним годом. При таком планировании специалисты лесхозов не видят перспективы в организации работ по лесовосстановлению, не могут предусмотреть все необходимые виды работ на каждом гектаре вырубаемой площади. Только этим можно объяснить тот факт, что в девятой пятилетке на территории Европейского Севера (Коми АССР, Архангельская и Вологодская области) на 40% площадей вырубок не было активного воздействия лесоводов на лесовосстановительные процессы. Содействие естественному возобновлению древесных пород проведено лишь на 40% площади и то, главным образом, путем сохранения подраста в процессе лесосечных работ (97%). Источники семян — эффективное средство получения хвойного самосева на вырубках, особенно сосновых лесов — по совершенно непонятным причинам теперь не оставляются. А между тем, при плановой организации воспроизводства лесных ресурсов на научной основе можно было бы избежать отмеченных упущений в работе органов лесного хозяйства*.

* О том, что при сложившемся порядке планирования работ по лесовосстановлению неизбежно будут оставаться значительные площади вырубок без воздействия лесовода, мы указывали ранее [5] на расширенном заседании секции лесной про-

Сущность научной организации планирования работ по воспроизводству лесных ресурсов заключается в том, чтобы еще в процессе лесоустройства, наряду с таксационной характеристикой, для каждого выдела определить способ восстановления хозяйственно ценных древесных пород, прежде всего естественным путем. При невозможности обеспечить естественное возобновление планируются лесные культуры посевом или посадкой. Такой принцип планирования позволяет наиболее полно использовать естественные силы природы (что имеет особенно важное значение для экстенсивных хозяйств тайги) и, вместе с тем, дает возможность в конкретных природно-экономических условиях устанавливать оптимальный объем лесокультурных работ (посевом или посадкой). И, наконец, на натурных, технически обоснованных материалах лесоустройства представляется возможным обеспечить объективное планирование всех видов работ по воспроизводству хозяйственно ценных древесных пород как на длительный срок, так и на ближайшие годы.

Для такой организации восстановления вырубаемых лесов необходимо четко определить виды работ, относимых к мерам содействия естественному возобновлению древесных пород, и установить способы их проведения*. А для этого надо сформулировать сущность самого понятия «содействие естественному возобновлению». Содействие естественному возобновлению — это заранее планируемые виды работ по использованию естественных сил природы в целях интенсификации процессов восстановления хозяйственно ценных древесных пород на площадях вырубок.

При таком понимании мер содействия к этому виду работ следует относить:

- сохранение подроста в процессе лесосечных работ;
- оставление источников семян;
- воздействие на почву в целях создания благоприятных условий среды для поселения хвойных пород;
- простейшую мелиорацию бороздованием почвы и расчисткой русел лесных ручьев и речек;
- очистку мест рубок с учетом сохраненного подроста или с расчетом на последующее естественное возобновление.

В табл. 1 приведены основные (главные) меры, содействующие естественному лесовозобновлению: сохранение подроста и оставление источников семян. Минерализация почвы имеет подчиненный характер по отношению к источникам семян и выполняется на площадях, где

мышленности и лесного хозяйства технико-экономического совета совнархоза Северо-Западного экономического района.

Предположения отдельных специалистов о малой эффективности источников семян и больших потерях древесины при этом неосновательны. Результаты натурных исследований в тайге убедительно свидетельствуют о большой положительной роли как одиночных, так и групповых обсеменителей ([2, 5, 6, 8, 10—12, 14, 16, 17] и др.). При оставлении 20 деревьев, что признается достаточным для зеленомошной группы сосняков (для лишайниковой достаточно 12 шт.), на вырубке теряется лишь 2,5—3,0% общего запаса, а при ограничении в ельниках групп и куртин потери не превышают 5—6%.

* Специально обоснованию и описанию видов работ по содействию естественному возобновлению посвящена одна из наших публикаций [10]. Вопросы организации и техники проведения мер содействия изложены в других работах [6, 8]. Поэтому на данной стороне вопроса здесь мы не останавливаемся. Подчеркнем лишь, что в отличие от стихийно протекающего в природной обстановке естественного расселения древесных пород, при содействии лесоводов активно воздействует на естественные процессы в нужном для хозяйства направлении, обеспечивая наилучшие условия для поселения ценных древесных пород. Планируя этот вид работ, он осуществляет активное лесовыращивание.

Таблица 1

Способы естественного и искусственного лесовосстановления по основным типам лесорастительных условий

Основные группы лесорастительных условий	Преобладающая древесная порода	Содействие естественному лесовозобновлению			Лесные культуры	
		Сохранение подраста	Оставление источников семян		Посев	Посадка
			оди- ночных	груп- повых		
I. Лишайниковая. Подзолы средне-мощные и маломощные на глубоких крупно- и среднезернистых песках, сухие. Сосняки лишайниковые и вересковые	С	+	+		+	
II. Зеленомошная*. Подзолы, сильно-, средне- и слабоподзолистые почвы, в большинстве супесчаные и легко суглинистые, от суховатых до свежих. Сосняки и ельники брусничные, черничные и близкие к ним типы лесов	С Е	+	+	+	+	
III. Долгомошная. Болотно-подзолистые почвы легкого механического состава, слабо и неудовлетворительно дренированные. Сосняки и ельники чернично-долгомошные, долгомошные и близкие к ним типы лесов	С Е	+		+	+	+
IV, V. Сфагновая и травяно-сфагновая. Верховые торфянисто-болотные почвы и почвы переходных и низинных болот. Дренированность неудовлетворительная и недостаточная. Сосняки и ельники сфагновые, осоко-сфагновые, травяно-сфагновые и близкие к ним типы лесов	С Е	+		+	+	
VI. Приречная. Дерново-подзолистые и дерново-глеевые почвы пойм и надпойменных террас. Дренированные и переувлажненные. Ельники приручейные и близкие к ним типы леса	Е	+				+

Примечание. Таблица упрощена по сравнению с ранее опубликованной. Типы лесорастительных условий обозначены в соответствии с принятой нами классификацией [8].

* Исключение из этой группы составляют кисличный и травяной типы лесов, способы лесовосстановления для которых устанавливаются так же, как и для приречной группы, т. е. при отсутствии достаточного количества подроста источники семян не оставляются, а проектируются лесные культуры посадкой. Те же лесоводственные требования предъявляются и к сложной группе типов лесов.

Работа по лесовосстановлению для лиственницы проектируется так же, как и для сосны, а для пихты — как для ели.

разрыв между семенным годом и рубкой оказался значительным. Простейшая мелиорация имеет сравнительно ограниченное распространение и может выполняться в шестой группе лесорастительных условий. Способ очистки мест рубок должен устанавливаться работниками лесхозов и лесозаготовительных предприятий совместно при составлении плана рубок. Порядок планирования всего комплекса мер, содействующих восстановлению хозяйственно ценных древесных пород, указан в ранее опубликованных работах [4, 5, 9]:

К мерам содействия естественному возобновлению не могут относиться упрощенные посевы (подсевы) лесных семян, в том числе и в необработанную почву, регулирование пастбы скота и сенокосения, коренная мелиорация. Первый вид работ составляет лесные культуры, пусть и в упрощенном виде; второй — относится к организационно-хозяйственным мерам, направленным на сохранность молодняка как естественного, так и искусственного происхождения; третий — особый вид работ по повышению плодородия лесных почв путем коренного изменения гидрологического режима, часто с внесением удобрений.

Важная черта научной организации работ по воспроизводству лесных ресурсов — возможность планирования всего комплекса вопросов, связанных с естественным и искусственным восстановлением хвойных пород на основе технически обоснованных, конкретных данных, полученных в процессе лесоустройства.

Общий план работ по лесовосстановлению складывается из трех этапов:

генерального планирования (на ревизионный период);

перспективного, при разработке плана рубок (обычно на пять лет);

текущего, при отводе лесфонда в рубку (на один-два года).

Генеральный план разрабатывается при лесоустройстве. По приведенной таблице для каждого выдела лесоустроитель определяет способ лесовосстановления. Во всех случаях, когда под пологом древостоев имеется достаточное количество перспективного подроста (см. шкалу в работе [6]), проектируется его сохранение при лесосечных работах. При малом числе его или плохом состоянии по той же таблице определяется возможность получения последующего возобновления древесных пород путем оставления одиночных или групповых источников семян. В ряде типов лесов (приречная и сложная группы еловых и сосновых насаждений, в сосняках и ельниках кисличных и разнотравных, ельниках долгомошных) при отсутствии или плохом качестве подроста оставление источников семян неоправданно, а поэтому на таких площадях следует проектировать лесные культуры преимущественно посадкой. Для приречной группы лесов может предусматриваться расчистка русел ручьев и речек. Этот прием способствует появлению елового самосева под материнским пологом и улучшает условия лесозащиты.

Располагая такими конкретными данными лесоустройства по наиболее целесообразным способам восстановления хозяйственно ценных древесных пород, можно по каждому лесхозу установить наиболее оптимальное соотношение естественного и искусственного воспроизводства лесов на длительную перспективу.

Конкретные данные о величине площадей, подлежащих закультивированию отдельно посевом и посадкой, служат объективным показателем для планирования работ по лесосеменному делу (величине семенных участков, ежегодной потребности в семенах), установления размеров и территориального размещения питомников (в соответствии с генеральным планом рубок), необходимого капитального строительства (складов для шишек и семян, шишкосушилен и др.), потребности в машинах и орудиях для работ на питомниках и лесокультурных площадях.

На основе обстоятельно разработанного генерального плана довольно просто составить перспективный план на очередную пятилетку. Наряду с лесными культурами, сохранением подроста и оставлением источников семян, в нем должны найти отражение и объемные показа-

тели по содействию естественному возобновлению путем воздействия на почву и простейшей мелиорации расчисткой русел ручьев и речек. В план будут включены работы по капитальному строительству, затраты на приобретение лесокультурных машин и орудий конкретных марок на предстоящее пятилетие. На этот же срок имеется полная возможность предусмотреть порядок очистки мест рубок. В перспективном плане могут быть рассмотрены регулирование пастьбы скота и сенокошения, как и другие виды работ, так или иначе связанные с воспроизводством хозяйственно ценных древесных пород.

В процессе отвода очередной и запасной лесосек уточняются виды и объемы работ, определенные перспективным планом. Вместе с этим, при текущем планировании предусматривается проведение необходимых работ и на вырубках прошлых лет. Среди них — воздействие на почву на площадях, где оставлены источники семян, но естественное возобновление главной породой затянулось. В лесорубочном билете для каждого выдела указывается способ естественного восстановления хозяйственно ценных пород и очистки мест рубок, а для площадей, где намечено закультивирование, разрабатываются проекты лесных культур, согласно техническим указаниям [1], которые реализуются на следующий год.

Как наши, так данные и других исследователей показывают, что на 50—55% площадей вырубок на Европейском Севере можно обеспечить восстановление за счет сохранения подроста, главным образом ели. На 30—35% площадей возобновление, прежде всего сосны, может быть получено от источников семян. Таким образом, на 80 и даже 90% вырубаемых площадей воспроизводство хозяйственно ценных древесных пород в указанном регионе можно обеспечить путем проведения мер содействия естественному возобновлению. Такой объем работ по естественному восстановлению древесных пород в два раза больше, чем в девятой пятилетке. Площади лесных культур, при современных хозяйственных возможностях, достигли максимума. Однако качество проведения посевов и посадок пока еще низко, а уходы в большинстве случаев в необходимых размерах не выполняются. Отсюда очевидно, что основной задачей в области лесокультурного дела на ближайшие годы является не наращивание работ по посевам и посадкам, а повышение качества агротехники, организация регулярных уходов за лесокультурными площадями, совершенствование лесосеменного дела и питомнического хозяйства.

Успех работ по восстановлению хозяйственно ценных древесных пород на площадях вырубок в таежной зоне во многом зависит от степени увязки интересов лесного хозяйства и лесной промышленности [7]. Углубление интеграции этих двух взаимосвязанных отраслей народного хозяйства сулит огромный экономический эффект, в том числе и по работам, связанным с воспроизводством лесных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Краткие указания по техническому проектированию и приемке работ по лесовосстановлению и выращиванию посадочного материала. М., Гослесхоз СССР, 1976.
[2]. Леса и лесное хозяйство Вологодской области. Сев.-Зап. кн. изд-во, 1971. [3]. Лиогенький Г. Л. Шире использовать материалы лесостроительства при планировании лесовосстановления. — В сб.: Вопросы лесостроительства и таксации лесов Европейского Севера. Вологда, Сев.-Зап. кн. изд-во, 1968. [4]. Львов П. Н. Планирование лесовосстановительных работ в таежной зоне. — «Лесное хозяйство», 1966, № 2. [5]. Львов П. Н. Основные направления и практические мероприятия по развитию лесного хозяйства в леспромхозах Северо-Западного экономического района. — В сб.: Пути повышения продуктивности лесов Северо-Запада. Архангельск, ЦБТИ, 1966. [6]. Львов П. Н. Природа лесов Европейского Севера и ведение в них хозяйства.

Сев.-Зап. кн. изд-во, 1971. [7]. Львов П. Н. Об интеграции лесной промышленности и лесного хозяйства в таежной зоне. — «Лесная промышленность», 1975, № 1. [8]. Львов П. Н., Ипатов Л. Ф. Лесная типология на географической основе. Сев.-Зап. кн. изд-во, 1976. [9]. Львов П. Н., Панов А. А. Организация работ по лесовосстановлению на вырубках тайги. — «Лесное хозяйство», 1962, № 11. [10]. Львов П. Н., Панов А. А. Содействие естественному лесовозобновлению в таежной зоне. М., Гослесбумиздат, 1962. [11]. Мелехов И. С. Рубки главного пользования. М., «Лесная промышленность», 1966. [12]. Нефедов Н. М., Шишкин Н. А. Лесные культуры и естественное возобновление в лесах Европейского Севера. — В сб.: Вопросы лесоустройства и таксации леса Европейского Севера. Вып. 2. Сев.-Зап. кн. изд-во, 1970. [13]. Основные положения по лесовосстановлению в государственном лесном фонде СССР. М., Гослесхоз СССР, 1969. [14]. Побединский А. В. Способы лесовосстановления в таежной зоне. — «Лесное хозяйство», 1977, № 4. [15]. Руководство по проведению лесовосстановительных работ в государственном лесном фонде таежной зоны европейской части РСФСР. М., Минлесхоз РСФСР, 1977. [16]. Судаков Н. М. Рубки и возобновление леса в Коми АССР. Инф. бюлл. Научного совета по комплексному освоению таежных территорий, № 3. Иркутск, 1969. [17]. Тюрин Е. Г. Динамика состава смешанных сосновых молодняков с возрастом. — «Лесоведение», 1978, № 1.

Поступила 12 октября 1978 г.

УДК 634.0.232 : 551.577

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЯ НА ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЕЛИ В КУЛЬТУРАХ ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА

А. Ф. ЧМЫР, А. А. СКИБА

Ленинградская лесотехническая академия

Даны количественные оценки задержания осадков в вегетационный период компонентами леса: верхним ярусом древостоев, подлеском, подростом, культурами ели и травяным покровом. Установлена пропускная способность различных частей кроны, а также зависимость задержания осадков от интенсивности дождя. Излагаются рекомендации по улучшению режима влагообеспеченности ели в культурах под пологом леса.

Осадки в вегетационный период — основной источник влаги. Ее недостаток, как и избыток, угнетающе действуют на рост и развитие растительности и древесных пород даже в условиях северо-запада европейской части РСФСР.

В ряде работ [1—3] отмечалось, что конкуренция за влагу в биогеоценозе ухудшает рост и развитие ели в культуре. Недостаток влаги в почве при создании лесных культур под пологом леса может привести к их гибели. Поэтому при создании подпологовых культур в кисличных, кислично-брусничных и группах неморальных типов леса необходимо учитывать осадки, достигающие почвы.

Перераспределение осадков кронами древостоя и режим влагообеспеченности ели в культурах под пологом леса изучали в кисличном типе леса на постоянном объекте, заложенном Н. И. Рубцовым в Лисинском учебно-опытном лесхозе ЛТА в 1964 г. При исследованиях в 1977 г. были выделены четыре пробные площади:

пробная площадь 1 — 6С4Б+Е, IV класс возраста; сомкнутость полога — 0,62; подрост — Ол, Б (780 шт./га); подлесок — рябина, крушина, ива (1400 шт./га); травяное покрытие — 0,98;

пробная площадь 2 — 10Б+С, Е, IV класс возраста; сомкнутость — 0,66; подрост — Ос, Б, Ол (1400 шт./га); подлесок аналогичен пробе 1 (2100 шт./га); травяное покрытие — 0,93;

пробная площадь 3 — 8Б2Ос+Е, С, V класс возраста; сомкнутость — 0,65; подрост и подлесок аналогичен пробе 2 при численности 860 и 2200 шт./га соответственно; травяное покрытие — 1,0;

пробная площадь 4 представлена полевой (контроль).

На всех выделенных участках произрастают культуры ели 15-летнего возраста — 4000 шт./га.

Влагообеспеченность ели изучали в комплексе с учетом количества выпадающих осадков в течение вегетационного периода, характера их распределения под пологом леса. Дождеприемники устанавливали под кронами модельных деревьев у ствола, в середине проекции кроны, у края кроны и в окнах полога (просветах) на каждом участке. Количество модельных деревьев одной породы на каждой пробе составляло 3—5 шт. Дождеприемники ставили также под подростом и культурами ели. Для измерения пропускной способности травы устанавливали прямо-пробирки (5 шт. на поверхности почвы и 5 шт. над травостоем). Площадь их приемной поверхности — 3,14 см². Измерения проводили сразу же после каждого дождя, до начала испарения с водной поверхности. Испарения во время дождя незначительны, и их в расчет не принимали.

При малых (4 мм) и средних (6—10 мм) дождях количество осадков, не достигающих почвы, представляет функцию смачиваемости растительности, испарения с ее поверхности и величины дождя. Такие дожди (до 10 мм) в 1977 г. составляли на территории объекта 83,6% от дождей в мае — сентябре. Относительное значение задержанных осадков зависит от интенсивности (рис. 1) и величины (рис. 2) дождя. По нашим данным, существующее абсолютное максимальное значение полной поверхности смачивания и «набухания поверхностных частей растений» [3] достигает 3,0 мм. При большой интенсивности дождя это значение уменьшается на 20—25%, что объясняется кратковременностью таких дождей и большей силой сопутствующего ветра. При незначительной интенсивности большого дождя для 70-летних ельников данное значение увеличивается на 30% и достигает 4 мм.

Таким образом, при дождях до 4 мм количество влаги, достигающей корнеобитаемого слоя почвы, равно или близко нулю. При слабо интенсивных дождях до 10 мм задержание влаги растительностью составляет 35—100%. При дождях 20 мм и более, а также интенсивных средних дождях (10 мм) задерживается не более 55% выпавших осадков.

Общая потеря осадков в лесу зависит от таксационной характеристики насаждения (состав, полнота, возраст) и его структуры. Перехват осадков кронами доминирующего яруса составляет в среднем 8—40%. Поступающая к верхней границе лесного сообщества влага в виде дождя задерживается кронами верхнего яруса древостоя (при сомкнутости крон 0,9): сосняком — 17,4%, березняком — 24,7%, осинником — 26,6%, ельником — 53,4% (рис. 2). Меньший перехват осадков сосной объясняется охвоением, структурой ветвления и выраженной направленностью ветвей вверх, что значительно увеличивает стволочной сток.

Рис. 2. Задержание осадков компонентами леса в летний период.

1 — верхним ярусом; 2 — культурами ели; 3 — подростом; 4 — подлеском; 5 — травяным покровом.

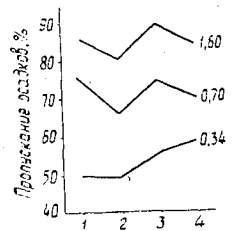
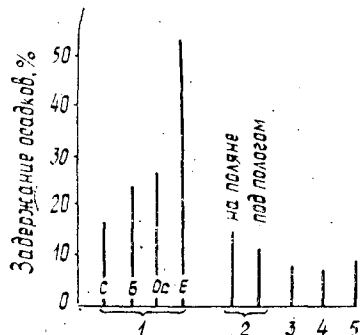


Рис. 1. Пропускание осадков кроной березы при разной интенсивности дождя.

1 — у ствола; 2 — серединой кроны; 3 — краем кроны; 4 — у кроны. 0,34; 0,70 и 1,60 — интенсивность дождя, мм/ч.



Кронами деревьев, произрастающих на свободном месте (при одинаковых таксационных параметрах), задерживается влаги на 8—13% больше, чем в древостое.

Таблица 1

Характер распределения и пропускания осадков кронами древесных пород в лесу в зависимости от величины дождя (июль — август 1977 г.)

Величина дождя	Место измерения	Береза	Осина	Сосна	Ель		
					под пологом	отдельно стоящая	
Малый (4 мм)	У ствола	$\frac{1,28}{50,9}$	$\frac{0,86}{42,6}$	$\frac{0,82}{40,6}$	$\frac{0,01}{0,5}$	$\frac{0}{0}$	
		Середина кроны	$\frac{1,46}{57,9}$	$\frac{0,99}{49,0}$	$\frac{0,94}{46,5}$	$\frac{0,3}{14,8}$	$\frac{0}{0}$
	Край кроны		$\frac{1,64}{65,1}$	$\frac{1,68}{83,2}$	$\frac{1,83}{90,6}$	$\frac{0,9}{44,6}$	$\frac{1,45}{71,8}$
		У кроны	$\frac{1,56}{61,9}$	$\frac{2,15}{106,4}$	$\frac{2,12}{105}$	$\frac{1,18}{58,4}$	$\frac{1,92}{95,0}$
	Среднее		$\frac{1,48}{58,7}$	$\frac{1,42}{70,3}$	$\frac{1,43}{70,8}$	$\frac{0,59}{29,2}$	$\frac{0,84}{41,6}$
		Контроль	$\frac{2,52}{100}$	$\frac{2,02}{100}$	$\frac{2,02}{100}$	$\frac{2,02}{100}$	$\frac{2,02}{100}$
	Средний (6—10 мм)		У ствола	$\frac{11,74}{88,0}$	$\frac{5,8}{41,3}$	$\frac{11,28}{80,3}$	$\frac{3,54}{25,3}$
		Середина кроны		$\frac{10,17}{76,2}$	$\frac{6,86}{48,9}$	$\frac{10,8}{76,9}$	$\frac{8,42}{59,9}$
			Край кроны	$\frac{10,78}{81,0}$	$\frac{12,22}{87,0}$	$\frac{12,8}{91,2}$	$\frac{11,98}{85,3}$
		У кроны		$\frac{10,8}{81,5}$	$\frac{14,26}{101,6}$	$\frac{14,15}{100,8}$	$\frac{10,48}{74,6}$
Среднее			$\frac{10,9}{81,5}$	$\frac{9,78}{69,7}$	$\frac{12,26}{87,3}$	$\frac{8,61}{61,3}$	$\frac{9,14}{65,1}$
		Контроль	$\frac{13,34}{100}$	$\frac{14,04}{100}$	$\frac{14,04}{100}$	$\frac{14,04}{100}$	$\frac{14,04}{100}$
Большой (20 мм)	У ствола		$\frac{1,87}{85,1}$	$\frac{14,12}{66,1}$	—	$\frac{7,03}{32,9}$	$\frac{2,39}{11,2}$
		Середина кроны	$\frac{17,34}{81,2}$	$\frac{15,12}{70,8}$	—	$\frac{17,5}{81,9}$	$\frac{14,72}{68,2}$
	Край кроны		$\frac{19,4}{90,8}$	$\frac{18,57}{86,9}$	—	$\frac{22,95}{107,4}$	$\frac{20,56}{96,2}$
		У кроны	$\frac{18,1}{84,7}$	$\frac{20,82}{97,5}$	—	$\frac{20,23}{94,7}$	$\frac{18,97}{88,8}$
	Среднее		$\frac{18,25}{85,4}$	$\frac{17,16}{80,3}$	—	$\frac{16,93}{79,3}$	$\frac{14,16}{66,3}$
		Контроль	$\frac{21,36}{100}$	$\frac{21,36}{100}$	—	$\frac{21,36}{100}$	$\frac{21,36}{100}$

Примечание. В числителе данные о пропускании осадков, мм; в знаменателе — %.

Стеkanie осадков по стволам составляет 0,6—5% и зависит от древесной породы и характера дождя.

У одних и тех же пород пропускание осадков сильно варьирует в пределах кроны. Так, при удалении от ствола к краю кроны (табл. 1) пропускание осадков увеличивается у осины на 33%, у ели — на 58%, а у ели, произрастающей на поляне, на 76%. Это подтверждает, что на пропускание и распределение осадков значительно влияет архитектура и степень охвоенности (облиствения) крон. При интенсивных дождях величина осадков под краем кроны и у кроны (просветы между кронами) составляет 107,4%, а у ели до 140% от контроля (открытое место — поляна). Это объясняется «эффектом крыши», наиболее характерным для ели. Интересно отметить, что количество осадков в окнах полога зависит от величины дождя: при малых дождях отличие от контроля составляет +6,4% (табл. 1 — Ос), при средних +1,60%, при больших — 2,5%. Объясняется это тем, что при малом дожде количество влаги, достигающей почвы в окнах полога, представляет собой суммарное значение осадков и стекающей по кроне влаги (эффект крыши). При большом слабоинтенсивном дожде эффект крыши отсутствует.

В литературе очень мало данных о количестве осадков, задерживаемых подростом, подростом, травяным покровом, без чего невозможно подойти к учету осадков, достигающих корнеобитаемого слоя почвы, а следовательно, изучить влагообеспеченность подростка и культур ели под пологом леса.

В опыте установлено, что количество влаги, приходящей к культурам ели, в сосняке составляет 82,6%, в березняке — 75,3% от контроля. Кронами культур ели задерживается в сосняке 7,7%, в березняке — 8,8%, на поляне 15,2% от контроля.

Задержание осадков кронами ели не одинаково и зависит от условий местопроизрастания. Так, культуры ели под пологом березняка пропускают осадков (18,0 мм) в 3,6 раза больше, чем культуры ели на поляне (5 мм). Ель в культуре, произрастающая под пологом сосны, пропускает в 3,1 раза больше осадков (15,4 мм), чем на поляне (5 мм). Это объясняется различным влиянием разных пород материнского древостоя (с одинаковой сомкнутостью полога и возрастом) на рост и развитие подпологовых культур ели.

При малом и частично среднем дождях наблюдается равномерное увеличение количества осадков, проникающих через различные части кроны ели в культуре (рис. 3). Так, ель на поляне: у ствола — 0,0 мм, середина кроны — 4 мм, край кроны — 9,2 мм, рядом с кроной — 10,3 мм. При большом дожде наблюдаются более резкие перепады значений (соответственно 0,0; 25,3; 20 и 18,9 мм). Следовательно, при большом дожде в район максимального скопления сосущих корней попадает влаги больше, чем при малом.

Особую роль во влагообеспеченности ели играет подросток. Чем

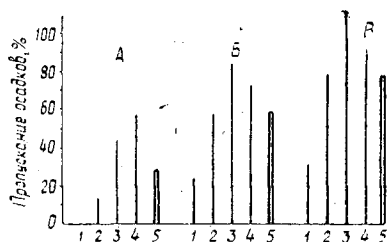


Рис. 3. Пропускание осадков различными частями кроны ели в культурах при малом (А), среднем (Б) и большом (В) дожде в вегетационный период.

1 — у ствола; 2 — серединой кроны; 3 — краем кроны; 4 — у кроны; 5 — всей кроной.

богаче условия местопрорастания, дренированное почвы, тем обильнее и лучше развит подлесок и тем большее воздействие оказывает он на задержание осадков. Задержание осадков подлеском в нашем эксперименте составило 5—7,4% в зависимости от количества побегов в кусте (соответственно 5—6 и 12—13 шт.).

Подрост задерживает в среднем 6,2% осадков от контроля, травяной покров — до 9% дождя на поляне и 5—6% под пологом древостоя. Данные для подроста, подлеска и травостоя приведены для дождей малых и средних, которые в 1977 г. в зоне объекта составили 83,6% от всех дождей.

Таким образом, в зоне корневой системы ели в культуре при структуре лесного сообщества — древостой, подрост, подлесок, травяной покров и сомкнутости верхнего полога крон 0,9 достигают почвы: в ельнике 32,3%, в осиннике — 47,8%, в березняке — 48,6%, в сосняке 56,5%, а на поляне 75,8% осадков, приходящих к верхней границе леса.

Зная таксационную характеристику участков леса, можно с большей или меньшей достоверностью вычислить для каждой конкретной площади количество влаги, попадающей в виде осадков в почву.

Данные исследования позволяют судить о значимой роли всех компонентов лесного сообщества в задержании и перераспределении осадков в вегетационный период. Влияние леса на распределение осадков необходимо учитывать при предварительной подготовке площади и закладке культур под пологом. В целях улучшения их влагообеспеченности можно рекомендовать следующие мероприятия:

разреживать верхний полог путем выборки наиболее крупных деревьев с мощной кроной;

предпочтение при выборке необходимо отдавать наиболее влагозадерживающим породам (Ос, Е);

при невозможности изреживания древостоя культуры создавать на участках леса с полнотой не более 0,6;

в группе сложных типов леса перед посадкой культур обязательно убирать подлесок;

при посадке культур исключить случаи полного их перекрытия кронами материнского древостоя;

в еловых древостоях при закладке культур прорубать узкие коридоры, что улучшает как влагообеспеченность культур в летний период, так и их радиационный режим.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Абражко В. И. Водный режим подроста и механизмы конкуренции из-за почвенной влаги в биогеоценозах южной тайги. Дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук. Л., 1968. [2]. Гортинский Г. Б. О факторах, контролирующих начальные фазы возобновительного процесса ели. — «Ботанический журнал», 1964, т. 49, № 10, с. 1389—1401. [3]. Козловский Т. Водный обмен растений. Пер. с англ. М., «Колос», 1969 247 с.

Поступила 12 октября 1978 г.

УДК 634.0.181.8 : 634.0.284.4

ВЛИЯНИЕ ПОДСОЧКИ НА ФЕНОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД

В. П. РЯБЧУК

Львовский лесотехнический институт

Рассматриваются вопросы влияния 3—7-летней подсочки на облиственные, пожелтение и опадение листьев березы бородавчатой, клена остролистного и явора. Установленные 20,8 тыс. фенофаз деревьев не выявили влияния подсочки на развитие растений.

В последние годы в нашей стране ежегодно добывается свыше 60 тыс. т березового сока. Для его получения вовлекается в подсочку более 0,5 млн. деревьев. При подсочке растения обедняются питательными веществами, поэтому возникают опасения, что подсочка в какой-то мере может повлиять на жизнедеятельность растений, в частности на их фенологическое развитие.

В литературе, насколько нам известно, нет каких-либо конкретных данных о влиянии подсочки на фенологическое состояние лиственных пород. Мы изучали влияние подсочки на фенологическое состояние березы бородавчатой, клена остролистного и явора путем регулярных наблюдений на четырех постоянных пробных площадях, заложенных в Ивано-Франковском уцлесхоззаге Львовской области*. Лесоводственно-таксационная характеристика пробных площадей приведена в табл. 1.

Таблица 1

Номер пробной площади	Порода	Период подсочки, лет	Состав	Тип условий местопроизрастания	Полнота	Средние	
						диаметр, см	высота, м
1	Береза бородавчатая	7	7Бз2Бк1Гр, ед. С	C ₂	0,8	27,0	25,1
2	Береза бородавчатая	3	7Бз2Бк1Гр	D ₃	0,7	30,5	26,8
3	Клен остролистный	3	4Кл3Яв2Бк1Гр	D ₂	0,7	42,0	28,5
4	Явор	5	4Яв4Бз2Бк	D ₂	0,7	35,8	26,2

Ежегодно на наблюдаемых подсачиваемых деревьях высверливали отверстия диаметром до 15 мм и глубиной до 50 мм. Нагрузку (количество отверстий) на деревья устанавливали по методике, разработанной нами ранее [8]. Рекомендуемая нагрузка была более интенсивной, чем применяемая при промышленной подсочке лиственных пород.

Ежедневные наблюдения проводили на протяжении 118 дней (с 25 апреля до 28 ноября) за 26 подсоченными деревьями (ПД) березы, 14 — клена и 14 — явора. Контролем служили 23 неподсоченных дерева (НД) березы, 15 — клена и 13 — явора. Всего было зарегистрировано около 10,5 тыс. показателей фенофаз березы, 5,5 тыс. — клена и 4,8 тыс. — явора.

На пробных площадях ежедневно регистрировали соответствующие фазы облиствения, пожелтения и опадения листьев, определяемые относительно легко и с доста-

* В проведении фенологических наблюдений принимали участие инж. М. Б. Хомица и Б. П. Щербатый, которым автор выражает искреннюю благодарность.

точной достоверностью. Фенологическое состояние определяли индивидуально для каждого дерева [10].

Регистрировали следующие фенологические фазы: 1 — распускание листовых почек; 2 — появление листьев; 3 — начало разворачивания и интенсивного роста листьев; 4 — большинство листьев достигло нормальных размеров; 5 — свыше 75% листьев достигло стадии полного развития; 6 — полное облиствение древесных растений; 7 — появились единичные, изменившие окраску листья; 8 — около 25% веток имеют единичные желтые листья; 9 — половина веток имеет единичные желтые листья; 10 — почти на всех ветвях имеются единичные желтые листья, на отдельных ветвях все листья могут быть желтыми; 11 — примерно 25% всех листьев пожелтело; 12 — примерно 50% листьев желтые; 13 — примерно 75% общего количества листьев желтые; 14 — зеленых листьев не более 10% от общего количества; 15 — зеленых листьев нет или так мало, что их трудно находить; 16 — начинают отделяться и опадать единичные листья; 17 — примерно 25% всех листьев опало; 18 — примерно 50% всех листьев опало; 19 — примерно 75% всех листьев опало; 20 — опали все листья, за исключением единичных [1—3, 6, 10—13].

Результаты фенологических наблюдений обрабатывали методом вариационной статистики [3, 5]. При этом для вычисления статистических показателей фенодаты переводили в условные числа непрерывного ряда, в котором дни года отсчитывали с 1 января [3, 5, 12].

Результаты математической обработки основных фенофаз березы приводятся в табл. 2. Как видно из цифровых данных таблицы, на пробной площади 1 у ПД распускание листовых почек (фаза 1) наступило на 1 сут раньше, чем в НД, полное пожелтение листьев (фаза 15) — на 2 сут, полное опадение (фаза 20) — на 3 сут. На 2 сут раньше пожелтели листья (фаза 15) ПД на пробной площади 2, где

Таблица 2

Фенофаза	Условные числа начала или окончания фенофазы			
	Береза бородавчатая		Клен остролистный (проба № 3)	Явор (проба № 4)
	Проба № 1	Проба № 2		
1	$115 \pm 0,63$	$116 \pm 0,70$	$115 \pm 0,58$	$119 \pm 0,26$
	$116 \pm 0,55$	$116 \pm 0,95$	$115 \pm 0,53$	$120 \pm 0,35$
2	$119 \pm 0,35$	$119 \pm 0,86$	$118 \pm 0,29$	$122 \pm 0,46$
	$118 \pm 0,46$	$119 \pm 0,67$	$118 \pm 0,48$	$123 \pm 0,26$
3	$121 \pm 0,49$	$122 \pm 0,76$	$122 \pm 0,67$	$126 \pm 0,62$
	$121 \pm 0,56$	$121 \pm 0,94$	$120 \pm 0,45$	$125 \pm 0,33$
4	$126 \pm 0,30$	$126 \pm 0,53$	$125 \pm 0,60$	$127 \pm 0,49$
	$127 \pm 0,51$	$126 \pm 0,77$	$125 \pm 0,48$	$127 \pm 0,44$
6	$132 \pm 0,25$	$132 \pm 0,36$	$131 \pm 0,58$	$132 \pm 0,42$
	$132 \pm 0,45$	$132 \pm 0,58$	$131 \pm 0,28$	$133 \pm 0,78$
7	$241 \pm 1,05$	$244 \pm 1,56$	$242 \pm 0,94$	$243 \pm 1,41$
	$240 \pm 0,47$	$244 \pm 1,96$	$246 \pm 2,99$	$243 \pm 1,92$
12	$291 \pm 1,42$	$291 \pm 0,94$	$282 \pm 1,66$	$285 \pm 1,00$
	$292 \pm 0,91$	$288 \pm 1,45$	$285 \pm 1,17$	$283 \pm 1,25$
15	$299 \pm 0,87$	$300 \pm 0,55$	$298 \pm 2,41$	$292 \pm 1,26$
	$301 \pm 0,54$	$298 \pm 1,00$	$295 \pm 1,38$	$289 \pm 0,76$
16	$270 \pm 1,39$	$271 \pm 2,10$	$271 \pm 1,86$	$271 \pm 1,33$
	$265 \pm 1,82$	$264 \pm 2,93$	$272 \pm 2,10$	$273 \pm 1,76$
18	$294 \pm 1,91$	$296 \pm 1,78$	$289 \pm 0,68$	$288 \pm 0,88$
	$294 \pm 1,72$	$296 \pm 2,75$	$290 \pm 0,68$	$286 \pm 0,87$
20	$329 \pm 1,34$	$306 \pm 2,68$	$302 \pm 2,76$	$297 \pm 2,74$
	$332 \pm 2,45$	$304 \pm 4,22$	$309 \pm 3,04$	$296 \pm 2,54$

Примечание. В числителе данные для подсоченных деревьев; в знаменателе — для неподсоченных.

подсочка велась на протяжении трех лет. Отсюда видно, что фенофазы наступали несколько раньше в ПД. Заметим, что на обеих пробных площадях полное облиствение (фаза 6) наступило одновременно у ПД и НД.

Как видно из табл. 2, у клена и явора фазы облиствения (1—6) проходят практически одновременно у ПД и НД обеих пород. Однако фаза пожелтения листьев (7—15) у ПД клена наступает на 3—8 сут раньше, чем в НД. Фазы опадения листьев (16—20) у ПД клена наступили на 1—7 сут раньше, чем у НД. Фазы пожелтения (7—15) листьев ПД явора были более поздними, чем НД. ПД клена и явора вступили в фазу полного пожелтения листьев (15) на 3 дня позже, чем НД.

Точность опытов колебалась в пределах 0,2—1,2%. Во всех случаях достоверность разницы между соответствующими фенофазами ПД и НД не обнаруживается. Незначительные расхождения в начале и окончании соответствующих фенофаз ПД и НД объясняются, по-видимому, скорее трудностью точного определения фенофаз растений, чем влиянием подсочки на состояние подсаживаемых деревьев.

Полученные данные совпадают с мнением ряда исследователей [4, 7] о том, что подсочка лиственных пород не влияет на их фенологическое состояние. Ранее мы отмечали, что ПД лиственных пород иногда имеют тенденцию к снижению прироста древесины, побегов и уменьшению размеров листьев [9].

Проведенные исследования позволяют предположить, что рекомендуемая нами интенсивная подсочка березы бородавчатой, клена остролистного и явора на протяжении 3—7 лет не оказывает существенного влияния на их фенологическое состояние.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск, «Наука», 1974. [2]. Елагин И. Н. О методике ведения осенних фенологических наблюдений в лесных сообществах. — Геогр. сб. Вопросы фенологии леса. Вып. 16. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963. [3]. Елагин И. Н. Методика проведения и обработки фенологических наблюдений за деревьями и кустарниками. — В сб.: Фенологические методы изучения лесных биогеоценозов. Красноярск, 1975. [4]. Емельянов Ю. Н., Рахтеенко И. Н. Подсочка клена и переработка его сока в сироп. Минск, Изд-во АН БССР, 1935. [5]. Зайцев Г. Н. Обработка результатов фенологических наблюдений в ботанических садах. — «Бюл. Гл. бот. сада АН СССР», 1974, вып. 91. [6]. Иваненко Б. И. Фенология древесных и кустарниковых пород. М., Сельхозгиз, 1962. [7]. Орлов И. И. Уральский опыт подсочки березы. — «Лесохимия и подсочка», 1970, № 11. [8]. Рябчук В. П. Методика определения нагрузки при подсочке лиственных пород. — «Лесохимия и подсочка», 1976, № 6. [9]. Рябчук В. П. Влияние подсочки на жизнедеятельность лиственных пород. — Тез. Всес. научно-технической конференции «Подсочка и переработка сока лиственных пород». Львов, 1977. [10]. Третьяков Н. А. Фенологические наблюдения с помощью пересчетов за дубом летним (черешчатым) ранней и поздней формы. — Труды фенологического совещания. Л., Гидрометеонздат, 1960. [11]. Тюрин А. В. Сезонное развитие дуба и его спутников в европейской части СССР. М.—Л., Гослесбумиздат, 1954. [12]. Шнелле Ф. Фенология растений. Л., Гидрометеонздат, 1961. [13]. Шульц Г. Э. Фенология, ее биологические и географические аспекты. — В сб.: Фенология. Вып. 1 (3). М., 1969.

Поступила 27 марта 1978 г.

УДК 634.0.232(091)

ИТОГИ 48-ЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПОСТОЯННЫХ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА ВЛТИ

Е. Н. НАУМЕНКО, В. В. УСПЕНСКИЙ

Воронежский лесотехнический институт

Приводятся результаты длительных наблюдений на двух-секционных постоянных пробных площадях, заложенных в культурах сосны в 1928—1929 гг. Анализируется динамика таксационных показателей на секциях с рубками ухода и на секции, где вырубался только сухостой. Сравняется производительность культур и естественных сосновых древостоев.

В 1928—1929 гг. под руководством А. В. Тюрина и И. М. Науменко в Левобережном лесничестве Учебно-опытного лесхоза ВЛТИ были заложены постоянные пробные площади в чистых сосняках искусственного происхождения. Цель закладки — выявление особенностей роста и производительности насаждений, выращенных в режиме умеренных рубок ухода и лишь с выборкой сухостоя. Естественноисторические условия объектов и результаты наблюдений за 29 лет (1928—1957 гг.) подробно описаны в трудах И. М. Науменко [1, 2]. Последующие измерения проводились под руководством авторов статьи в 1966 и 1976 гг.

Пробные площади заложены в типе леса сосняк мшистый, который сформировался в условиях свежего бора (A_2) на первой и второй надпойменных террасах р. Воронежа. Почти все пробы имели две секции размером по 0,25 га. На одной из секций (литер «а») систематически проводили комбинированный уход умеренной интенсивности, а на другой (литер «б»), контрольный, выбирали только сухостой. В 1942—1943 гг. часть пробных площадей была затронута рубками или разрушена корневой губкой. Эти насаждения исключены из числа опытных объектов. К настоящему времени сохранились три пробы с двумя секциями (№ 4, 5, 7) и одна — секционная (№ 11). Длительные наблюдения за культурами позволили выявить некоторые их особенности.

В росте в высоту на секциях с уходом и без ухода существенных различий не выявлено. В молодняках после ухода средние высоты механически увеличивались, а удаление только сухостоя слабо отразилось на этом показателе. К 60—80 годам различие в средних высотах на секциях «а» и «б» сгладилось.

Класс бонитета, определенный по таблицам хода роста А. В. Тюрина, указывает на своеобразие роста культур в высоту по сравнению с естественными древостоями. Насаждение пробы № 7 характеризуется постоянным II классом бонитета с 50 до 100 лет. Почти на класс бонитета повысилась продуктивность древостоя пробы № 11, а пробы № 4, наоборот, понизилась на класс в период с 40 до 90 лет. По-видимому, это связано с густотой посадки культур: густота 4700 шт. на 1 га (проба № 11) наиболее благоприятна в условиях свежего бора.

Диаметры исследуемых культур, как и высоты, находятся в промежутке между II и III классами бонитета по таблицам А. В. Тюрина. На секциях с уходом («а») толщина деревьев больше, чем без ухода (табл. 1). Различие достигает 10—12% в период интенсивного ухода

Таблица 1

Номер пробной площади	Возраст в год закладки, лет	Диаметры, см, по периодам наблюдений							
		1928—1929 гг.	1932 г.	1936 г.	1945 г.	1952 г.	1957 г.	1966 г.	1976 г.
4а	41	12,9	14,4	15,3	17,5	18,9	19,9	21,7	23,4
4б		12,7	13,2	13,8	15,8	17,2	18,4	20,7	23,0
7а	52	17,0	19,1	20,5	23,0	24,9	26,3	28,2	30,2
7б		16,7	17,1	18,0	20,6	22,2	23,9	26,0	28,3
11	19	7,2	8,5	9,7	12,2	13,4	14,2	15,9	18,1

(1928—1940 гг.). С возрастом это различие уменьшается, но для секций «а» и «б» отдельных проб остается достоверным по критерию Уилкоксона ($T_{\phi} > T_{st}$). Механическое увеличение диаметров за счет рубок ухода достигало 60% ежегодного изменения среднего диаметра древостоя. На секциях с уборкой сухостоя механическое увеличение диаметра хотя и имеет место, но в значительно меньшей степени. С 1957 г. до 1976 г. прирост по диаметру на секциях «а» и «б» был почти одинаковым в связи с прекращением рубок ухода.

Высокая первоначальная густота культур обеспечила формирование стволов с коэффициентом формы выше среднего. Определяемый по моделям q_2 всех пробных площадей до 1966 г. был равен 0,73—0,69, что позволило использовать для определения запаса объемные таблицы Д. И. Товстолеса с высшим $q_2 = 0,71$. Затем q_2 понизился и в 1976 г. составил 0,68. Поэтому в 80—100-летних культурах при оценке запасов использованы средние значения объемов стволов с $q_2 = 0,71$ и $q_2 = 0,65$. Высшая форма стволов сохранилась лишь в 60-летних культурах на пробе № 11.

Динамика густоты древостоев с момента создания культур приводится в табл. 2. На секциях с рубками ухода («а») густота культур на 15—25% меньше, чем на секциях без рубок. Критерий Уилкоксона показал наличие существенных различий в густоте древостоя между секциями «а» и «б».

Сохранность деревьев зависит также от первоначальной густоты посадки и составляет на секциях «а» и «б» пробы № 4 соответственно 8,1 и 9,8%, пробы № 7 — 7,6 и 8,8%, пробы № 11 — 34,3%. Высокая сохранность культур пробы № 11 объясняется меньшим возрастом древостоя по сравнению с другими участками и относительно небольшой первоначальной густотой (4700 шт. на 1 га) посадки при широких междурядьях (3,0 м).

Таблица 2

Номер пробной площади	Первоначальная густота посадки, шт. на 1 га	Размещение посадочных мест, м	Густота, шт./га, по периодам наблюдений						
			1928—1929 гг.	1936 г.	1945 г.	1952 г.	1957 г.	1966 г.	1976 г.
4а	8300	1,2×1,0	1600	1200	948	856	828	748	678
4б	8300		2600	2150	1380	1212	1107	864	816
7а	7000	1,5×1,0	1300	800	—	596	592	572	532
7б	7000		1850	1700	—	840	820	744	612
11	4700	3,0×0,7	2900	2200	2132	2068	2014	1884	1616

Интенсивность рубок ухода по числу стволов в первые годы достигала 20—35%, затем снизилась до 5—15%. В последнем случае

убирался, главным образом, сухойстой. В процессе естественного роста насаждений отпад деревьев составлял 2—4% в год.

На пробах дерева классифицировали по классам роста. На секциях «а», где систематически выбирались, главным образом, отставшие в росте деревья, в сравнении с секцией «б» повысилась доля деревьев I и II классов и снизилось участие деревьев низших классов. Динамика перераспределения деревьев по классам роста демонстрируется показателями пробы № 11 (табл. 3).

Таблица 3

Год учета	Количество деревьев, %, по классам роста				
	I	II	III	IV	V
1929	38,7	41,0	13,5	6,2	0,6
1945	39,0	39,4	14,6	5,1	1,9
1966	28,8	48,0	13,6	5,8	3,8
1976	26,3	46,3	15,8	5,2	4,3

С 19 до 35 лет количество деревьев I класса было примерно одинаковым (39%), а участие деревьев V класса — небольшим (1,9%). Вследствие снижения интенсивности рубок ухода, а затем их полного прекращения, на 10—13% уменьшилось число деревьев I класса и в 2—2,5 раза возросло представительство деревьев V класса. Таким образом, необходимость в рубках ухода в 30—35 лет оказалась очевидной.

Наличный запас и сумма площадей сечений сильно варьируют в исследуемом возрастном диапазоне. Для секций «а» характерно их снижение в первом десятилетии под влиянием рубок ухода. Интенсивность рубок в период 1928—1940 гг. составила по запасу в первые три приема соответственно: 20—25, 10—15 и 5—10%. Полнота на всех пробах до ухода находилась в пределах от 0,97 до 1,22 (по таблицам А. В. Тюрина). И только на пробе № 11 — 0,84 в силу невысокой первоначальной густоты посадки. После рубок ухода полнота была снижена до 0,64—0,83. Разреживание до полноты 0,64 (проба № 4а) привело к тому, что первоначальный запас восстановился лишь через 15 лет. Если же после ухода полнота снижалась до 0,8, то через 5—7 лет средневозрастные культуры восстановили ее до 0,9 и требовали очередного приема рубок. По мнению И. М. Науменко, оптимальной полнотой молодняков сосны следует считать 0,9, а средневозрастных — 0,8. В последние 30 лет (1946—1976 гг.) проводили только санитарные рубки интенсивностью 5—10% по запасу.

Обобщающий показатель роста насаждений — их общая производительность. Она учитывает не только запас наличного древостоя, но и вырубленную в процессе промежуточного пользования древесину или перешедшую в естественный отпад (табл. 4). Общая производи-

Таблица 4

Номер пробной площади	Общая производительность, м ³ , древостоев в возрасте, лет							
	30	40	50	60	70	80	90	100
4а	—	—	311	355	421	448	486	—
4б	—	—	317	361	432	483	540	—
7а	—	—	—	458	499	563	648	703
7б	—	—	—	482	531	603	694	732
11	156	241	336	421	—	—	—	—

ность секций с рубками ухода (№ 4а, 7а) на 2—5% ниже, чем без ухода. Это различие находится в пределах точности определения запаса.

В сопоставлении с таблицами хода роста А. В. Тюрина, производительность культур Левобережного лесничества кажется пониженной, но это вызвано отсутствием данных о выборке древесины до 1928—1929 гг., т. е. до момента закладки эксперимента. Чтобы сделать эти показатели сопоставимыми, вычтем из таблицы А. В. Тюрина сумму промежуточного пользования за 50 лет для II класса бонитета и сравним результат с данными пробы № 7 (табл. 5).

Таблица 5

Возраст, лет	Сумма промежуточного пользования, м ³	
	по А. В. Тюрину	по нашим данным
60	374	458
70	464	499
80	545	553
90	618	648
100	681	703

Таким образом, культуры II класса бонитета к 100 годам имеют более высокую общую производительность, чем естественные сосняки: в режиме умеренных рубок ухода на 3,2%; с вырубкой сухостоя — на 7,5%. По данным И. М. Науменко, в 1936 г. общая производительность культур была на 15% выше, чем по таблицам А. В. Тюрина.

Современное состояние насаждения пробы № 4б можно считать хорошим, хотя в нем имеется затухший очаг корневой губки. По данным перечетов, 95—97% стволов на всех пробах деловые. Запасы проб, не затронутых корневой губкой (№ 7, 11), значительно превосходят средние показатели по лесничеству. Нивелирование проб показало, что корневая губка возникает, как правило, в понижениях и наибольший вред наносит секциям, не подверженным рубкам ухода. Видимо, повышенная влажность и слабая освещенность почвы прямыми солнечными лучами благоприятствуют развитию гриба.

Длительные наблюдения за ростом культур сосны на постоянных пробных площадях позволяют сделать следующие выводы.

1. Культуры сосны в условиях свежего бора имеют производительность на уровне II—III классов бонитета применительно к таблицам А. В. Тюрина. Производительность древостоев, не затронутых корневой губкой, к 100 годам на 3—7% выше.

2. Рубки ухода сыграли положительную роль в росте и развитии древостоев: улучшили их качество, способствовали ограничению распространения корневой губки. В то же время интенсивные уходы и снижение полноты (ниже 0,7) привело к падению общей производительности на 8% (проба № 4). Полнота 0,9, реже 0,8, оптимальна для культур в условиях свежего бора. Такая интенсивность рассчитана на удаление текущего и перспективного отпада.

3. При рубках ухода, помимо прироста, наблюдается значительное механическое увеличение средних диаметра и высоты древостоя, а наличный запас снижается. Со временем объемный прирост таких насаждений увеличивается и превышает аналогичный показатель культур, не пройденных уходом, если полнота не ниже 0,8.

Наблюдения на описанных пробах продолжаются.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Науменко И. М. Рост сосновых культур в условиях Воронежской области. — «Научные записки ВЛХИ». Воронеж, 1939, т. 5. [2]. Науменко И. М. Особенности роста продуктивности сосновых культур на слабогумусированных песках в условиях Воронежской области. — «Научные записки ВЛХИ». Воронеж, 1960, т. 17.

Поступила 29 сентября 1978 г.

УДК 581.1.035.23

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ЗЕЛЕННОЙ ИЗОЛИРОВАННОЙ ТКАНИ ХВОИ ЕЛИ (*Picea abies* (L.) Karst.) В КАЛЛУСНОЙ И СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЕ

Т. С. ГУТМАН

Ленинградская лесотехническая академия

Установлено важное значение для выращивания тканей отношения размеров эксплантатов к объему среды. Отмечена высокая синхронность способности клеток суспензии к делению. Показано, что суспензия из изолированных клеток и мелких клеточных агрегатов гораздо быстрее обесцвечивается и хуже растет, чем крупные группы.

В лаборатории кафедры анатомии и физиологии растений ЛТА была показана возможность культивирования *in vitro* зеленых каллусных клеток такого редко используемого в физиологическом эксперименте растения, как ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.) [2]. Изолированная культура тканей хвойных в настоящее время исследуется во многих лабораториях мира в связи с рядом вопросов селекции и генетики и представляет не только чисто научный, но и практический интерес [3].

В статье описаны анатомо-морфологические, цитологические и ростовые особенности каллусной суспензионной фотогетеротрофной культуры.

Методика

Объектом исследования служили пассированные зеленые каллусы ели, полученные из хвой стерильных проростков, выращенных из семян. Каллусные ткани содержали в культуре на жидкой или агаризованной среде Мурасиге — Скуга [8], дополненной инозитом (80 мг/л), кинетином (1 мг/л), 2,4-дихлорфеноксисуксусной кислотой (2,4Д, 2 мг/л) или α -нафтилуксусной кислотой (НУК, 2 мг/л) и сахарозой (20 г/л).

Ткани выращивали при температуре, 25—28°C, влажности около 70% и круглосуточном освещении лампами ЛДЦ-30 с общей интенсивностью 2500 лк. Суспензии культивировали в пробирках на роллерной установке со скоростью 60 об/мин и в колбах на качалке типа КДМ-1.

Прирост биомассы выражали в миллиграммах сырой и сухой массы и в процентах от исходного инокулюма. Сухую массу определяли после высушивания при температуре 80°C в течение 24 ч.

Митотический индекс подсчитывали после окрашивания давленных препаратов реактивом Шиффа и выражали в промилле, т. е. числом митозов на тысячу клеток ткани.

Анатомическим исследованиям подвергали нефиксированные каллусные ткани и капли суспензии. Повторность в вариантах 5—7-кратная. Все данные статистически обработаны.

Результаты

Морфология и анатомия каллусов. Кусочек ткани, помещенный на поверхность агаровой среды, растет вверх и по поверхности агара (рис. 1). Каллусы ели равномерно окрашены в зеленый цвет, рыхлые, мелкозернистые, в значительной степени подвержены

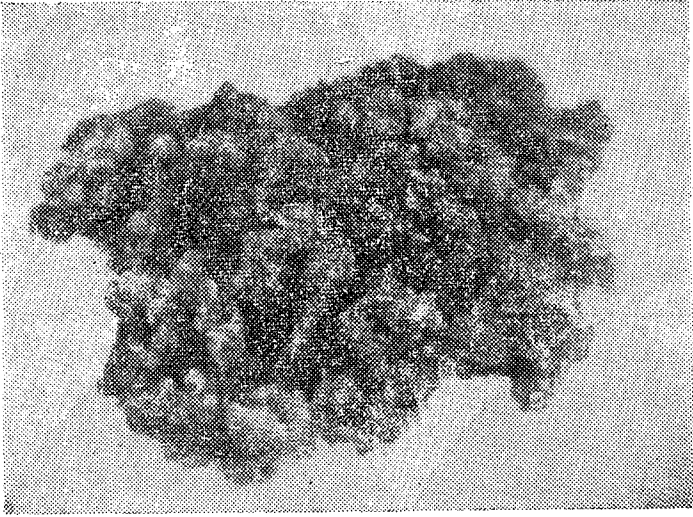


Рис. 1. Каллусная ткань хвой ели
(*Picea abies* (L.) Karst.).

некрозу, особенно в первые дни после пересадки. Степень зеленения зависит от природы используемого ауксина.

Каллус ели, образующийся на среде с α -нафтилуксусной кислотой, состоит из круглых или овальных клеток, содержащих многочисленные хлоропласты, которые распределены по стенкам или по всему объему клетки в зависимости от условий освещения. Крупные межклеточные пространства практически отсутствуют. В некоторых клетках содержатся большие запасы крахмала. Наличие таких клеток, в основном расположенных в старых частях каллуса, наблюдалось у других хвойных, в том числе у *Picea glauca* Voss. [9, 10]. У образцов, долгое время находящихся на среде без пересадки, на поверхности каллуса появляется белый налет, образованный клетками, которые внутри разделены цитоплазматическими тяжами.

Ткань, растущая на среде с 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислотой, состоит из сильно вакуолизированных клеток, часто с утолщенными оболочками. Большая часть объема клетки занята вакуолью, цитоплазма располагается вдоль клеточной стенки. Хлоропластов значительно меньше, чем в варианте с НУК, и они очень мелкие.

Образование трахеальных элементов наблюдается иногда при старении культуры, эти структуры являются общими элементами для культур хвойных. Наличие их отмечено и в *Picea glauca* Voss. [10].

В суспензионной культуре все клетки содержат хлоропласты.

Динамика роста. В каллусной культуре, после перенесения ткани на свежую питательную среду, наблюдается лаг-фаза продолжительностью 5 дн. Затем ткань вступает в фазу экспоненциального роста (5—50-е сутки) и стационарную фазу (рис. 2). Наибольший выход биомассы можно получить через 50 дн. Сырая и сухая масса увеличивается особенно быстро между 20—40-ми сутками после инокуляции.

Через 7 недель рост в культуре замедляется и старые клетки начинают отмирать; каллус и расположенный под ним участок агара темнеет. Истощение элементов питания в среде и накопление продуктов метаболизма приводит к прекращению роста и гибели клеток кал-

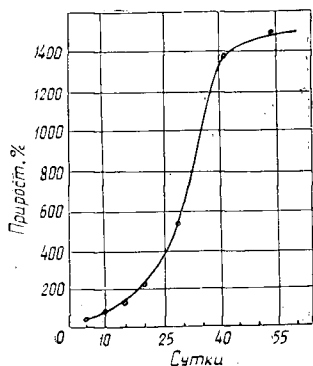


Рис. 2. Динамика роста ткани ели на агаризованной среде.

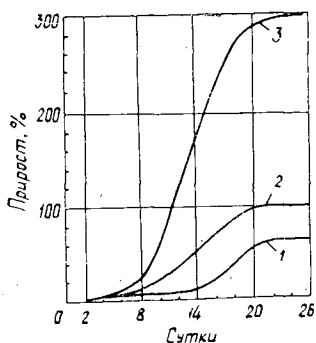


Рис. 3. Зависимость роста ткани от густоты суспензии.

1 — 1 мг/мл; 2 — 5 мг/мл;
3 — 10 мг/мл.

луса. Рост культуры сохранялся, если пассажи производили через каждые 4—6 недель.

За 7 недель сухая масса ткани увеличивается обычно в 20—25 раз. Прирост ткани зависит от состава питательной среды. Максимальный прирост зеленой ткани хвой ели (в 40 раз по сырой и в 43,8 раза по сухой массе) был достигнут на агаризованной среде с 2,4Д.

В суспензии ткань начинает расти после лаг-фазы, которая длится 5—10 дн. Продолжительность латентного периода зависит частично от плотности инокулюма. Через 18—20 дн. после инокуляции наблюдается максимальное увеличение сухой массы в 3 раза. Трехнедельная суспензионная культура зеленых клеток замедляет рост (рис. 3).

Влияние величины инокулюма. Выход биомассы культивируемых тканей определяется не только составом питательной среды. Важным фактором для успешного выращивания тканей на агаризованной и особенно в жидкой среде является отношение размеров инокулюма к объему среды. Количество питательной среды должно быть достаточным для поддержания длительного и интенсивного роста, а масса инокулюма не должна быть слишком большой и приводить к истощению среды. Кроме того, размер инокулюма должен обеспечивать быструю доставку элементов питания ко всем участкам ткани и аэрацию ее внутренних слоев.

Таблица 1

Размер инокулюма, мг	Увеличение биомассы ткани ели (на среде объемом 20 мл), % от сырой массы инокулюма, в зависимости от возраста ткани, сут					
	5	10	15	20	30	40
20	110	185	230	320	780	1525
50	120	160	190	276	592	846
100	116	141	159	196	359	644
250	120	130	150	201	315	427

В табл. 1 показана зависимость прироста ткани от массы инокулюма для агаризованной культуры с объемом среды 20 мл. Максимальный прирост ткани по сырой и сухой массе наблюдался при соотношении 20 мг ткани/20 мл среды и достигал 1525%. Аналогичный результат получен при выращивании тканей на агаре в колбах, содержащих 40 мл среды. Процент увеличения массы в этом случае был мак-

симальным при величине инокулюма 50 мг (рис. 2). К моменту выхода в стационарную фазу тканевая масса в колбах на агаре увеличивается в 15 раз.

При перенесении в жидкую питательную среду ткань распадается на отдельные клетки и клеточные агрегаты. Структура суспензии и ее густота имеют немаловажное значение для интенсивности роста суспензии клеток ели. Замечено, что масса суспензии, состоящей из отдельных клеток или мелких клеточных агрегатов, почти не увеличивается и теряется ее зеленая окраска. Для сохранения нормальной пигментации наиболее благоприятен размер агрегата $2 \times 2 \times 2$ мм (около 50 тысяч клеток), масса которого составляет примерно 10 мг.

Как показывают кривые, приведенные на рис. 3, суспензия в концентрации 1 мг клеток на 1 мл среды имела растянутую лагфазу (14 дн.) и слабое увеличение массы за период экспоненциального роста. Увеличение густоты суспензии в 5 раз позволило сократить лагфазу до 8 дн. и вдвое увеличило прирост. При десятикратном увеличении густоты суспензии прирост составлял 300%, а лагфаза уменьшилась до 5 дн. Имеется предположение [4], что клетки в суспензии образуют и выделяют в среду вещества, которые стимулируют деление и рост. Однако при мелких размерах агрегатов, во всех трех вариантах густоты, клетки довольно быстро обесцвечиваются, а оптимальная окраска достигается при оптимальном размере агрегата 10 мг.

Митотическая активность. Динамику митотического индекса тканей ели исследовали на агаризованной среде в течение 35 дн. и в суспензии в течение 18 дн. с интервалом в 3—4 дн.

Уровень митотической активности клеток исходного материала составляет 0,8%. После пересева на свежую среду деления в каллусах начинаются не сразу. В течение двух суток наблюдается лагфаза, а затем клетки вступают в период интенсивного деления (рис. 4). За период культивирования на агаре наблюдаются два пика на графике митотической активности — на 4-е и 16—18-е сутки. Это явление свидетельствует, по-видимому, об отсутствии синхронности в делении клеток культуры ели. С 18—20-го дня начинается период интенсивного роста ткани, размеры клеток увеличиваются, окраска ядер уменьшается и митотическая активность падает до исходного уровня. После 30 суток роста заметно увеличивается число крупных безъядерных клеток.

Среди делящихся клеток хорошо прослеживаются все фазы митоза. Некоторый запас делящихся ядер сохраняется в течение пяти недель.

В суспензионной культуре клеток ели на графике митотической активности (рис. 4) обнаружен один максимум, который приходится на 8—9-й день. Высокая синхронность клеток, способных к делению, связана, очевидно, с условиями культивирования. Период активного деления составляет примерно 17 дн. (3-и — 15-е сутки). К 18-му дню

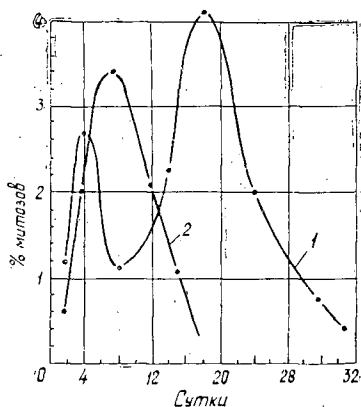


Рис. 4. Митотическая активность ткани ели на агаризованной среде (1) и в суспензии (2).

митотическая активность полностью прекращалась. К этому времени в суспензии появлялось большое количество крупных, часто безъядерных клеток со сморщенными и утолщенными оболочками.

Обсуждение

Хвойные растения, несмотря на их огромное ландшафтное и хозяйственное значение, до последнего времени редко привлекались в качестве объекта физиологического эксперимента.

Основная сложность работы с этими растениями состоит в том, что они очень медленно достигают зрелости и в зрелом состоянии характеризуются большими размерами. Кроме того, хвойные обладают целой системой защитных реакций (образование смол, ядовитых веществ и т. д.), еще более затрудняющих эксперимент с ними.

Все эти обстоятельства делают особенно привлекательным использование модели в изучении физиологии и биохимии хвойных растений.

В этом направлении делаются только первые попытки, главным образом в лабораториях нашей страны [1], Канады [6], США [7] и Франции [5].

Материал, приведенный выше, как нам представляется, показывает принципиальную возможность использования культуры изолированных хлорофиллоносных клеток ели при моделировании физиологических экспериментов.

Искусственная культура тканей ели (*Picea abies* (L.) Karst.) имеет нормальное анатомическое строение клеток, при определенных условиях интенсивно растет и размножается путем нормальных митозов и хотя показывает некоторое своеобразие в своем поведении, тем не менее в основных параметрах ведет себя аналогично с другими объектами, более часто используемыми в данной группе экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Туманов И. И., Бутенко Р. Г., Оголевец И. В., Сметюк В. В. Повышение морозостойкости культуры каллусной ткани ели путем вымораживания менее устойчивых клеток. — «Физиология растений», 1977, т. 24, вып. 5. [2]. Ширяева Г. А., Яценко-Хмельевский А. А. Культура зеленых изолированных тканей проростков ели на искусственной среде. — «Физиология растений», 1974, т. 21, вып. 2. [3]. Brown C. L., Sommer H. E. An atlas of gymnosperms cultured in vitro 1924—1974, Georgia, 1975. [4]. Chalupa V., Durzan D. J. Growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) tissue and cell cultures. — «Communicationes instituti forestalis Cechosloveniae», 1973, 8. [5]. David A. Effects de diverses solutions minerales sur la proliferation des tissus de Pin maritime en culture in vitro. — «Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Academie des sciences», Ser. D, 1972, 25, [6]. Durzan D. J., Bourgron G. Growth and metabolism of cells and tissues of jack pine (*Pinus banksiana*). — «Canadian Journal of Botany», 1976, 54, No. 5—6. [7]. Durzan D. J., Steward F. C. Cell and tissue culture of white spruce and jack pine. — «Bimonthly Resue Notes», 1968, 24. [8]. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassaya with tobacco tissue cultures. — «Physiologia plantarum», 1962, 15. [9]. Tominga Y., Oga M. Cytological studies on the calli of *Pinus densiflora* in vitro. — «Hiroshima Nogyo Tanki Daigaku Kenkyu Hokoku», 1970, 4. [10]. White P. R. Some aspects of differentiation in cells of *Picea glauca* cultivated in vitro. — «American Journal of Botany», 1967, 54.

Поступила 13 марта 1978 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.31 : 625.2.001.42

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
НА ВРЕМЕННЫЕ ПУТИ УЖД

В. И. ЖАБИН, Г. А. КАЛИНИН

Архангельский лесотехнический институт

Приведены материалы экспериментальных исследований по воздействию тепловоза ТУ4 на временные пути. Установлено, что скорость движения экипажа — определяющий фактор его силового воздействия на путь. Однако на резко выраженных неровностях рельсовых нитей в стыках повышенное силовое воздействие имеет место и при малых скоростях, незначительно возрастая с их увеличением.

При эксплуатации лесовозных узкоколейных железных дорог приходится строить большое количество временных путей (усов). Затраты на содержание и устройство усов обычно составляют свыше 1/3 трудозатрат на все подготовительные работы. В то же время состояние временных путей часто не отвечает требованиям производства, не обеспечивает безаварийной работы подвижного состава.

Для изучения влияния технического состояния усов на характер силового воздействия подвижного состава на путь были выполнены специальные исследования (в работе принимал участие инж. В. П. Кузьмичев).

Ниже приведены материалы, характеризующие воздействие тепловоза ТУ4 на путь. Опытный участок длиной 150 м на Конецгорской УЖД объединения Архангельсклеспром имел типовую для данного предприятия конструкцию пути: рельсы Р18, шпалы длиной 2,5—3,0 м, основание — дерновый покров или продольные лежни.

С помощью виброизмерительной аппаратуры ВИБ-5МАД измеряли ускорения колесных пар и кузова, прогибы рессор при движении тепловоза по участку. Опытные поездки выполняли для трех вариантов скоростей движения (9,2; 13,7; 17,6 км/ч), которые фиксировали специальными метками, установленными по всей длине участка.

На рис. 1 показано изменение ускорений (м/с^2) левого и правого колес третьей колесной пары тепловоза на части участка с 50-го по 100-й метры при скорости движения 13,7 км/ч. Резкие пики ускорений повторяются через 7—8 м, что соответствует положению стыков рельсовой колеи. Вне зоны стыка ускорения, как правило, не превышают 2 м/с^2 , в стыках же они достигают 6—8 м/с^2 , а на 78-м и 86-м метрах — 16,8 и 9,6 м/с^2 .

Аналогичные материалы получены по ускорениям кузова и прогибам рессор тепловоза. Установлено, что ускорения кузова, как правило, не превышают 1 м/с^2 , стыки рельсов на их значения влияют в меньшей мере. Прогибы рессор сравнительно плавные, однако в местах пиков ускорений наблюдаются их резкие изменения.

Для количественного анализа рассматриваемых величин выполнен их статистический анализ, результаты которого приведены в табл. 1. В каждом варианте расчета использовано 750 значений (с осциллограммы значения величин снимали через 20 см пути).

Данные табл. 1 показывают, что с увеличением скорости движения тепловоза средние арифметические значения модулей ускорений колес и кузова, а также их средние квадратические отклонения возрастают

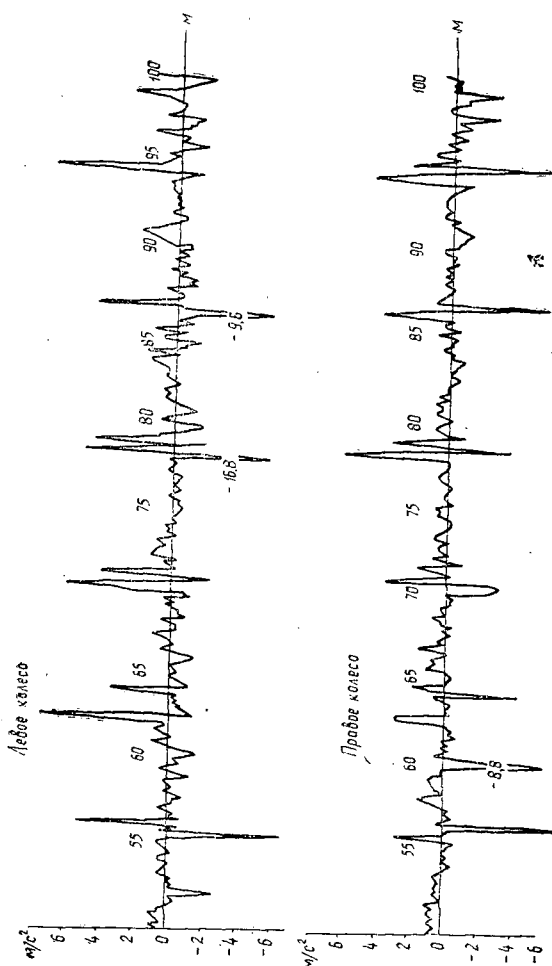


Рис. 1.

почти линейно. Таким образом, скорость движения подвижного состава, даже сравнительно низкая (до 20 км/ч), является одним из определяющих факторов силового воздействия экипажа на путь.

Представляют интерес наибольшие значения анализируемых величин. Из всей совокупности статистического ряда выбраны ускорения более 2 м/с². Распределения таких ускорений по частотам их проявления представлены на рис. 2.

Там же приведены основные статистические характеристики выборок. Характерно, что средние арифметические значения модулей ускорений $|x|$ и средние квадратические величины σ возрастают только у правого колеса (в отличие от данных табл. 1, весьма незначительно). Это позволяет полагать, что увеличение скорости движения подвижного состава вызывает рост его силового воздействия на путь (рост ускорений), в основном, за счет общего увеличения воздействия по всей длине участка. В то же время резко выраженные неровности, например в стыках, определяют повышенное воздействие даже при незначительных скоростях, не увеличиваясь резко при возрастании скорости. Например, наибольшее ускорение на 87-м метре участка для

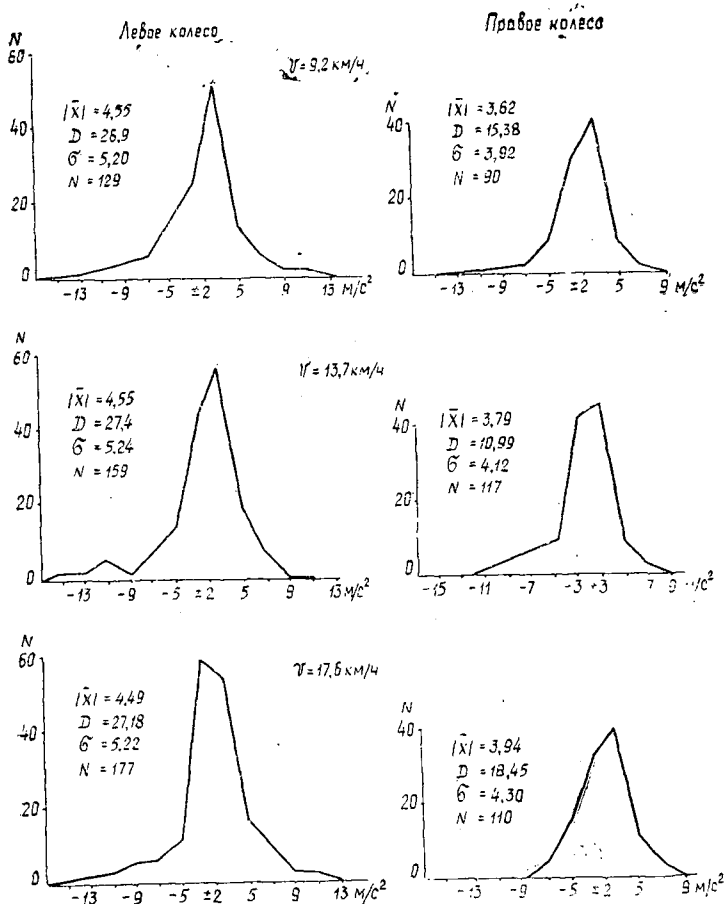


Рис. 2.

левого колеса при скорости движения тепловоза $v = 9,2$ км/ч составило $13,2$ м/с², при $v = 13,7$ км/ч — $16,8$ м/с² и при $v = 17,6$ км/ч — $18,6$ м/с². Как видно, в сравнении с данными табл. 1, относительное увеличение ускорений в стыке значительно меньше.

Теоретический расчет воздействия подвижного состава на путь выполнен для тепловоза ТУ4. Система дифференциальных уравнений вертикальной динамики тепловоза получена нами ранее*. Однако применение ее для условий движения по временным путям потребовало критического анализа и уточнения исходных допущений. Начальные условия для всех неизвестных приняты в расчетах нулевыми. При общей протяженности расчетного участка 150 м развитие переходного процесса принято на длине 20 м.

Задача запрограммирована на ЭВМ «Минск-32». Расчетный шаг интегрирования — 1 см. Ординаты вертикальных неровностей между двумя их экспериментальными значениями определяли линейной интерполяцией. Все постоянные параметры системы взяты паспортными

* Жабин В. И. и др. О воздействии тепловоза ТУ4 на путь при движении по случайным вертикальным неровностям. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1974, № 1.

Таблица 1

Характеристики	Ускорения колес третьей оси, м/с ²		Ускорения кузова, м/с ²		Прогибы левой рессоры, мм
	левого	правого	левой стороны	правой стороны	
$v = 9,2$ км/ч					
\bar{x}	0,035	-0,008	0,014	0,062	-0,586
$ \bar{x} $	0,599	0,432	0,218	0,208	0,980
D	1,763	0,921	0,102	0,081	1,072
σ	1,328	0,960	0,320	0,284	1,035
$v = 13,7$ км/ч					
\bar{x}	-0,029	0,054	0,117	0,088	-0,307
$ \bar{x} $	0,782	0,627	0,457	0,365	0,983
D	2,904	1,337	0,293	0,207	1,364
σ	1,704	1,156	0,541	0,455	1,168
$v = 17,6$ км/ч					
\bar{x}	-0,081	0,118	0,038	0,249	-0,188
$ \bar{x} $	1,019	0,789	0,537	0,558	1,106
D	3,708	2,119	0,458	0,430	1,891
σ	1,926	1,456	0,677	0,655	1,375

Примечание. \bar{x} — среднее арифметическое значение величины; $|\bar{x}|$ — среднее арифметическое значение модулей; D — дисперсия; σ — среднее квадратическое отклонение; v — скорость движения тепловоза при опытном заезде.

или вычислены по чертежам тепловоза. Расчетные скорости движения, как и при опытных заездах, приняты равными 9,2; 13,7 и 17,6 км/ч.

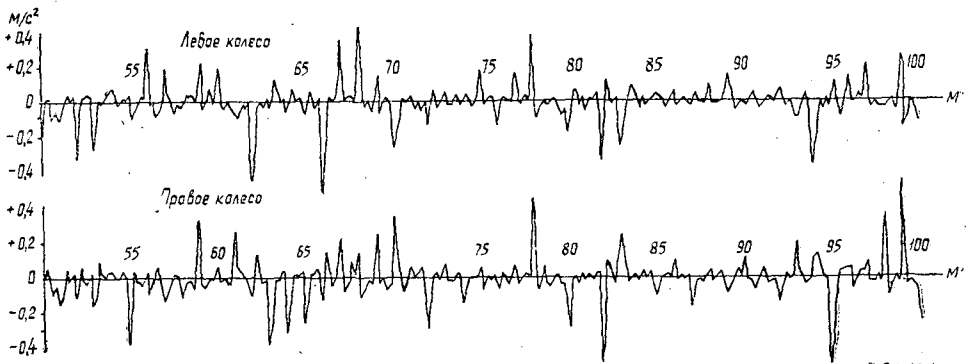


Рис. 3.

При решении дифференциальных уравнений выводили на печать (через 20 см пути) текущие значения ускорений колес и кузова, а также динамические силы (добавки), действующие от колес на путь. По всей совокупности значений (через 1 см пути) вычисляли средние арифметические, дисперсии и средние квадратические отклонения указанных переменных, взятых по модулю. Расчетные графики ускорений левого и правого колес третьей колесной пары для экспериментального участка показаны на рис. 3.

Сравнивая расчетные и экспериментальные данные и характер их изменения (рис. 1 и 3), видим, что расчетные значения не превышают $0,5 \text{ м/с}^2$; как правило, они одного порядка с опытными. Однако расчетом не установлено резкого увеличения ускорений в зоне стыков. Видимо, это объясняется тем, что расчетом не учитывается неоднородность основания пути. В целом сравнение расчетных и экспериментальных материалов показывает их удовлетворительную сходимость.

Выводы

Материалы теоретических и экспериментальных исследований воздействия тепловоза ТУ4 на временные пути УЖД свидетельствуют, что скорость движения экипажа является определяющим фактором его силового воздействия на путь. В то же время на резко выраженных неровностях, например в стыках, повышенное силовое воздействие имеет место и при малых скоростях, незначительно возрастающая с их повышением. Следовательно, неровности пути даже при малых скоростях движения экипажей — основная причина повышенного динамического воздействия подвижного состава на путь.

Недостаточная ровность рельсовых нитей — весьма распространенный недостаток устройства усов — главная причина повышенной динамики подвижного состава и, как следствие, быстрого расстройтва пути. Вопросам ровности рельсовой колеи, особенно в зоне стыков, при строительстве и эксплуатации временных путей должно уделяться самое пристальное внимание.

Поступила 13 сентября 1978 г.

УДК 629.114.2.001.2 : 531

ОЦЕНКА ПЛАВНОСТИ ХОДА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ

А. В. ЖУКОВ, Ю. Ю. БЕЛЕНЬКИЙ, А. Б. АЗБЕЛЬ,
А. И. ПЕТРОВИЧ

Белорусский технологический институт, БелавтоМАЗ, ИМ АН БССР

Приводятся данные по оценке вертикальной динамики и плавности хода лесовозных автопоездов, произведенной с помощью разработанной авторами расчетной модели. Сравниваются автопоезда с двухосными и трехосными тягачами типа МАЗ, КраЗ и ЗИЛ. Даны рекомендации по улучшению показателей плавности хода и динамической нагруженности лесовозных автопоездов.

Сравнительная оценка показателей плавности хода и вертикальной динамики лесовозных автопоездов различного типа весьма важна для совершенствования их конструкции, улучшения технико-эксплуатационных показателей работы, выбора типа транспорта для различных лесозаготовительных районов страны.

Исследования проводили с помощью разработанной авторами расчетной модели. Она учитывает параметры подрессоривания осей тягача и прицепа-ропуски, упругость и демпфирование шин, пачки хлыстов, а также массы пачки хлыстов и неподдресоренных элементов автопоезда, нелинейность характеристик шин и подвески осей автопоезда, пробой подвески и отрывы колес от дороги. Микропрофиль дорог задавали случайным. Расчеты выполняли на ЭЦВМ «ЕС-1020». Варьировали типы автопоездов и покрытий дорог, а также скорости движе-

ния и параметры подвески тягачей. Рассматривали две группы автопоездов: с трехосными (группа I) и двухосными (группа II) тягачами. Параметры автопоездов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры	Численные значения параметров по вариантам			
	Группа I		Группа II	
	А	Б	В	Г
Полная масса, т	39,7	20,6	32,9	29
Масса тягача, т	12,4	7,0	9,4	8,8
Число осей:				
тяги	3	3	2	2
прицепа-пропуска	2	2	2	2
База тягача, м	5,3	4,22	3,95	3,95

Параметры подвески, весовые и размерные параметры рассматриваемых вариантов приняты на основании опытных замеров и литературных данных для реальных отечественных лесовозных автопоездов.

Оценка плавности хода производится по пяти октавным полосам частот (от 0,7 до 22,4 Гц). Диапазон частот каждой из полос соответ-

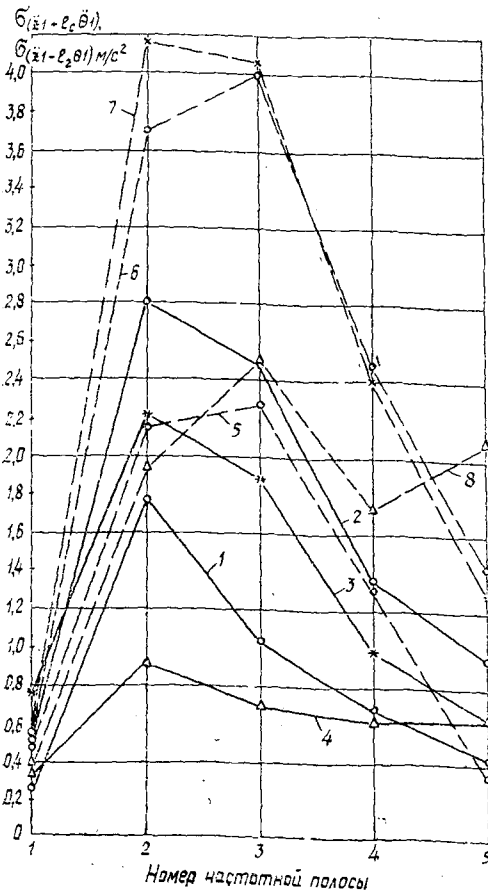


Рис. 1. Значения средних квадратичных вертикальных ускорений в месте сидения водителя $\sigma(\ddot{z}_1 + l_c \ddot{\theta}_1)$ (1-4) и над задней осью $\sigma(\ddot{z}_1 - l_2 \ddot{\theta}_1)$ (5-8) для автопоездов с двухосными и трехосными тягачами при $v = 60$ км/ч.

1, 5 — вариант А; 2, 6 — Г;
3, 7 — В; 4, 8 — Б.

ствуется санитарным нормам СН 1102-73. Как правило, для всех рассматриваемых вариантов ускорения подрессоренной массы тягача наибольшие во второй и третьей октавных полосах частот (1,4—5,6 Гц). Из рис. 1 видно, что при $v = 60$ км/ч (бульжное шоссе, $\sigma_n = 1,7$ см) наибольшие значения средних квадратичных вертикальных ускорений подрессоренной массы двухосных тягачей (группа II) над задней осью (6, 7) и в месте расположения сидения водителя (2, 3) достигают $4,2$ м/с².

Для трехосных тягачей (группа I) значения $\sigma_{(\dot{z}_1 + l_c \ddot{\theta}_1)}$ выше для варианта А, чем Б (1, 4), а $\sigma_{(\dot{z}_1 - l_s \ddot{\theta}_1)}$ у обоих вариантов отличаются незначительно (5, 8). Различия вертикальных ускорений в центре тяжести подрессоренной массы тягача для всех вариантов лесовозного автопоезда по основным полосам частот невелико.

Анализ данных расчета свидетельствует, что в целом менее нагружен автопоезд с трехосным тягачом, причем вариант Б имеет показатели лучше, чем А. Это же подтверждается сравнением средних квадратичных значений вертикальных ускорений в суммарной полосе частот (табл. 2, бульжное шоссе).

Таблица 2

v км/ч	Параметры	Средние квадратичные ускорения, м/с ²			
		А	Б	В	Г
40	$\sigma_{(\dot{z}_1 + l_c \ddot{\theta}_1)}$	2,75	1,8	3,31	4,11
	$\sigma_{\dot{z}_1}$	2,42	2,0	2,04	2,35
	$\sigma_{(\dot{z}_1 - l_s \ddot{\theta}_1)}$	3,06	5,37	6,2	6,48
60	$\sigma_{(\dot{z}_1 + l_c \ddot{\theta}_1)}$	3,2	2,23	4,76	6,08
	$\sigma_{\dot{z}_1}$	2,74	2,48	2,76	2,96
	$\sigma_{(\dot{z}_1 - l_s \ddot{\theta}_1)}$	5,53	6,71	9,58	9,64

При увеличении скорости движения плавность хода автопоездов ухудшается как на бульжном шоссе, так и на дорогах с другими типами покрытий (табл. 2). Наиболее интенсивное увеличение ускорений происходит во второй и третьей октавных полосах частот.

Анализ данных, характеризующих зависимость $\sigma_{(\dot{z}_1 + l_c \ddot{\theta}_1)}$ (передняя ось) от типа покрытия дорог, позволяет сделать вывод, что наиболее тяжелой по условиям движения из рассматриваемых является дорога с бульжным покрытием, а затем — с гравийным ($\sigma_n = 1,37$ см). На асфальтобетонной дороге ($\sigma_n = 1,18$ см) уровень вертикальных ускорений автопоездов невелик и наибольшее значение $\sigma_{(\dot{z}_1 + l_c \ddot{\theta}_1)}$, наблюдающееся в третьей октавной полосе частот, для тягача по варианту В составляет $0,88$ м/с².

Лесовозные двухосные автопоезда по общим параметрам (табл. 1) хорошо соответствуют требованиям по грузоподъемности, мощности, скорости, несущей способности лесных дорог и сооружений, проходимости и маневренности автопоездов, работающих в основных лесозаготовительных районах. Вариант В автопоезда в сравнении с Г более перспективен, так как имеет большую грузоподъемность при одних и тех же скоростных показателях. В то же время он обладает несколько пониженной по сравнению с автопоездами первой группы плавностью хода.

Из рис. 2 видно, что $\sigma_{\dot{z}_1}$ и $\sigma_{\ddot{\theta}_1}$ (вертикальные и продольно-угловые ускорения) существенно зависят от типа дороги. Для

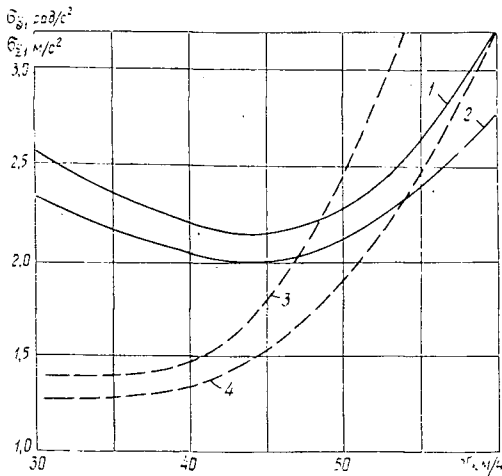


Рис. 2. Зависимость средних квадратичных ускорений (по суммарной полосе частот) поддресоренной массы тягача от скорости при движении лесовозного автопоезда (вариант В) по булыжному шоссе (1, 2) и гравийной дороге (3, 4).

1, 3 — σ_{z1}^2 ; 2, 4 — σ_{z1}^2 .

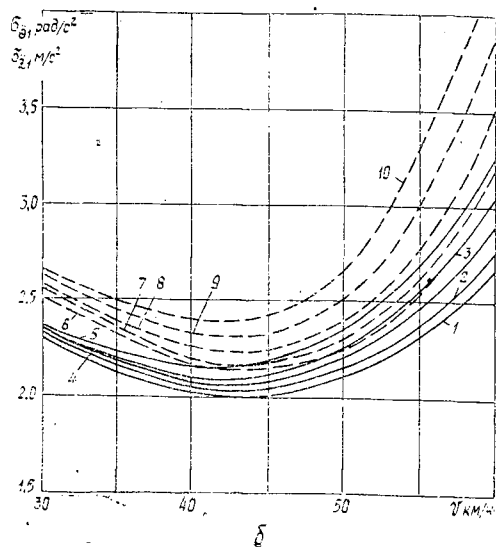
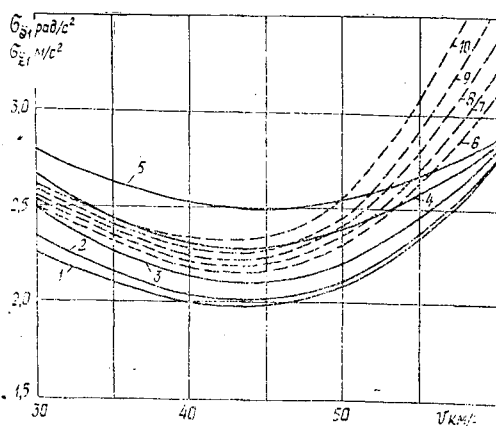
$v < 50$ км/ч уровень вертикальных ускорений тягача (вариант В) ниже на гравийной дороге; для $v > 50$ км/ч ускорения тягача резко возрастают на обоих типах покрытий. При движении автопоезда по булыжному шоссе можно выделить в качестве характерной скорость $v = 45$ км/ч, при которой значения σ_{z1}^2 и σ_{z1}^2 минимальны. Для гравийного шоссе выделяется скорость $v = 40$ км/ч. При $v > 40$ км/ч значения σ_{z1}^2 и σ_{z1}^2 начинают интенсивно возрастать.

Сопоставление характера изменения средних квадратичных ускорений поддресоренных и неподдресоренных масс тягача и прицепа-ропуска, а также пачки хлыстов при разных скоростях движения дает основание считать, что условия движения по дороге с булыжным покрытием являются наиболее тяжелыми во всем диапазоне рассматриваемых скоростей движения. Анализ влияния характеристик подвески тягача (вариант В) на показатели вертикальной динамики автопоезда, проведенный для наиболее тяжелых дорожных условий, показал возможности их улучшения.

Установлено, что жесткость подвески на продольно-угловые ускорения поддресоренной массы тягача влияет наиболее сильно при скоростях движения более 40 км/ч. Это же можно сказать и о вертикальных ускорениях, но только при изменении жесткости задней подвески (рис. 3). Коэффициенты n_1 и n_2 характеризуют изменение жесткостей передней и задней подвесок тягача по отношению к исходной (значения n_1 и n_2 , равные единице, соответствуют исходным упругим характеристикам). Изменение жесткости передней подвески (рис. 3, а, кривые 1—5) в наибольшей степени сказывается на значениях σ_{z1}^2 и σ_{z1}^2 при $v = 30$ км/ч. При увеличении жесткости передней подвески (n_1 изменяется от 0,7 до 1,9) происходит изменение σ_{z1}^2 на 1,25 м/с², а σ_{z1}^2 — на 0,52 м/с², причем наиболее интенсивное изменение вертикальных ускорений σ_{z1}^2 происходит при $v = 45$ км/ч.

Исследования показали, что на вертикальные ускорения поддресоренной массы тягача в месте сидения водителя и над передней осью жесткость задней подвески оказывает ощутимое влияние только при $v > 50$ км/ч. Варьирование изменения характеристик вязкого сопротивления подвески переднего моста практически не повлияло на плавность хода тягача.

Рис. 3. Зависимость средних квадратичных ускорений (по суммарной полосе частот) подпрессоренной массы тягача от коэффициентов жесткости n_1 (а) и n_2 (б) (бульжное шоссе, автопоезд по варианту В).



1 - 5 - σ_{z1} ; 6 - 10 - σ_{θ_1}

(1, 6 - $n_1 = n_2 = 0,7$; 2, 7 - $n_1 = n_2 = 1,0$; 3, 8 - $n_1 = n_2 = 1,3$; 4, 9 - $n_1 = n_2 = 1,6$; 5, 10 - $n_1 = n_2 = 1,9$).

Таблица 3

v км/ч	Номер полосы частот	Значения $\sigma(\ddot{z}_1 + l_1\ddot{\theta}_1)$, м/с ² , при n_1				
		0,7	1,0	1,3	1,6	1,9
30	1	0,517	0,55	0,53	0,50	0,47
	2	1,04	1,24	1,49	1,67	1,79
	3	0,95	0,99	1,05	1,13	1,21
	4	0,66	0,70	0,75	0,79	0,82
	5	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22
40	1	0,66	0,69	0,66	0,63	0,61
	2	1,18	1,44	1,79	2,13	2,40
	3	0,72	0,79	0,91	1,04	1,15
	4	0,86	0,89	0,95	1,04	1,11
	5	0,28	0,32	0,35	0,39	0,40
60	1	0,67	0,71	0,64	0,57	0,53
	2	1,70	2,02	2,40	2,70	2,96
	3	1,48	1,67	1,89	2,08	2,27
	4	0,84	0,93	1,02	1,10	1,17
	5	0,52	0,57	0,62	0,67	0,73

Наибольшее изменение ускорений $\sigma_{\ddot{z}_1 + l_c \ddot{\theta}_1}$ и $\sigma_{\ddot{z}_1 + l_1 \ddot{\theta}_1}$ происходит при изменении жесткости передней подвески тягача.

Средние квадратичные значения ускорений $\sigma_{\ddot{z}_1 + l_1 \ddot{\theta}_1}$ тягача (вариант В, булыжное покрытие) по полосам частот приведены в табл. 3, из которой видно, что увеличение коэффициента n_1 , как правило, приводит к повышению уровня средних квадратичных ускорений $\sigma_{\ddot{z}_1 + l_1 \ddot{\theta}_1}$, причем наиболее сильно во второй полосе частот (1,4—2,8 Гц). В третьей и четвертой октавных полосах влияние изменения жесткости передней подвески слабее. В первой полосе частот (0,7—1,4 Гц) происходит некоторое снижение значений средних квадратичных вертикальных ускорений.

Выводы

1. Для сравниваемых типов (варианты А—Г) лесовозных автопоездов наибольшим уровнем вертикальных ускорений характеризуется задняя ось и подрессоренная масса над задней осью тягача, при этом трехосные тягачи имеют более низкий уровень вертикальных ускорений (для $\sigma_{\ddot{z}_1 - l_1 \ddot{\theta}_1}$ различие составляет в среднем 30—36%).

2. Средние квадратичные значения вертикальных ускорений центра тяжести подрессоренной массы, несколько отличаясь по октавным полосам частот, по суммарным значениям в диапазоне частот 0,88—22,4 Гц близки для всех рассматриваемых вариантов автопоездов (различие по σ_{z_1} не превышает 15%).

3. При скоростях движения более 40 км/ч средние квадратичные ускорения подрессоренной массы тягача в месте сидения водителя имеют наибольшие значения во второй и третьей октавных полосах частот, причем в группе I по абсолютной величине они значительно меньше (до 50%) у варианта Б. В группе II лучшие показатели имеет тягач автопоезда по варианту В.

4. Для улучшения показателей плавности хода и вертикальной динамики перспективного лесовозного тягача по варианту автопоезда В следует снизить жесткость его передней и задней подвесок до значений, соответствующих коэффициентам n_1 и n_2 , равным 0,7. Кроме того, рекомендуется ввести систему вторичного подрессоривания кабины или сидения водителя.

Поступила 19 января 1978 г.

УДК 625.855

РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ И ОСУШЕНИЕ

Е. И. ШЕЛОПАЕВ

Красноярский политехнический институт

Приведены грунтово-климатические особенности лесных районов Сибири. Даны уточненные параметры грунтов (влажности, глубины промерзания, климатического параметра), необходимых для расчета дорожных одежд на морозоустойчивость. Рассмотрен метод расчета дорожных одежд на осушение, и для практического применения его предложена таблица толщин дренирующего слоя из песка с разным коэффициентом фильтрации.

Многолетние исследования показали, что в условиях резко континентального климата Западной и Восточной Сибири с годовой ампли-

тудой температур 82—98°C водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог имеет свои региональные особенности [2].

1. Промерзание грунтов происходит со скоростью 3,2—3,9 см/сут и достигает глубины 2,2—3,0 м.

2. В весенний период неоднократно выпадает снег в сочетании с дождями, что приводит к переувлажнению грунтов до 0,80—0,85 (от границы текучести грунта) и снижению модуля упругости связных грунтов до $(2,16—2,74) \cdot 10^7$ Па.

3. Короткий период с температурами выше +10°C сопровождается слабым испарением влаги почвогрунтов. Количество выпадающих осадков превышает испарение более чем в 1,2 раза.

4. Основными грунтообразующими породами являются: лёссовидные суглинки и глины, пылевато-иловатые тяжелые суглинки, которые по минералогическому составу относятся к иллитам (разновидность гидромусковита) и монтмориллонитам.

Рассматриваемые грунты во влажном состоянии склонны к влагонакоплению, набуханию и пучению при замерзании, что резко снижает устойчивость земляного полотна и дорожных одежд. Существующий метод расчета дорожных одежд на морозоустойчивость [1] в условиях Сибири приводит к недостаточным толщинам подстилающих слоев основания (а в большинстве случаев даже и к отрицательным значениям толщины морозоустойчивых слоев), что не обеспечивает нормального режима работы дорожной одежды.

На дорогах с усовершенствованными капитальными покрытиями при втором типе увлажнения местности толщину слоев Z_1 из стабильных материалов обычно определяют по формуле [1]

$$Z_1 = Z_{кр} - \frac{100l_{доп}}{K_{пуч}},$$

где $Z_{кр}$ — критическая глубина промерзания, см;

$l_{доп}$ — допускаемая величина морозного пучения, см;

$K_{пуч}$ — коэффициент пучения грунта, %;

$$K_{пуч} = K'_{пуч} \frac{100}{\alpha_0};$$

$K'_{пуч}$ — коэффициент пучения грунта при $\alpha_0 = 100$ см²/сут;

α_0 — климатический параметр, см²/сут.

Например, для природных условий Красноярска при грунте земляного полотна в насыпи из суглинка тяжелого пылеватого, согласно ВСН 46—72 [1], $Z_{кр} = 140$ см; $K'_{пуч} = 5$; $\alpha_0 = 325$ см²/сут; $l_{доп} = 4$ см — для асфальтобетонного покрытия. Тогда

$$K_{пуч} = 5 \cdot \frac{100}{325} = 1,53;$$

$$Z_1 = 140 - \frac{100 \cdot 4}{1,53} = 140 - 261 = -121 \text{ см,}$$

т. е. получилось отрицательное значение толщины слоев из стабильных материалов. Поэтому проектировщики для районов Сибири не предусматривают устройства морозозащитных слоев в составе дорожных одежд, и автомобильные дороги преждевременно выходят из строя.

Исследования автора и проф. А. Я. Тулаева показали, что морозным пучением захватывается слой грунта на полную его глубину про-

мерзания. Следовательно, для условий Сибири в расчетах необходимо принимать не критическую глубину промерзания $Z_{кр}$, как это рекомендуется [1], а расчетную Z при 5%-ной обеспеченности. Кроме того, и климатический параметр α_0 в [1] завышен почти в два раза.

На основе теоретических и экспериментальных исследований для практического применения предлагаются расчетные параметры грунтов (табл. 1), уточняющие ВСН 46—72 [1].

Таблица 1

Расчетные параметры суглинистых и глинистых грунтов

Пункт	Влажность (доли границы текучести грунта)	Расчетная глубина промерзания, см	Параметр α_0 , см ² /сут
Подкаменная Тунгуска, Таимба, Усть-Кут, Иркутск	0,80	280	220
Усановы, Напас, Енисейск	0,80	260	190
Тара, Томск, Канск, Тайшет	0,80	240	180
Купино, Новосибирск, Красноярск, Абакан	0,75—0,80	220	170
Омск, Кемерово, Новокузнецк	0,75	220	165
Барнаул, Бийск	0,70	180	160

Толщину слоев из морозоустойчивых материалов (включая дорожную одежду) целесообразно определять по формуле

$$Z_1 = Z - \frac{I_{доп} \alpha_0}{B \beta \gamma} \frac{\lambda_{од}}{\lambda_{гр}} \text{ см,}$$

где Z — расчетная глубина промерзания, см (принимая по табл. 1);

где B — показатель, зависящий от состава грунта, см²/сут [1];

β — показатель, учитывающий тип местности [1];

γ — показатель, учитывающий конструкцию земляного полотна [1];

$\lambda_{од}$, $\lambda_{гр}$ — коэффициент теплопроводности материала дорожной одежды и грунта земляного полотна, Вт/(м·К) [1].

Проведем расчет при тех же исходных данных, что в первом примере,

$$Z_1 = 220 - \frac{4 \cdot 170}{4,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0} \cdot \frac{1,5}{1,3} = 74 \text{ см.}$$

Следовательно, более правильно для данных условий принять в расчет толщину из стабильных материалов равной 74 см, а не 121 см, как это рекомендуется по ВСН 46—72 [1].

Практика строительства и эксплуатации дорог в районах Сибири показала, что эффективным мероприятием по обеспечению устойчивости дорожных одежд является осушение земляного полотна путем устройства дренирующих слоев из песка или гравийно-песчаной смеси.

Методы расчета дренирующих слоев разработаны проф. А. Я. Гулаевым и приведены в Инструкции ВСН 46—72 [1]. Выполненные автором исследования в Красноярском крае, Томской и Иркутской областях позволили уточнить расчетные параметры грунтов и определить количественные показатели объемов воды, поступающей в дренирующий слой.

Суммарный приток воды в основание проезжей части автомобильной дороги зависит от грунтовых, гидрогеологических, климатических условий, конструкции земляного полотна и при расчетах дренажа принимается по табл. 2.

Таблица 2

Дорожно-климатическая зона	Тип местности по условиям увлажнения	Расчетный удельный приток воды в дренирующий слой q_p , л/(м ² · сут)		
		Мелкие пески, пески пылеватые, легкие и тяжелые супеси	Суглинок и глина	Пылеватые супесь и суглинок
II	1	3,3	3,9	4,6
	2	4,5	4,8	7,7
	3	5,6	6,4	10,0
III	1	2,1	2,4	3,0
	2	3,0	3,2	4,4
	3	3,8	4,5	6,5
IV	2	1,5	1,7	2,3
	3	2,6	2,8	3,4

Толщину дренирующего слоя h_d целесообразно рассчитывать методом осушения, который обеспечивает своевременный отвод воды. Для практического применения этого метода с помощью ЭВМ «ЕС-1022» получена табл. 3, расчет по которой значительно проще, чем по ВСН 46—72 [1].

Таблица 3

Расчетный удельный приток воды q_p , л/(м ² · сут)	Толщина дренирующего слоя h_d , см, из песка с коэффициентом фильтрации K_f , м/сут							
	2	3	4	5	6	7	8	10
2	22/24	20/22	19/21	18/20	18/20	18/19	18/18	18/18
3	24/30	22/24	21/22	20/21	19/21	19/20	19/19	18/18
4	26/34	23/23	22/24	21/23	20/22	20/21	19/19	19/19
5	27/38	25/31	23/27	22/24	21/23	21/22	20/20	19/19
6	29/42	26/34	24/30	23/26	22/24	21/23	21/21	20/20
7	30/45	27/37	25/32	23/28	23/26	22/24	21/22	20/21
8	32/48	28/40	26/34	24/31	23/28	22/26	22/24	21/22
9	33/51	29/42	27/36	25/32	24/30	23/27	22/25	21/23
10	34/54	30/44	28/38	26/34	25/31	24/29	23/27	22/24

Примечание. В числителе толщина дренирующего слоя h_d при длине фильтрации $L = 3,5$ м; в знаменателе — при $L = 7,5$ м.

Пример расчета. Автомобильная дорога проходит во II дорожно-климатической зоне. Тип увлажнения местности — 2. Грунт земляного полотна из пылеватого суглинка. Ширина двускатной проезжей части $B = 15$ м. Поперечный уклон поверхности земляного полотна $i = 0,03$. Для устройства дренирующего слоя предполагается использовать местный среднезернистый песок, характеризующийся коэффициентом фильтрации $K_f = 4$ м/сут при относительной плотности $K_0 = 1,0$.

По табл. 2 находим удельный приток воды $q_p = 7,7$ л/(м² · сут). По табл. 3 при $q_p = 7,7$ л/(м² · сут), $L = 7,5$ м и $K_f = 4$ м/сут определим толщину дренирующего слоя, которая составит $h_d = 34$ см.

Если устраивать дренирующий слой из песка с коэффициентом фильтрации $K_f = 8$ м/сут, то толщина слоя составит $h_d = 24$ см. В целях повышения прочности и обеспечения морозоустойчивости дорожных одежд при проектировании их необходимо принимать уточненные параметры Z , a_0 и q_p , которые реальнее отражают природные условия районов Сибири (табл. 1 и 2).

Толщина стабильного слоя дорожной одежды должна быть во всех случаях не менее 65 см.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-72. Минтрансстрой СССР, М., Транспорт, 1973. 110 с. [2]. Шелопаев Е. И. Методы расчета водно-теплого режима земляного полотна и дорожных одежд. Красноярск, Изд-во Политехнического института, 1976. 65 с.

Поступила 4 сентября 1978 г.

УДК 625.86

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОПРОЧНЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

*Р. В. БЕЙШЕР, А. П. ЕЛИСЕЕВ, В. П. МОРОЗОВ,
В. И. ЛОСКУТОВ*

Архангельский лесотехнический институт

Приведены некоторые результаты исследования ряда известняковых карьеров, расположенных на Европейском Севере СССР, и даны практические рекомендации по улучшению свойств малопрочных известняков добавками кондиционного гравия, обработкой органическими вяжущими и укреплением цементно-песчаной смесью.

На севере европейской части СССР основным дорожно-строительным материалом для одежды лесовозных дорог является гравий изверженных и осадочных пород. Значительно реже для этих целей используется известняковый щебень. Вместе с тем большие и малые месторождения известняков довольно часто встречаются в лесных массивах Архангельской, Вологодской областей и Коми АССР. В объединении Архангельсклеспром построены и успешно эксплуатируются лесовозные и хозяйственные дороги со щебеночным покрытием. В Коми АССР трестом Комилесстрой известняковый щебень местных карьеров успешно применяется для баллаستировки железных дорог, строительства новых и ремонта старых лесовозных и хозяйственных дорог.

Характерная особенность месторождений известняков на Европейском Севере СССР — микроскладчатость строения с включениями кремния и прослойками глин и мергелей, а также переслаиванием известняков в доломиты. В месторождениях встречаются преимущественно известняки каменноугольной системы химического, органогенного и органогенно-химического происхождения, обладающие значительными колебаниями качественного состава. Большею частью такие известняки не удовлетворяют требованиям СНиП для дорожного строительства. Поэтому щебень, получаемый в результате их дробления, нельзя применять без дополнительных мероприятий по улучшению его свойств. Под воздействием природных и механических факторов малопрочный щебень измельчается. При избыточном содержании образовавшихся пылевато-глинистых фракций и в неблагоприятных условиях увлажнения резко ухудшаются прочностные и упруго-деформационные свойства щебня, что, в свою очередь, приводит к падению несущей способности дорожной конструкции и ее преждевременному разрушению.

Таблица 1

Карьер	Плотность	Объемная масса в куске	Пористость	Водопоглощение	Прочность при сжатии, кгс/см ²	Истираемость, %	Морозостойкость*, цикл
	г/см ³						
Орлецкий	2,54—2,70	2,29—2,59	9—16	3,1—7,9	240—850	55—68	10—15
Белоборский	2,78	2,49—2,53	9—11	2,6—5,4	660—1100	18	25
Красноярский	2,70	2,20—2,38	12—19	4,9—6,8	100—350	50,8	15

* Количество циклов замораживания — оттаивания с допустимыми потерями по массе.

В табл. 1 приведены результаты определения физико-механических свойств известняков трех месторождений: Орлецкого (Архангельская область), Белоборского, Красноярского (Коми АССР). Из таблицы следует, что по существу в естественном виде пригоден для устройства дорожных одежд только щебень Белоборского месторождения.

При лабораторных исследованиях мы применяли различные известные методы улучшения свойств известнякового щебня: добавка к щебню гравийно-песчаной смеси, гидрофобизация его органическими вяжущими, укрепление цементом. Основные исследования проводили на известняковом щебне Орлецкого месторождения — самого крупного месторождения известняков на Европейском Севере СССР.

Известно, что для малопрочных известняков весьма важно сохранение зернового состава в процессе уплотнения, так как именно крупные фракции щебня лучше сопротивляются воздействию транспортных нагрузок и природно-климатических факторов.

В наших опытах для снижения дробимости малопрочного щебня к нему добавляли кондиционную гравийно-песчаную смесь Няндомского карьера (фракции 20—0 мм). По нашему мнению, добавка гравийно-песчаной смеси должна была способствовать снижению дробимости щебня в процессе уплотнения вследствие перераспределения контактных напряжений в системе щебень—гравийно-песчаная смесь.

Дробимость определяли в смеси фракций 40—70 и 20—40 мм в соотношении 1:0,7. Гравийно-песчаную смесь добавляли к щебню в количестве 10, 20, 30 и 40% от общей массы смеси.

Смесь уплотняли в жестких металлических формах на гидравлическом прессе при оптимальной влажности. После выдержки под уплотняющей нагрузкой 150 кгс/см² в течение 3 мин щебеночно-гравийную смесь высушивали и просеивали сквозь сита диаметром 40, 20 и 10 мм.

Дробимость щебня оценивали по формуле

$$D_p = \frac{P_{v_1} - P_{v_2}}{P_{v_1}} \cdot 100,$$

где P_{v_1} и P_{v_2} — масса фракций 20—70 мм до и после уплотнения.

Одновременно определяли плотность щебеночно-гравийной смеси.

Как видно из рис. 1, добавка гравийно-песчаной смеси в количестве 20—30% по массе значительно снижает дробимость. Плотность смесей при этом повышается.

Для щебня любого зернового состава величина добавки песчано-гравийной смеси может быть определена по формуле

$$D = \frac{v_{\text{пуст}} \gamma_{\text{п.г.с}}}{\gamma_{\text{щ.н}} \left(100 + \frac{v_{\text{пуст}} \gamma_{\text{п.г.с}}}{\gamma_{\text{щ.н}}} \right)} \cdot 100,$$

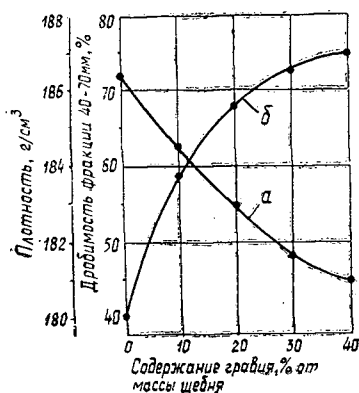


Рис. 1. Влияние добавки гравийно-песчаной смеси на дробимость и плотность щебеночной смеси.

а — изменение дробимости;
б — изменение плотности.

и вязким дорожным битумом. При этом наиболее эффективной оказалась обработка щебня вязким битумом марки БНД 60/90.

где D — дозировка гравийно-песчаной смеси, % от общей массы смеси;

$v_{\text{пуст}}$ — пустотность щебня, %;

$\gamma_{\text{п.г.с}}$ — плотность гравийно-песчаной смеси, г/см³;

$\gamma_{\text{щ.н}}$ — насыпная плотность щебня, г/см³.

Технология производства работ заключается в распределении гравийного материала по уплотненному щебеночному основанию и последующем перемешивании гравия со щебнем автогрейдером. При использовании крупного щебня (фракции 70—120 мм) можно ограничиться разравниванием гравия по поверхности уплотненного щебня и последующей укаткой пневматическими катками.

В целях улучшения свойств щебня была предпринята обработка его жидким

Таблица 2

Расход битума, % от массы щебня	Дробимость по ГОСТу	Дробимость фракции 20—40 мм	Износ в полочном барабане, %	Водопоглощение, %	Морозостойкость, цикл
Без обработки	27,2	63	59	8,1	10
3	17	46	39	3,2	25

Примечание. Расход вяжущего 3% по массе соответствует максимальной битумоемкости щебня фракций 40—70 и 20—40 мм, взятых в соотношении 1:0,7 по массе.

Из табл. 2 следует, что гидрофобизация дорожным битумом существенно снижает дробимость, водопоглощение и повышает износостойкость и морозостойкость щебня. Однако для этих целей требуется значительное количество битума. Кроме того, гранулометрический состав слабых каменных материалов существенно меняется в процессе уплотнения и последующей работы в дорожных одеждах, образуются свежие необработанные поверхности, и эффект гидрофобизации в значительной мере ослабляется. Поэтому наиболее перспективными нам представляются такие методы воздействия на щебень, которые приводят к образованию качественно нового материала, свойства которого мало бы зависели от колебаний прочности исходного щебня. К таким методам относится получение на основе малопрочного известнякового щебня монолитных материалов типа цементно-минеральных и органо-минеральных смесей, свойства которых в значительной степени обусловлены свойствами используемых вяжущих и взаимодействием их со щебнем.

Из известных способов укрепления щебня с использованием портландцемента наиболее экономично и достаточно эффективно, по нашему мнению, укрепление цементно-песчаной смесью [2].

В наших исследованиях при расходе цемента М-400 42 кг на 1 т смеси (12% от массы песка) и использовании местного мелкого песка с модулем крупности 1,43 удалось получить материал через 28 сут, отвечающий требованиям III класса прочности (табл. 3) [1]. Прочность продолжает возрастать после стандартного срока твердения и к 90 сут почти в 2 раза превышает 28-суточную, что объясняется благоприятными условиями гидратации портландцемента в среде, насыщеней катионами кальция, и активным его взаимодействием с тонкодисперсным карбонатом кальция. В последнем случае образуются соединения типа гидрокарбоалюминатов кальция, также способствующие повышению прочности системы.

Таблица 3

Сроки испытания образцов, сут	Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов	Предел прочности на растяжение при расколе	Модуль упругости	Водонасыщение, %	Предел прочности при сжатии	Коэффициент морозостойкости
7	7,5	1,1	5900	8,3	—	—
28	15,1	1,9	10450	9,0	$\frac{20,1}{17,0}$	$\frac{1,5}{1,1}$
90	28,5	3,1	16700	8,7	$\frac{—}{27,1}$	$\frac{—}{0,9}$

Примечание. В числителе данные, полученные после 15 циклов замораживания — оттаивания; в знаменателе — после 25 циклов.

Из табл. 3 следует, что щебень, укрепленный цементно-песчаной смесью, обладает достаточной морозостойкостью для работы в верхних слоях дорожных одежд в условиях сурового климата. Расход цементно-песчаной смеси определяют из условия заполнения либо всех межзерновых пустот щебня в насыпном состоянии этой смесью, либо только в верхней части конструктивного слоя («пропитка»).

Цементно-песчаную смесь приготавливают в специальной установке, распределяют автогрейдером по уплотненному слою щебня сразу же после его разравнивания методом «пропитки» и уплотняют пневматическими катками. Движение по такому покрытию может быть открыто уже на следующий день после постройки.

Полная неподвижность отдельных щебенки в монолитном слое гарантирует сохранение зернового состава щебня. Под монолитными слоями из укрепленного щебня не накапливается избыточная влага в верхнем слое земляного полотна, в результате повышается работоспособность всей дорожной конструкции.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что малопрочные известняки могут служить достаточно эффективным дорожно-строительным материалом для одежды лесовозных дорог при условии улучшения их свойств либо добавками гравийно-песчаной смеси в количестве около 30% по массе, либо обработкой вязким битумом, либо укреплением цементно-песчаной смесью. Первый способ наиболее прост технологически, а последний наиболее эффективен.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов. СН 25-74. М., 1975. [2]. Кузнецов А. П., Салль А. О. Устройство дорожных оснований из малопрочных известняков. «Автомобильные дороги», 1975, № 1.

Поступила 28 января 1977 г.

УДК 634.0.361.7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИМПУЛЬСНЫХ СТРУЙ ЖИДКОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОКОРКЕ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Г. Ф. КИСЛИЦЫНА, П. М. МАЗУРКИН

Марийский политехнический институт

Приведены результаты исследования давления импульсной струи жидкости на плоскую преграду в зависимости от расстояния до среза насадка. Данные обработаны с использованием математических методов поиска оптимальных значений на ЭВМ М-222.

Разрушающая способность гидравлической импульсной струи характеризуется силой удара о преграду и удельными давлениями в сечении струи. Нами исследован процесс изменения динамического воздействия импульсных струй жидкости на плоскую преграду в зависимости от расстояния до нее.

Точность измерений определяется расчетом необходимой нижней F_n и верхней F_v частотных характеристик измерительных каналов, параметров измерительной аппаратуры, допустимой погрешности регистрации и обработки результатов экспериментальных данных.

$$F_n = 0,5\delta/\pi\tau_n; \quad (1)$$

$$F_v = 0,35/t_n, \quad (2)$$

где δ — допустимый спад плоской части импульса;
 τ_n — длительность импульса высокого давления;
 t_n — время нарастания импульса.

Импульсно изменяющееся давление жидкости перед насадком, расстояние от среза насадка и динамическое воздействие струи фиксировались на осциллограмме

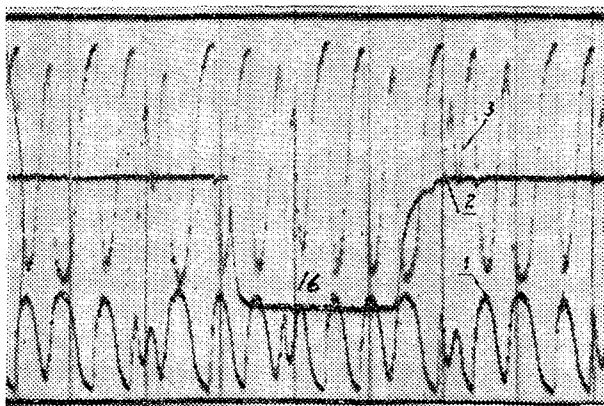


Рис. 1. Образец осциллограммы записи исходного давления (1), динамического воздействия на преграду (2) и расстояния (3).

(рис. 1). Осциллограммы обрабатывали с помощью прибора ПОБД-12М, позволяющего регистрировать 12 разрядов измеряемой величины. Полученные в результате обработки частоты повторяемости каждого из 12 разрядов, характеризующих определенную амплитуду давления (исходного и воздействия на преграду), пересчитаны на среднее давление с помощью ЭЦВМ «Наири-С».

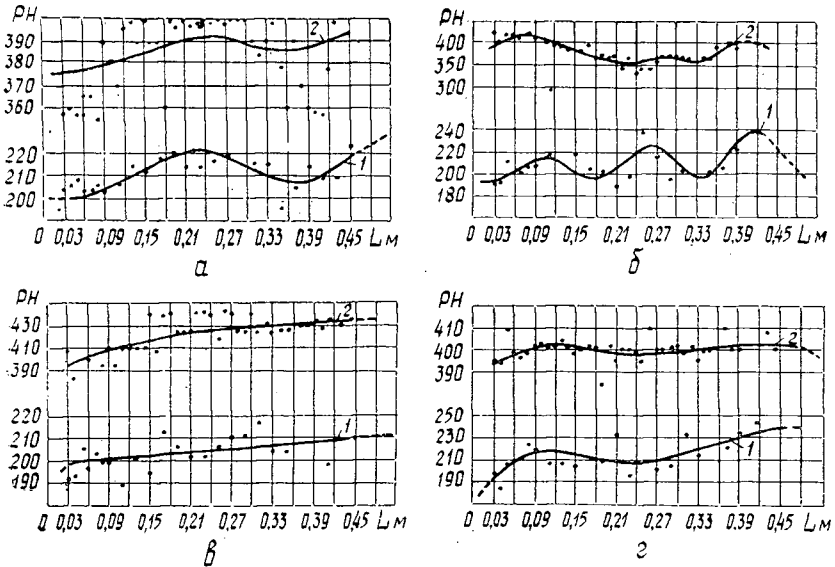


Рис. 2. Зависимость силы удара импульсной струи жидкости о плоскую преграду от расстояния до среза насадка.

1 — P ; 2 — P_{max} . Насадки: а — КО, $p_{cp} = 17,74 \cdot 10^5$ Па, $d_0 = 8 \cdot 10^{-3}$ м;

б — КЦ, $p_{cp} = 27 \cdot 10^5$ Па, $d_0 = 7 \cdot 10^{-3}$ м; в — КС, $p_{cp} = 24,11 \cdot 10^5$ Па, $d_0 = 7,6 \cdot 10^{-3}$ м;

г — КО, $p_{cp} = 20,4 \cdot 10^5$ Па, $d_0 = 7,8 \cdot 10^{-3}$ м.

На рис. 2 приведены графики изменения среднего и максимального давлений импульсной струи жидкости на плоскую преграду в зависимости от расстояния до нее для насадков различных типов при разных исходных давлениях.

В результате анализа явлений, происходящих при истечении струи, получена зависимость силы давления струи на плоскую преграду P от расстояния до среза насадка x :

$$P = ax + b + ce^{dx} \sin (fx + k), \quad (3)$$

где a, b, c, d, f, k — эмпирические коэффициенты.

Каждая составляющая уравнения (3) имеет определенный физический смысл. Первая составляющая показывает влияние силы тяжести самой струи на изменение давления. Второе слагаемое приближенно соответствует среднему значению давления струи при выходе из насадка. Третья составляющая описывает динамику изменения давления струи по мере удаления плоской преграды от насадка. Множитель e^{dx} характеризует давление, вызванное изменением плотности потока жидкости, а множитель $\sin (fx + k)$ — возникновение избыточного давления в импульсной струе жидкости, вызванное соударением струек жидкости, движущихся с различными скоростями.

Таблица 1

Номер опыта	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>f</i>	<i>k</i>
1	0,03269	20,4787	0,59046	0,01498	0,18331	3,9916
2	0,08877	20,2140	4,8494	-0,02328	0,04552	2,0038
3	0,10359	18,8840	3,5320	-0,05571	0,06571	-0,5502
4	0,02257	23,2283	3,7836	-0,05987	0,29742	-0,23081
5	0,09861	17,8418	1,04063	0,01990	0,09460	6,9341
6	0,02926	12,3327	0,53104	0,00423	0,30089	4,4998
7	0,05297	25,1803	4,2619	-0,06757	0,09138	-5,9992
8	0,09041	23,2861	1,8509	-0,09435	0,07551	-5,5217
9	0,03835	19,0231	3,7555	-0,03629	0,0428	-5,2081

Численные значения эмпирических коэффициентов для некоторых опытов приведены в табл. 1. Эмпирические коэффициенты определены методом случайного поиска на ЭВМ М-222*. Данные таблицы соответствуют среднему давлению струи на преграду для коноидальных (КО), конических сужающихся (КС), конических с цилиндрическим участком на выходе (КЦ), группового (Г) насадков.

Условия опытов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер опыта	Шифр и диаметр насадка, 10 ⁻³ м	Исходное давление, 10 ⁵ Па	
		<i>P</i> _{ср}	<i>P</i> _{max}
1	КО; 8,0	17,74	32,75
2	КО; 6,0	34,45	56,0
3	КО; 7,8	20,40	46,0
4	КЦ; 6,0	35,48	58,0
5	КС; 8,2	20,00	35,0
6	КС; 3,0	72,83	120,0
7	КС; 5,0	54,18	76,0
8	КЦ; 6,5	60,59	86,0
9	Г; 3,2×3	43,25	66,0

Статистические показатели приближения эмпирической формулы (3) к фактическим данным приведены в табл. 3. В ней и далее приняты следующие обозначения: *n* — число точек замеров давления, шт.; σ — среднее квадратичное отклонение, 10⁷ Па; *m* — ошибка среднего квадратичного отклонения, 10⁷ Па; *v* — коэффициент изменчивости, %; *P*_т — показатель точности, %; Δ _{ср} — средние расхождения теоретических и экспериментальных значений, %; *D* — средняя дисперсия.

Данные таблицы показывают хорошую сходимость теоретических и экспериментальных значений среднего давления импульсной струи на преграду при различных расстояниях.

Таблица 3

Номер опыта	<i>n</i>	σ	<i>D</i>	<i>v</i> %	<i>P</i> _т %	Δ _{ср} %
1	26	0,5879	8,6409	2,79	0,55	2,10
2	23	0,6835	10,2870	2,96	0,62	0,92
3	19	1,0586	20,5523	5,01	1,15	4,00
4	23	1,0647	25,0649	4,38	0,91	2,83
5	23	0,6336	8,8306	3,17	0,66	2,64
6	20	0,5878	6,5642	4,57	1,02	3,66
7	23	0,6010	7,9466	2,21	0,46	1,55
8	22	0,4424	4,1104	1,72	0,37	1,38
9	24	0,7626	13,3768	3,55	0,72	2,80

* Грудачев В. Г., Костромин Г. Я., Половинкин А. И. Экспериментальное исследование модификации алгоритма случайного поиска оптимальных форм. — «Автоматика и вычислительная техника», 1974, № 3, с. 73—74.

В практических целях удобно использовать средние значения давления для определения энергетических показателей процесса взаимодействия импульсной гидравлической струи с обрабатываемым объектом. Однако за счет воздействия кратковременных пиков нагрузки выполняется основная работа по разрушению коры, проникновению воды в зону камбиального слоя, отрыв коры. Малым временем воздействия импульса высокого давления обусловлено применение пульсирующей струи как гибкого режущего инструмента окорочной машины. Увеличение P_{max} выше оптимальных значений, соответствующих прочностным характеристикам заболонных слоев древесины, лишает струю избирательности действия. Воздействие струи аналогично резанию механическим резцом с глубиной выпуска ножей, пропорциональной длительности импульса высокого давления.

Поэтому для обоснования условий разрушения коры импульсной струей необходимо выявить максимальные значения амплитуды импульсов динамического воздействия потока на преграду.

Максимальные значения давления импульсной струи описываются, в основном, также уравнением (3), при этом изменяются только коэффициенты a и b . Отсюда следует вывод о единой закономерности изменения динамического воздействия, которое можно описать изменением как средних, так и максимальных давлений.

Статистические показатели и эмпирические коэффициенты, показывающие изменение максимального давления импульсной струи на плоскую преграду в зависимости от расстояния до насадка, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Номер опыта	a'	b'	$\Delta_{cp} \%$	σ	m	$v \%$	$P_T \%$
1	0,05192	31,501	3,18	1,30	0,28	4,0	0,8
2	-0,18373	34,633	3,20	1,23	0,26	4,1	0,9
3	-0,14324	32,0574	2,54	7,06	1,12	2,45	3,9
4	-0,35577	36,885	7,03	8,40	1,31	2,93	4,6
5	0,09744	31,313	3,24	1,46	0,23	4,36	0,7
6	-0,04983	11,178	6,03	0,84	0,14	7,9	1,4
7	-0,29101	36,681	2,37	5,70	0,92	1,87	3,00
8	-0,63831	41,353	4,34	1,17	1,79	4,52	4,9
9	-0,07143	31,135	4,43	1,88	0,29	6,40	1,0

Уравнение максимального давления импульсной гидравлической струи на плоскую преграду в зависимости от расстояния до насадка запишется в виде

$$P_{max} = a'x + b' + ce^{dx} \sin (fx + k), \quad (4)$$

где a' , b' — новые эмпирические коэффициенты.

Проанализируем уравнение (3). Среднее давление в результате синусоидального изменения имеет максимальные и минимальные чередующиеся значения. С практической стороны нас интересуют максимальные значения, позволяющие выбрать оптимальное расположение насадка относительно поверхности окариваемого бревна.

Очевидно, что максимум функции $P = \varphi(x)$ находится в точках, удовлетворяющих равенству

$$fx_{кр} + k = 2m\pi + \pi/2, \quad m = 0, 1, 2 \dots \quad (5)$$

Отсюда получим критическое расстояние

$$x_{кр} = (2m\pi + \pi/2 - k)/f. \quad (6)$$

Наибольший разрушающий эффект оказывает первый максимум, что соответствует первому положительному значению $x_{кр}$. В зависимости от типа и конструкции насадка, струйки жидкости, движущиеся с различными скоростями, образуют максимум ударной волны на различных расстояниях от насадка.

Поступила 11 января 1978 г

УДК 658.588.1.001

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ

А. В. ПИТУХИН, А. Ф. ФРЕЙНДЛИНГ

Петрозаводский государственный университет

Получены формулы для определения оптимальной периодичности техобслуживания трелевочных тракторов из условия минимизации денежных и трудовых затрат при полном и неполном восстановлении начального качества.

Одна из основных задач при решении вопросов технического обслуживания трелевочных тракторов — определение оптимальной периодичности работ с точки зрения минимума трудовых и денежных затрат. Уменьшение периодичности обслуживания нецелесообразно в связи с увеличением затрат труда на обслуживание и времени простоя оборудования. Увеличение периодичности приводит к возрастанию потока отказов, связанных с нарушением режима проведения регламентных работ. Отказы оборудования, кроме затрат труда и средств на их устранение, приводят к невыполнению производственной программы.

Рассмотрим общий случай эксплуатации оборудования с фиксированным через определенный промежуток времени техническим обслуживанием, независимо от числа отказов за этот период. Поток отказов характеризуется функцией восстановления $H(t)$, которая равна среднему числу отказов изделия за время t . Рассмотрим поведение функции $H(t)$ в интервале OD , равном периоду техобслуживания

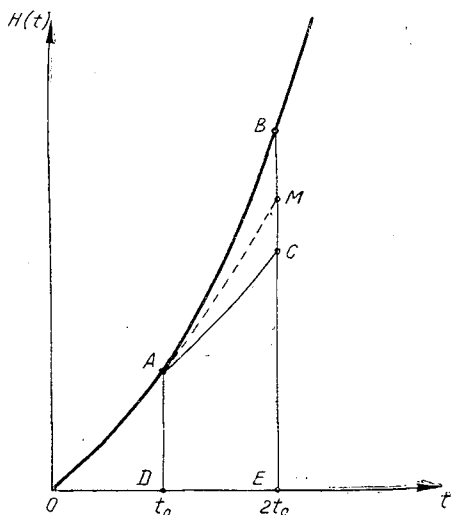


Рис. 1. К определению оптимальной периодичности технического обслуживания.

t_0 , и OE , равно $2t_0$ (рис. 1). В начальный момент времени функция восстановления $H(t)$ совпадает с законом распределения безотказной работы $F(t)$ и имеет максимальную кривизну. За период t_0 среднее число отказов изделия равно $H(t_0)$. Отрезок AC конгруэнтен OA и характеризует полное восстановление первоначального качества оборудования при техническом обслуживании, осуществляемом в момент t_0 ; BE — среднее число отказов за период $2t_0$ при условии отсутствия профилактики; CE — среднее число отказов при условии выполнения техобслуживания в момент $t = t_0$. Тогда BC характеризует среднее число отказов, предупрежденных благодаря профилактическому обслуживанию:

$$BC = BE - CE = H(2t_0) - 2H(t_0).$$

Обозначив среднюю стоимость устранения одного отказа C_p , а одного обслуживания $C_{т.о.}$, можем определить эффективность одной профилактики с периодичностью t_0 :

$$\mathcal{E}^1 = C_p H(2t_0) - 2C_p H(t_0) = C_{т.о.}$$

Если срок службы изделия до капитального ремонта T_k , то число профилактик определится по формуле

$$k = \frac{T_k}{t_0} - 1.$$

Теперь можно оценить эффективность техобслуживания за период T_k :

$$\mathcal{E} = C_p \{H[t_0(k+1)] - H(t_0)(k+1)\} - kC_{т.о.} \quad (1)$$

Уравнение (1) можно заменить эквивалентным уравнением

$$C_{\Sigma} = C_p H(t_0)(k+1) + kC_{т.о.}$$

где C_{Σ} — суммарные затраты на ремонт и техническое обслуживание при периодичности последнего t_0 .

Приравнявая первую производную от C_{Σ} нулю, получим уравнение для определения оптимального периода технического обслуживания t_0 из условия минимума C_{Σ} :

$$t_0 h(t_0) - H(t_0) = \frac{C_{т.о.}}{C_p}, \quad (2)$$

где

$$h(t_0) = H'(t_0).$$

Полученная зависимость более общая, чем зависимость для профилактических обслуживаний*, так как оптимальная периодичность находится на основании минимума денежных затрат, которые в общем случае могут быть непропорциональны времени.

В практике наиболее характерен случай эксплуатации оборудования, когда при обслуживании качество восстанавливается не полно-

* Васильев Ю. А., Бабаев С. Г. Выбор оптимальной периодичности профилактического обслуживания оборудования. — «Надежность и контроль качества», 1971, № 9, с. 58—68.

стью. На рис. 1 отрезок AM характеризует $H(t)$ при частичном восстановлении качества. Обозначив через b долю невосстановленного качества оборудования и проведя рассуждения, аналогичные предыдущим, получим наиболее общее уравнение для определения оптимального срока технического обслуживания:

$$t_0 h(t_0) - H(t_0) = \frac{C_{т.о}}{C_p(1-b)}. \quad (3)$$

Величина b лежит в промежутке $[0,1)$.

При $b = 0$ качество восстанавливается полностью и формула (3) эквивалентна формуле (2). При $b = 1$ восстановления качества не происходит, и говорить о профилактическом обслуживании оборудования бессмысленно.

Показатель b определяется качеством выполнения обслуживания и накоплением необратимых повреждений в процессе работы (износ, питтинг, усталостные повреждения). Эти повреждения обусловлены естественными процессами и не могут быть управляемы человеком при нормальной эксплуатации. При $b \rightarrow 1$ следует подразумевать влияние первого фактора, который всецело зависит от объема и качества выполнения работ. При этом происходит уменьшение значения $C_{т.о}$, одновременное увеличение C_p за счет повышения числа отказов вследствие некачественного обслуживания.

Если накопление повреждений можно оценить расчетным путем, то влияние качества технического обслуживания только экспериментальным. Расчеты, проведенные по формуле (2) для трактора ТБ-1, показали достаточно хорошее совпадение расчетных данных с рекомендациями завода.

Поступила 11 мая 1978 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 634.0.323.4.002.5

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ИНЕРЦИОННОГО ПРИВОДА В КРУГЛОПИЛЬНЫХ СТАНКАХ ЦИКЛИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ

З. Я. ЕСАФОВА, Н. Е. ВЫСОТИН, В. Д. ЕСАФОВ

Архангельский лесотехнический институт

Приведен анализ влияния конструктивных параметров круглопильных станков циклического действия на требуемую мощность привода и рекомендации по ее снижению.

Вопросу рационального выбора мощности привода пильного механизма круглопильных станков циклического действия уделяется большое внимание [1—4].

Приводы станков циклического действия работают с большими и длительными недогрузками вследствие чередования рабочего и холостого режимов, причем время холостого хода механизма, как правило, составляет 70—80% от общего времени цикла. При рабочем режиме привод станка воспринимает максимальные технологические нагрузки со стороны исполнительных органов механизма, при холостом — энергия расходуется только на разгон движущихся масс станка до номинальных скоростей. Недогрузка электродвигателя увеличивает срок окупаемости электрооборудования, снижает его КПД и $\text{tg } \varphi$ из-за потребления значительной реактивной энергии.

Неоднородность древесины требует подбора мощности двигателя по максимальному сопротивлению резанию, что снижает вероятность полного использования мощности привода. Постановка станка в режим работы с постоянной мощностью резания $N_p = \text{const}$ за счет регулирования скорости подачи древесины на пильный диск требует применения следящей системы, что значительно усложняет и удорожает конструкцию, а также снижает коэффициент ее технической готовности. Кроме того, скорость подачи можно увеличивать до известных пределов, ограниченных прочностью режущего органа и величиной подачи древесины на зуб пильного диска. Неизбежны резкие, кратковременные увеличения технологических нагрузок на станок, которые трудно предусмотреть при его конструировании.

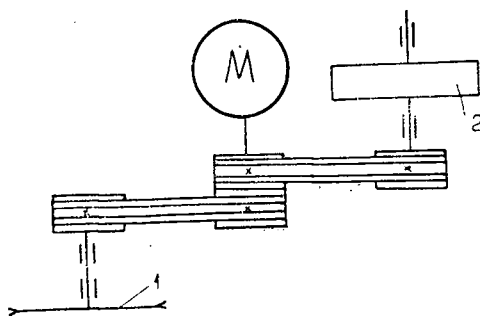


Рис. 1.

1 — пильный диск;
2 — маховик.

Нивелирование потребных мощностей рабочего и холостого режимов привода станка можно осуществить, применяя инерционный привод. Введение маховика в кинематическую цепь пильного механизма (рис. 1) позволит искусственно увеличить приведенный момент инерции $I_{пр}$, который можно определить из кинетической энергии вращающихся частей

$$\frac{I_{пр} \omega^2}{2} = \frac{I_p \omega_p^2}{2} + \frac{I_m \omega_m^2}{2}, \quad (1)$$

где I_p, I_m — моменты инерции соответственно пильного механизма и маховика, кгс·м·с²;

$\omega, \omega_p, \omega_m$ — угловые скорости вращения соответственно вала ротора, пильного вала и маховика, 1/с;

$$\omega_p = \omega i_p; \quad \omega_m = \omega i_m,$$

здесь i_p, i_m — передаточные числа трансмиссии пильного механизма и инерционного устройства.

$$I_{пр} = I_p i_p^2 + I_m i_m^2; \quad I_m = \frac{I_{пр} - I_p i_p^2}{i_m^2}. \quad (2)$$

Как видно из формул (2), для уменьшения веса маховика необходимо придать ему максимально возможную скорость вращения.

Рассмотрим работу привода механизма резания при рабочем и холостом режимах. По известной теореме механики

$$I_{пр} \frac{d\omega}{dt} = M - M_c, \quad (3)$$

где M — момент, развиваемый электродвигателем, кгс·м;

M_c — момент сил сопротивления, приведенный к валу ротора, кгс·м.

Применяемые в станках асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором обеспечивают примерно равную частоту вращения ротора при изменении нагрузки в широком диапазоне, что важно для поддержания заданного режима резания. Зависимость между крутящим моментом M и скольжением S двигателя можно представить в виде формулы Клосса. В том случае, когда технологические нагрузки не превышают известных пределов, с достаточной мерой точности эту зависимость можно считать линейной [2]

$$M = M_n \rho S = M_n \rho \frac{n_0 - n}{n_0}, \quad (4)$$

$$\text{где } \rho = \frac{2\lambda}{S_n (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1})}; \quad \lambda = \frac{M_k}{M_n};$$

n_0, n — частота вращения ротора двигателя при синхронных и текущих оборотах, об/мин;

ρ — коэффициент, выраженный углом наклона механической характеристики двигателя (при работе двигателя на естественной характеристике $\rho = \frac{1}{S_{нф}}$);

$S_{нф}$ — номинальное скольжение;

M_k, M_n — критический и номинальный крутящие моменты двигателя, кгс·м;

λ — перегрузочная способность двигателя;

$$M_n = \frac{975 N_n}{n_n} \approx 10^3 \frac{N_n}{n_n}, \quad (5)$$

здесь N_n — номинальная мощность двигателя, кВт;
 n_n — номинальная частота вращения двигателя, об/мин.

Момент сопротивления резанию, приведенный к валу ротора,

$$M_c = \frac{30kbHu}{\pi n}, \quad (6)$$

где k — удельная работа резания, кгс·м/см³;

b — ширина пропила, мм;

H — высота пропила, мм;

u — скорость подачи древесины на пильный диск, м/с.

При работе станка с $M_c = \text{const}$ (что в первом приближении соответствует режиму работы станка с постоянным усилием подачи $P_n = \text{const}$) уравнение (3) принимает вид

$$I \frac{dn}{dt} = AN_n^p \left(n_0 - n - \frac{B\mu}{AN_n^p} \right), \quad (7)$$

здесь $A = \frac{3 \cdot 10^4 \rho}{\pi n_n n_0}$;

$$B = \frac{900kbH}{\pi^2};$$

$$\mu = \frac{u}{n} = \text{const}.$$

Разделяем переменные

$$\int_{n_n}^{n_{min}} \frac{dn}{AN_n^p (n_0 - n) - B\mu} = \frac{1}{I_{np}} \int_0^{t_p} dt;$$

и интегрируем

$$\ln \frac{AN_n^p (n_0 - n_n) - B\mu}{AN_n^p (n_0 - n_{min}) - B\mu} = \frac{AN_n^p}{I_{np}} t_p. \quad (8)$$

При режиме холостого хода пильного механизма, когда $M_c = 0$ (трением в узлах механизма из-за малости пренебрегаем),

$$\int_{n_{min}}^{n_n} \frac{dn}{n_0 - n} = \frac{AN_n^x}{I_{np}} \int_0^{t_x} dt, \quad (9)$$

отсюда

$$N_n^x = \frac{I_{np}}{At_x} \ln \frac{n_0 - n_{min}}{n_0 - n_n}. \quad (10)$$

В уравнениях (7) — (10) введены следующие обозначения:

N_n^p , N_n^x — необходимая номинальная мощность двигателя соответственно при рабочем и холостом режимах, кВт;

t_p , t_x — соответственно время рабочего и холостого ходов станка, с;

n_{min} — минимально допустимая частота вращения ротора при скольжении, об/мин.

Определим приведенный момент инерции при условии работы двигателя в установившемся режиме $N_n^p = N_n^x = N_n$. Решая совместно уравнения (8) и (10), имеем.

$$I_{np} = \frac{\left(e^{\frac{\xi \varphi}{1-\xi}} - 1 \right) B \mu (1-\xi) t}{\left(\Delta n_{min} e^{\frac{\xi \varphi}{1-\xi}} - \Delta n_n \right) \varphi}, \quad (11)$$

где $\xi = \frac{t_p}{t}$ — коэффициент загрузки станка;

$$\varphi = \ln \frac{\Delta n_{min}}{\Delta n_n};$$

$$\Delta n_{min} = n_0 - n_{min}; \quad \Delta n_n = n_0 - n_n.$$

На рис. 2 приведены зависимости $I_{np} = I_{np}(t, \xi)$, на рис. 3 — зависимости $N_x, N_p = f(I_{np}, \xi)$, построенные при режиме работы $M_c = \text{const}$ для следующих параметров станка и условий резания древесины: $n_n = 1420$ об/мин; $n_0 = 1500$ об/мин; $n_{min} = 1125$ об/мин; $S = 0,22$; $b = 8$ мм; $H = 600$ мм; $\eta = 0,8$; $k = 7,5$ кгс·м/см³.

Как видно из рис. 2, при увеличении времени цикла t пропорционально возрастает I_{np} . Графики построены для условия работы привода в установившемся режиме $N_n^x = N_n^p = N_n$.

Величина I_{np} с увеличением ξ в диапазоне $0 < \xi < 0,5$ возрастает по логарифмическому закону, а в диапазоне $0,5 < \xi < 1,0$ снижается по тому же закону. Анализ функциональной кривой $I_{np} = I_{np}(\xi)$ показывает, что самый нерациональный случай распределения времени цикла — когда $t_p = t_x$, т. е. $\xi = 0,5$. Отклонение ξ от указанного значения в любую сторону снижает величину I_{np} и соответственно металлоемкость станка.

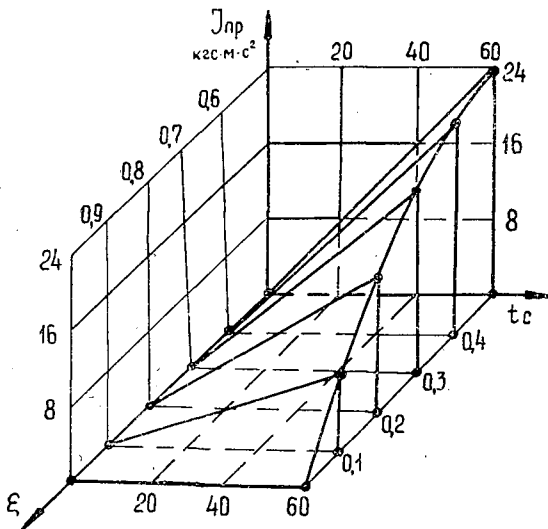


Рис. 2.

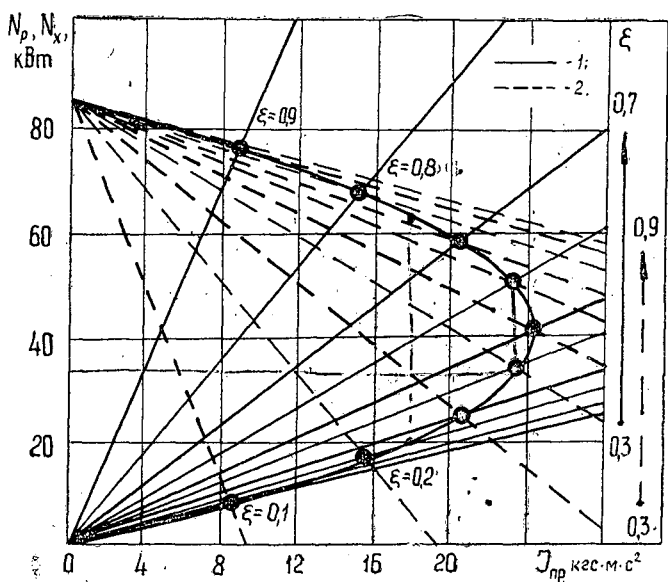


Рис. 3.

1 — $N_x = N_x(I, \xi)$;
 2 — $N_p = N_p(I, \xi)$.

На графиках $N_n^x = N_n^p = f(I_{пр}, \xi)$ (рис. 3), построенных при времени цикла $t = 60$ с, логарифмическая кривая показывает значения приведенного момента инерции $I_{пр}$, обеспечивающего работу двигателя в установившемся режиме при различных ξ . На графиках видно влияние $I_{пр}$ на номинальную мощность привода станка. Так, при $\xi = 0,2$ повышение $I_{пр}$ от 4 до 16 кгс·м·с² снижает мощность рабочего режима двигателя от 62 до 18 кВт и повышает мощность холостого режима от 3 до 18 кВт; номинальная мощность — около 20 кВт (кривые построены без учета временно-допустимых перегрузок электродвигателя). Аналитические исследования, проведенные авторами, предполагается уточнить и проверить экспериментально.

Таким образом, конструктивные параметры (весовые и геометрические) механизма резания станка оказывают существенное влияние на мощность привода. Значение приведенного момента инерции системы «двигатель — пила» можно регулировать при конструировании или эксплуатации станка за счет увеличения металлоемкости подвижных частей механизма или рационального распределения его масс. Применение инерционного привода пильного механизма на круглопильных станках циклического действия может дать значительный экономический эффект вследствие снижения мощности привода и постановки его работы в установившемся режиме.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Залегаллер Б. Г. Влияние массы движущихся частей пильного механизма на работу раскрывежной установки. — «Труды ЛТА», 1972, № 145, с. 64—69. [2]. Харизоменов И. В., Харизоменов Г. И. Электрооборудование станков и автоматических линий. М., «Машиностроение», 1977. 229 с. [3]. Штольцер Н. Г. Методы расчета режимов поперечного пиления в станках с инерционными приводами. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976, № 2, с. 128—133. [4]. Юдин Е. А. Методика предварительного выбора мощности электродвигателя привода круглой пилы раскрывежного устройства. — «Труды ЦНИИМЭ», 1975, № 145, с. 5—14.

УДК 684.59 : 667.61

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННОГО НАТЯЖЕНИЯ ПОЛИЭФИРНОГО ЛАКА НА ПОДЛОЖКЕ ИЗ ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА

В. И. ОНЕГИН, В. А. ЕГОРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Показана возможность вычислить поверхностное адгезионное и межфазное натяжения, а также найти работу адгезии, определяющую устойчивость адгезионного контакта.

Поверхностное и межфазное натяжения — важные характеристики, определяющие адгезию и набухание полимеров в жидкостях.

Величину адгезионного натяжения $\sigma_{ж} \cos \Theta$ вычисляют из известного уравнения

$$\sigma_{ж} \cos \Theta = \sigma_{т} - \sigma_{т-ж} - Q, \quad (1)$$

где $\sigma_{ж}$ — поверхностное натяжение жидкости;
 $\sigma_{т}$ — поверхностное натяжение твердого тела;
 $\sigma_{т-ж}$ — межфазное натяжение на поверхности раздела твердое тело — жидкость;
 Q — давление набухания;
 Θ — контактный угол.

Экспериментально можно определить только два члена этого уравнения — контактный угол Θ и поверхностное натяжение жидкости $\sigma_{ж}$.

Поверхностное натяжение твердого тела $\sigma_{т}$, т. е. подложки из метилметакрилата, и жидкого полиэфирного лака находят при помощи парахора P , введенного Сагденом [2], из выражения

$$P = \sigma^{0,25} \frac{M}{\rho}, \quad (2)$$

здесь σ — поверхностное натяжение;
 M — молярная масса;
 ρ — плотность.

Тогда межфазное натяжение на поверхности раздела твердое тело — жидкость и контактный угол соответственно вычисляют из уравнения Джирифалкон Гуда [1]

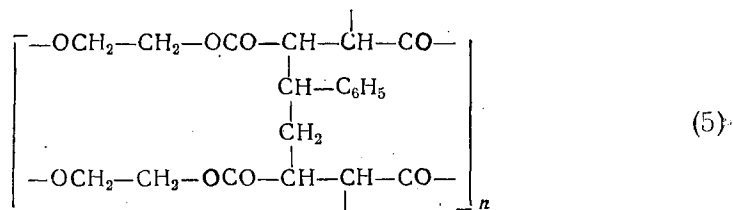
$$\sigma_{т-ж} = \sigma_{т} + \sigma_{ж} - \frac{8(\sigma_{т} \sigma_{ж})^{0,5} (V_{т} V_{ж})^{1/3}}{(V_{т}^{1/3} + V_{ж}^{1/3})^2}; \quad (3)$$

$$\cos \Theta = \frac{8(V_{т} V_{ж})^{1/3}}{(V_{т}^{1/3} + V_{ж}^{1/3})^2} \left(\frac{\sigma_{т}}{\sigma_{ж}} \right)^{0,5} - 1, \quad (4)$$

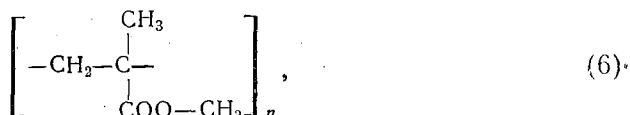
где $V_{т}$ — молярный объем твердого тела;
 $V_{ж}$ — молярный объем жидкости.

Величину парахора находим как сумму инкрементов атомов, их группировок и связей.

Запишем структурные формулы для полиэфирного лака



и полиметилметакрилата



по которым составим уравнения для парахора P_1 — полиэфирного лака и P_2 — полиметилметакрилата

$$P_1 = \sum_{i=1}^5 P_{1i}(\text{—CH}_2\text{—}) + \sum_{i=1}^5 P_{1i}(\text{—CH—}) + \sum_{i=1}^2 P_{1i}(\text{—COO—}) + \sum_{i=1}^2 P_{1i}(\text{—O—}) + \sum_{i=1}^2 P_{1i}(\text{>C=O}) + P_1 \left(\text{—} \begin{array}{c} \diagup \\ \diagdown \end{array} \right); \quad (7)$$

$$P_2 = P_2(\text{—CH}_2) + P_2 \left(\begin{array}{c} | \\ \text{—C—} \\ | \end{array} \right) + \sum_{i=1}^2 P_{2i}(\text{—CH}_3) + P_2(\text{—COO—}). \quad (8)$$

После подстановки числовых значений инкрементов, найденных по таблицам работы [2], получим

$$P_1 = 841,2 \text{ эрг}^{1/4} \cdot \text{см}^{5/2} / \text{моль}, \text{ или } 149,677 \text{ Дж}^{1/4} \cdot \text{м}^{5/4} / \text{кмоль};$$

$$P_2 = 220,8 \text{ эрг}^{1/4} \cdot \text{см}^{5/2} / \text{моль}, \text{ или } 39,312 \text{ Дж}^{1/4} \cdot \text{м}^{5/2} / \text{кмоль}.$$

Определим по формуле (1) значения поверхностных натяжений $\sigma_{\text{ж}}$ для жидкого полиэфирного лака ПЭ-246 с молярной массой $M = 388$ г/моль (или 388 кг/кмоль) и плотностью $\rho = 1,23 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ и для полиметилметакрилата $\sigma_{\text{т}}$ с $M = 100$ г/моль (или 100 кг/кмоль) и $\rho = 1,16 \cdot 10^{-3}$ кг/м³

$$\sigma_{\text{ж}} = 5,06 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м};$$

$$\sigma_{\text{т}} = 4,25 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м}.$$

Величину контактного угла находим из уравнения (4). Молярный объем V определяем из выражения

$$V = \frac{M}{\rho}. \quad (9)$$

После подстановки числовых значений получим $\cos \theta = 0,76$, т. е. $\theta = 40^\circ 30'$. Из эксперимента находим, что $\theta_{\text{жк}} = 38^\circ$. Как видно из примера, расчетное значение контактного угла имеет достаточно хорошее приближение.

Межфазное натяжение на поверхности раздела твердое тело — жидкость $\sigma_{\text{т-ж}}$ определим по формуле (3), а адгезионное натяжение — как произведение поверхностного натяжения полиэфирного лака и $\sigma_{\text{т}}$ на $\cos \theta$

$$\sigma_{\text{т-ж}} = 4,07 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м};$$

$$\sigma_{\text{т}} \cos \theta = 38,46 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}.$$

Оценим возможность отслоения отвержденной пленки полиэфирного лака от подложки из полиметилметакрилата в водной среде.

Для этого определим поверхностное натяжение твердого полиэфирного лака по формуле (2). Молярный объем для отвержденного полиэфирного лака $V_{пэ} = 287 \text{ м}^3/\text{кмоль}$. Следовательно, $\sigma_{пэ} = 73,6 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$.

Межфазное натяжение на границе полиэфир — вода и полиметилметакрилат — вода найдем по формуле (3). Для воды $\sigma_{\text{H}_2\text{O}} = 72,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ и $V = 18 \text{ м}^3/\text{кмоль}$.

После подстановки числовых значений получим

$$\sigma_{пэ-\text{H}_2\text{O}} = 27,2 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м};$$

$$\sigma_{\text{пм}-\text{H}_2\text{O}} = 11,4 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м};$$

$$\sigma_{\text{пм}-пэ} = 8,44 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}.$$

Для определения устойчивости адгезионного контакта полиэфирного лака и полиметилметакрилата к воде необходимо найти работу адгезии

$$A = \sigma_{пэ-\text{H}_2\text{O}} + \sigma_{\text{пм}-\text{H}_2\text{O}} - \sigma_{\text{пм}-пэ} \quad (10)$$

откуда

$$A = 30,16 \text{ эрг/см}^2, \text{ или } 30,16 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2.$$

Поскольку величина A — положительная, следовательно, самопроизвольного расслоения не произойдет, что и наблюдается на практике.

На основании полученных результатов можно заключить, что принцип аддитивности с достаточной для практики точностью позволяет вычислить поверхностное адгезионное и межфазное натяжения, а также найти работу адгезии, определяющую устойчивость адгезионного контакта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Girifalco L. A., Good R. J. — «J. Phys. Chem.», 1960, v. 64, p. 561.
 [2]. Sugden S. J. — Chem., 1924, v. 125, p. 117.

Поступила 16 мая 1978 г.

УДК 674 : 667.661.23

К РАСЧЕТУ ДИСПЕРГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОРАСПЫЛИТЕЛЯ

М. П. ЯНТОВСКАЯ

Ленинградский филиал Московского технологического института

Найдены зависимости для расчета оптимальных режимов работы электрораспылителей. Введен в рассмотрение параметр, оценивающий способность лакокрасочного материала к нанесению в электрополе, названный характеристической электростатической диспергируемости лакокрасочного материала.

При оценке диспергирующей способности и, следовательно, качества работы распылителя, в том числе электростатического, основной параметр — средний диаметр капель распыливаемой жидкости. В случае электроокраски стремятся к созданию высокодисперсного аэрозоля. При этом улучшается качество покрытия и уменьшаются потери лакокрасочного материала. Из практики известно, что, подбирая параметры режима работы электрораспылителя, можно улучшить качество отделки. Однако влияние каждого из параметров (рабочего напряжения, секундного расхода краски или лака, скорости вращения чаши и т. п.) на дисперсность аэрозоля изучено недостаточ-

но. Кроме того, оценить размеры капель в процессе нанесения краски электрораспылителем почти невозможно, что сильно затрудняет экспериментирование. Возможна лишь визуальная оценка качества покрытия, на которое влияет не только дисперсность аэрозоля. Поэтому нет уверенности в том, что подобранный экспериментально режим диспергирования является оптимальным.

Учитывая сказанное выше, исследуем влияние различных факторов на дисперсность частиц краски, распыливаемых электростатическим устройством.

Как известно, электрораспылители разделяются на вращающиеся и статические. В дальнейшем распылители статического типа будем рассматривать как частный случай вращающихся устройств, у которых угловая скорость вращения $\omega = 0$.

При отсутствии электрического поля диспергирование жидкости возможно за счет аэродинамических сил, развивающихся при вращении ее. Разрушению пленки жидкости препятствует поверхностное натяжение. В электрическом поле возникают силы, противодействующие поверхностному натяжению и способствующие, вследствие этого, распаду пленки жидкости на капли.

В работе [4] нами была предложена формула, позволяющая рассчитать средний статистический диаметр капель лака или краски, образующихся при совместном действии электростатических и аэродинамических диспергирующих факторов,

$$d = d_m \left(\sqrt{\frac{d_m^2}{d_s^2} + 1} - \frac{d_m}{d_s} \right), \quad (1)$$

где d_m — средний диаметр капель, которые образовались бы только при воздействии аэродинамических сил;

d_s — средний диаметр капель, которые образовались бы только при воздействии сил электрического поля;

$$d_m = 81,5 \frac{h^{0,46} \sigma^{0,46} \nu^{0,08}}{\nu^{0,46}}, \quad (2)$$

$$d_s = \frac{0,963 \cdot 10^{-14} \sigma}{\left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} + 0,0128 \cdot 10^{-24} \frac{\kappa^2}{E^2} \right) E^2}. \quad (3)$$

В формулах (2) и (3) введены следующие обозначения:

- h — толщина слоя жидкости на кромке распылителя;
- ν — абсолютная скорость частиц жидкости при их срыве с кромки;
- E — напряженность электрического поля у кромки распылителя;
- κ — поверхностная плотность зарядов капель жидкости;
- γ — плотность жидкости;
- σ — коэффициент поверхностного натяжения жидкости;
- ν — коэффициент кинематической вязкости жидкости;
- ϵ — относительная диэлектрическая проницаемость жидкости.

Определим величины κ и E , а в конечном счете и средний диаметр распыливаемых капель через параметры распылительной установки и лакокрасочного материала. При этом примем во внимание, что на практике в большинстве случаев имеет место контактная зарядка лакокрасочного материала на кромке распылителя.

Электрическую емкость системы «распылитель — изделие», отнесенную к длине кромки, определяют по следующей формуле [2]:

$$C = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \pi}{\ln \frac{2L}{r+h}}, \quad (4)$$

где L — межэлектродное расстояние;
 r — радиус острой кромки распылителя.
 C другой стороны,

$$C = \pi(r+h) \kappa_c \frac{1}{U_B}, \quad (5)$$

здесь κ_c — поверхностная плотность зарядов лакокрасочного материала, находящегося на кромке распылителя;
 U_B — разность потенциалов между слоем лакокрасочного материала на кромке распылителя и изделием.

Так как слой лакокрасочного материала на кромке тонок, падение напряжения в нем невелико. Поэтому $U_B \approx U$ (где U — рабочее напряжение при электроокраске). Примем в расчетах $U=120$ кВ и $L=0,25$ м; при этих значениях исключается пробой межэлектродного пространства.

Из работы [3] известно, что при распыливании в электрическом поле заряд накапливается на трети поверхности образующейся частицы. Следовательно,

$$\kappa = \frac{1}{3} \kappa_c.$$

Учитывая это, а также сделанное допущение и сравнивая выражения (4) и (5), получим

$$\kappa = \frac{2,95 \cdot 10^{-12} U}{(r+h) \ln \frac{2L}{r+h}}. \quad (6)$$

Величину напряженности электрического поля E вблизи кромки распылителя, на которой находится слой лакокрасочного материала, определим по следующей формуле [1]:

$$E = \frac{U}{(r+h) \ln \frac{2L}{r+h}}. \quad (7)$$

Подставив выражения (6) и (7) в равенство (3), получим

$$d_s = \frac{0,903 \cdot 10^{12} (r+h)^2 \left(\ln \frac{2L}{r+h} \right)^2 \sigma}{\frac{10\epsilon - 9}{9\epsilon} U^2}. \quad (8)$$

Из формулы (8) видно, что значение d_s зависит от параметра установки и режима нанесения лакокрасочного материала, так и от электрофизических свойств этого материала. Так, d_s меньше, а следовательно, дисперсность аэрозоля выше при большем U и меньших L и r . Границы величин U и L обусловлены необходимостью исключить возможности пробоя межэлектродного промежутка, а границы величины r — технологическими возможностями при изготовлении распылителя. Обычно значение r находится в пределах $(0,3-0,6) \times 10^{-4}$ м. В наших расчетах примем $r = 0,5 \cdot 10^{-4}$ м.

Влияние электрофизических свойств распыливаемой жидкости на дисперсность аэрозоля при чисто электростатическом распыливании

возможно учесть с помощью одного параметра, который назовем характеристикой электростатической диспергируемости лакокрасочного материала

$$\Psi = \frac{\sigma \varepsilon}{10\varepsilon - 9} \quad (9)$$

Подставив формулу (9) и числовые значения параметров в выражение (8), получим

$$d_3 = 565\Psi (0,5 \cdot 10^{-4} + h)^2 \left(\ln \frac{0,5}{0,5 \cdot 10^{-4} + h} \right)^2 \quad (10)$$

Из равенства (10) видно, что чем меньше Ψ , тем меньше d_3 и выше дисперсность аэрозоля. Характеристика электростатической диспергируемости выражает способность лакокрасочного материала уменьшать поверхностное натяжение в электрическом поле. Это обстоятельство подтверждается нашими опытами, приведенными в работе [5].

Зависимости характеристики Ψ для различных лакокрасочных материалов от их вязкости показаны на рис. 1, из которого видно, что наилучшей способностью к нанесению в электрическом поле обладают мочевиноформальдегидные и полиэфирные лакокрасочные материалы, наихудшей — масляные. Это, в целом, соответствует сложившимся в практике представлениям.

В зависимости от доминирования диспергирующих факторов при работе электромеханического распылителя выделим три режима диспергирования: 1) механического, когда преобладают аэродинамические факторы и $d \geq 0,9d_m$; 2) электромеханического; 3) электростатического, когда преобладают факторы электрической природы и $d \geq 0,9d_3$.

Принимая во внимание зависимости (1), (2), и (10), после преобразований получим соответственно следующие граничные условия режимов:

$$v \geq 0,62 \frac{\nu^{0,08} \sigma^{0,46}}{\Psi \gamma^{0,46}} \cdot \frac{h^{0,46}}{(0,5 \cdot 10^{-4} + h)^2 \left(\ln \frac{0,5}{0,5 \cdot 10^{-4} + h} \right)^2}; \quad (11)$$

$$0,62 \frac{\nu^{0,08} \sigma^{0,46}}{\Psi \gamma^{0,46}} \cdot \frac{h^{0,46}}{(0,5 \cdot 10^{-4} + h)^2 \left(\ln \frac{0,5}{0,5 \cdot 10^{-4} + h} \right)^2} > v >$$

$$> 0,0556 \frac{\nu^{0,08} \sigma^{0,46}}{\Psi \gamma^{0,46}} \cdot \frac{h^{0,46}}{(0,5 \cdot 10^{-4} + h)^2 \left(\ln \frac{0,5}{0,5 \cdot 10^{-4} + h} \right)^2};$$

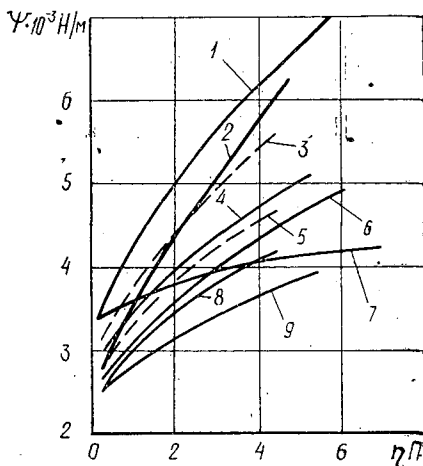


Рис. 1.

1 — краска 3 к; 2 — лак 4 с; 3 — эмаль МЛ-12; 4 — краска ВН-30; 5 — эмаль ПФ-133; 6 — лак ПЭ-220; 7 — лак ПЭ-232; 8 — лак МЧ-52; 9 — эмаль МЧ-13.

$$v \leq 0,0556 \frac{\sqrt{0,08} \sigma^{0,46}}{\Psi \gamma^{0,46}} \cdot \frac{h^{0,46}}{(0,5 \cdot 10^{-4} + h)^2 \left(\ln \frac{0,5}{0,5 \cdot 10^{-4} + h} \right)^2} \quad (12)$$

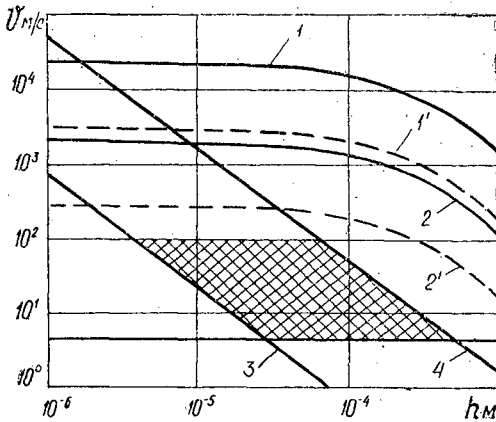


Рис. 2.

На рис. 2 показаны области значений параметров v (скорость срыва частиц) и h (толщина слоя лакокрасочного материала), соответствующие различным режимам работы электромеханических распылителей. Линия 1 изображает граничное условие режимов механического и электромеханического диспергирования, рассчитанное при наибольшем возможном соотношении электрофизических параметров лакокрасочного материала; линия 1' — то же условие при наименьшем возможном соотношении параметров. Линия 2 разграничивает режимы электромеханического

и электростатического диспергирования в случае наибольшего соотношения параметров, а линия 2' — в случае их наименьшего соотношения. В работе [6] нами из гидродинамического расчета распылителей была установлена следующая зависимость:

$$v = 0,691 \sqrt{\frac{Qv}{h^3}}, \quad (13)$$

где Q — секундный расход лакокрасочного материала распылителем.

При имеющих место в практике значениях v и Q величина v лежит в пределах $(6,91 \cdot 10^{-7} - 6,91 \cdot 10^{-5}) h^{-\frac{1}{3}}$. Этим условиям удовлетворяет полоса на рис. 2, ограниченная линиями 3 и 4. С другой стороны, реальные границы $v = 5 \div 100$ м/с.

Следовательно, область реальных значений v и h (заштрихованная) целиком находится в зоне электростатического диспергирования. Вопреки распространенному мнению, роль механических факторов при диспергировании лакокрасочных материалов вращающимися электрораспылителями ничтожна. Тем не менее, значение вращения, на наш взгляд, велико: оно обеспечивает создание на кромке распылителя более тонкого, по сравнению с устройствами статических типов слоя лакокрасочного материала, что является предпосылкой образования высокодисперсного аэрозоля, а при равной толщине слоя вращение допускает значительно больший съем материала с единицы длины кромки.

Подставив формулу (13) в выражение (10), после преобразования получим

$$\frac{d_3}{\Psi} = 565 \left(0,5 \cdot 10^{-4} + 0,781 \sqrt[3]{\frac{Qv}{v^2}} \right)^2 \left(\ln \frac{0,5}{0,5 \cdot 10^{-4} + 0,781 \sqrt[3]{\frac{Qv}{v^2}}} \right)^2 \quad (14)$$

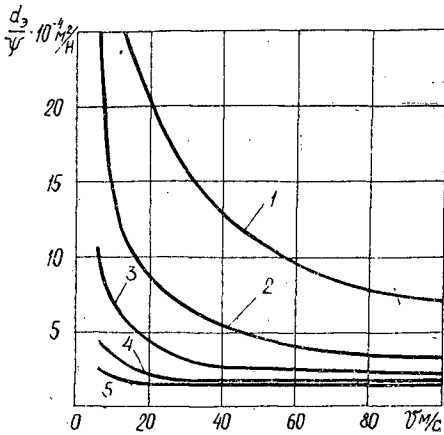


Рис. 3.

1 — $Qv = 10^{-8} \text{ м}^3/\text{с}^2$; 2 — 10^{-9} ;
3 — 10^{-10} ; 4 — 10^{-11} ; 5 — $10^{-12} \text{ м}^3/\text{с}^2$.

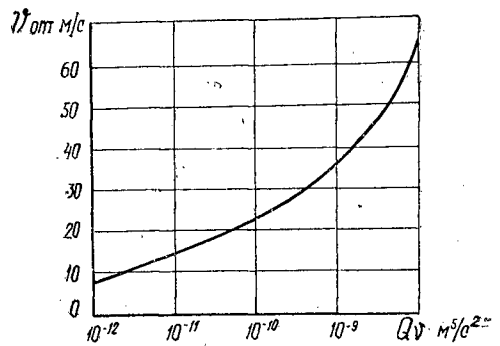


Рис. 4.

Поведение функции $\frac{d_3}{\psi}(v)$ при реальных значениях Qv иллюстрирует рис. 3, из которого видно, что эта функция, отражающая дисперсность аэрозоля, существенно уменьшается при возрастании v , асимптотически стремясь к 1,2; интенсивность ее уменьшения с ростом v падает. Поэтому увеличение v в целях получения более дисперсного аэрозоля оправдано лишь до определенного предела, в качестве которого целесообразно принять значение $v = v_{\text{опт}}$, соответствующее границе; при удвоении окружной скорости распылителя отношение $\frac{d_3}{\psi}$ уменьшается менее чем на 10%. На рис. 4 показана зависимость $v_{\text{опт}}$ от произведения Qv . Этот график позволяет выбрать оптимальные значения параметров режима нанесения лакокрасочного материала на изделие: секундного расхода (производительности) и окружной скорости кромки вращающегося электрораспылителя.

Таким образом, распадение лакокрасочного материала на капли в электрораспылителях, в том числе и вращающихся, происходит исключительно под действием электрических сил, а не от совместного действия аэродинамических и электрических факторов, как обычно принято считать. Действительная роль вращения распылителя состоит в создании тонкой пленки лакокрасочного материала на кромке, что способствует образованию высокодисперсного аэрозоля и увеличению производительности установки. Способность лакокрасочного материала к нанесению в электрополе может быть оценена с помощью параметра, зависящего от электрофизических свойств и названного характеристикой электростатической диспергируемости лакокрасочного материала. Найденные зависимости позволяют выбрать оптимальный режим работы электрокрасочной установки, в частности, ее производительность и скорость вращения распылителя.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Лившиц М. Н., Моисеев В. М. Электрические явления в аэрозолях и их применение. М., «Энергия», 1965. [2]. Миролюбов Н. Н. и др. Методы расчета электростатических полей. М., «Высшая школа», 1963. [3]. Моисеев Е. В. Зарядка твердых частиц и капель в электрическом поле. — «Лакокрасочные материалы и их»

применение». М., 1960, № 5. [4]. Янговская М. П. Электромеханическое диспергирование лаков и красок. — В сб.: Материалы к научно-технической конференции. Л., РИО ЛТА, 1970. [5]. Янговская М. П., Вюнш Ю., Головач Е. П. Влияние электрического поля на поверхностное натяжение лакокрасочных материалов. — В сб.: Материалы к научно-технической конференции. Л., РИО ЛТА, 1970. [6]. Янговская М. П. Гидродинамический расчет электромеханических распылителей. — В сб.: Вопросы резания, динамики и надежности деревообрабатывающих станков». Л., РИО ЛТА, 1975.

Поступила 14 января 1976 г.

УДК 674.048 : 634.0.812

ВЛИЯНИЕ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ УКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ НА НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

А. В. АПОСТОЛ, В. П. КОЗЛОВ

Воронежский лесотехнический институт

Приведены результаты испытаний древесины березы, предварительно пропитанной уксусной кислотой различной концентрации.

Цель данной работы — изучить влияние пропитки натуральной древесины березы уксусной кислотой разной концентрации на гигроскопичность, деформативность и прочность.

Для исследования была взята древесина березы 55-летнего возраста влажностью 10%, плотностью 620 кг/м³. Из средней части ствола березы вырезали заготовки. Из этих заготовок нарезали образцы первой партии размером 30×30×10 мм (последний размер — вдоль волокон) для исследования гигроскопичности и деформативности, а также образцы второй партии размером 20×20×30 мм (последний размер — вдоль волокон) для определения механических свойств согласно ГОСТу 16483-10—73.

Образцы высушивали до абс. сухого состояния и определяли их массу и размеры в радиальном R и тангенциальном T направлениях с точностью до 0,01 г и 0,01 мм соответственно.

Сухие образцы разделяли на пять групп (по 20 шт. в каждой группе). Контрольную группу помещали в сосуды с дистиллированной водой, а остальные — в сосуды с уксусной кислотой соответственно 9-, 30-, 60- и 90%-ной концентрации.

Образцы пропитывали при температуре растворов и воды 20°C в течение 48 сут, когда процесс водо- и кислотопоглощения практически прекращался. После пропитки образцы высушивали при 120 и 180°C до абс. сухого состояния с целью изучения влияния температуры сушки. Затем первую партию помещали в эксикатор с относительной влажностью воздуха 80% при $t = -20^\circ\text{C}$ для определения устойчивой влажности сорбции и разбухания. Вторую партию испытывали на предел прочности при сжатии вдоль волокон.

В результате исследований установлено, что концентрация уксусной кислоты оказывает влияние на кислотопоглощение (рис. 1). С увеличением концентрации кислоты поглощение ее древесиной возрастает. Например, через 48 сут образцы, пропитанные кислотой 9%-ной концентрации, имели кислотопоглощение 110%, в то время как для 90%-ного раствора кислотопоглощение составило 137%. С повышением концентрации кислоты увеличивается скорость поглощения ее образцами. Поглощение воды контрольными образцами за этот же промежуток времени составило 125%.

Следовательно, концентрация уксусной кислоты оказывает влияние на скорость и количество впитывания ее водного раствора древесиной.

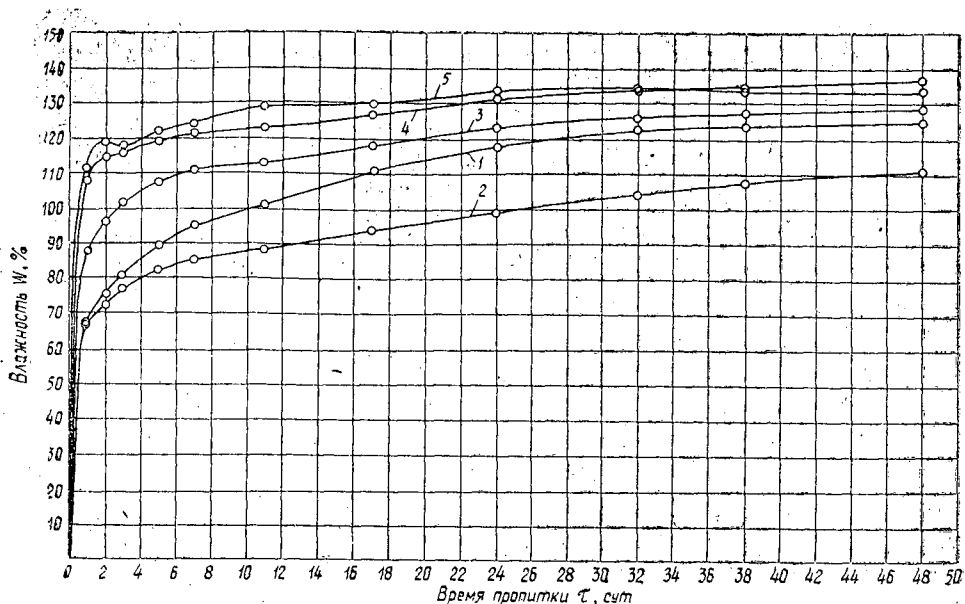


Рис. 1.

1 — кривая водопоглощения; 2, 3, 4, 5 — кривые поглощения кислоты соответственно 9-, 30-, 60-, 90%-ной концентрации.

Данные о влиянии концентрации кислоты и температуры прогрева в процессе сушки на устойчивую влажность сорбции в воздухе ($\varphi = 80\%$, $t = 20^\circ\text{C}$) представлены в табл. 1. Концентрация уксусной кислоты не оказывает существенного влияния на устойчивую влажность сорбции как при температуре сушки 120°C , так и 180°C . Образцы, высушенные при 180°C , имеют несколько меньшую устойчивую

Таблица 1

Физико-механические свойства древесины березы, пропитанной уксусной кислотой и высушенной при разных температурах

Пропитываемая среда	Устойчивая влажность сорбции, %	Разбухание в R направлении, %	Разбухание в T направлении, %	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	Плотность, кг/м ³
Вода	13,01	3,37	8,32	102,0	582
	12,03	2,56	7,07	100,0	603
9%-ная CH_3COOH	14,25	4,40	5,25	117,5	611
	12,26	2,55	3,13	113,0	610
30%-ная CH_3COOH	11,84	3,84	4,26	100,0	600
	11,81	2,39	2,97	108,5	610
60%-ная CH_3COOH	12,77	3,17	4,12	109,0	624
	11,82	2,33	2,64	99,5	592
90%-ная CH_3COOH	12,75	3,07	3,41	109,5	624
	11,38	2,14	2,48	105,0	653

Примечание. В числителе данные для образцов, высушенных при $t = 120^\circ\text{C}$; в знаменателе — для образцов, высушенных при $t = 180^\circ\text{C}$.

влажность сорбции. Это подтверждает ранее выведенную закономерность о снижении гигроскопичности древесины при воздействии на нее повышенных температур [1, 2].

Разбухание значительно снижается, особенно в T направлении, у образцов, пропитанных уксусной кислотой, по сравнению с пропитанными водой (табл. 1). С увеличением концентрации кислоты разбухание в R и T направлениях уменьшается.

Пропитка древесины березы уксусной кислотой разной концентрации (табл. 1) не оказывает существенного влияния на изменение плотности и предела прочности при сжатии вдоль волокон; лишь у образцов, пропитанных 9%-ным раствором уксусной кислоты, прочность немного повышается.

Образцы, высушенные при $t = 180^\circ\text{C}$, по сравнению с образцами, высушенными при температуре 120°C , мгновенно разрушаются при достижении предела прочности, т. е. этим образцам свойственна повышенная хрупкость.

Итак, с увеличением концентрации уксусной кислоты повышаются скорость и количество поглощаемого раствора, значительно уменьшается разбухание образцов в радиальном и тангенциальном направлениях, плотность и предел прочности при сжатии вдоль волокон существенно не изменяются.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Апостол А. В. Влияние температуры прогрева на равновесную влажность прессованной древесины. — «Научные доклады высшей школы. Лесоинженерное дело». 1958, № 2, с. 141—143. [2]. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М., «Лесная промышленность», 1975.

Поступила 12 сентября 1978 г.

УДК 536.244

ЭФФЕКТИВНЫЕ ОРЕБРЕННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ТЕПЛОРЕКУПЕРАЦИОННЫХ АГРЕГАТОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН

В. Б. КУНТЫШ, А. Э. ПИИР, В. Г. ЗАЙЦЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Изложены результаты исследования теплоаэродинамических характеристик шахматных оребренных двухрядных пучков, моделирующих секции калориферов теплорекуперационных агрегатов бумагоделательных машин.

В теплорекуперационных агрегатах (ТРА), устанавливаемых в системах вентиляции бумагоделательных машин, применяют сантехнические калориферы различных моделей. Основной их недостаток — низкая коррозионная устойчивость несущих стальных труб к воздействию паровоздушной смеси, вследствие чего калориферы выходят из строя через 1,5—2 года эксплуатации.

Перспективно применение поверхностей нагрева из биметаллических труб с непрерывным накатным спиральным алюминиевым оребрением (по технологии ВНИИМЕТМАШа), тепловая эффективность которых подтверждается опытом применения их в аппаратах воздушного охлаждения (АВО) [3]. Биметаллические трубы обладают высокой коррозионной устойчивостью и, по литературным данным, срок

службы их в 5—6 раз выше, чем обычных сантехнических калориферов. Тепловая эффективность малорядных пучков из таких труб (в ТРА предполагают применять двухрядные пучки) изучена недостаточно полно. Поэтому были проведены опыты по изучению их теплоотдачи и аэродинамического сопротивления.

Исследования проводили на аэродинамической трубе разомкнутого типа квадратного сечения 300×300 мм [2] методом локального моделирования. Экспериментально изучали двухрядные шахматные пучки из оребренных труб (производства Таллинского машиностроительного завода им. Лауристана), имеющих следующие геометрические характеристики: наружный диаметр $d = 56$ мм; высота ребра $h = 14$ мм; шаг оребрения $t = 3$ мм; средняя толщина ребра $\Delta = 0,75$ мм; диаметр трубы у основания ребер $d_0 = 28$ мм; коэффициент оребрения $\varphi = 15,23$.

Результаты обрабатывали, применяя критерии подобия Нуссельта (Nu), Рейнольдса (Re) и Эйлера (Eu), по общепринятой методике. За расчетную скорость принимали скорость w в сжатом сечении пучка, за определяющий размер — диаметр трубы у основания ребер d_0 .

Для исследования была принята двухрядная тесная шахматная разбивка оребренных труб, которая обладает большей тепловой

эффективностью и компактностью по сравнению с коридорной. Для пучка I поперечный шаг $S_1 = 58$ мм, продольный шаг $S_2 = 50,4$ мм; для пучка II — $S_1 = 63,5$ мм, $S_2 = 50,4$ мм.

Опытные данные по приведенной теплоотдаче каждого ряда и аэродинамическому сопротивлению исследованных двухрядных шахматных пучков I, II приведены на рис. 1.

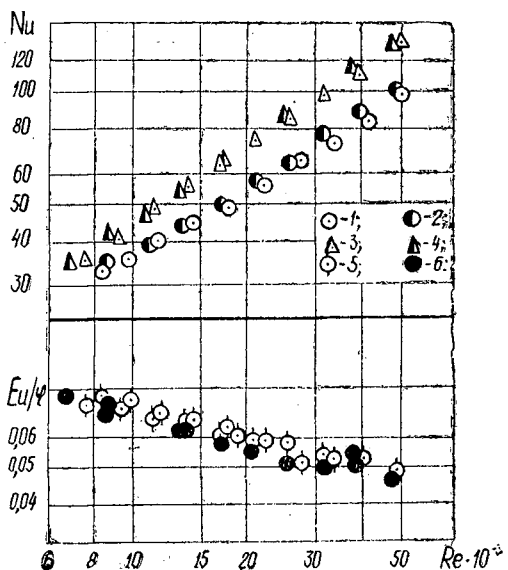


Рис. 1

1, 2, — теплоотдача 1-го ряда пучков I, II; 3, 4 — теплоотдача 2-го ряда пучков I, II; 5, 6 — сопротивление пучков I, II.

Теплоотдача 1- и 2-го рядов пучков описывается критериальным уравнением

$$Nu = C_i Re^{0,7};$$

значения C_i даны в табл. 1.

Средний коэффициент теплоотдачи α и аэродинамическое сопротивление ΔP пучков I, II обобщаются критериальными уравнениями

$$Nu = C Re^{0,7};$$

$$Eu = C_1 \varphi Re^{-0,25};$$

значения постоянных коэффициентов C_i , C , C_1 приведены в табл. 1.

$$Nu = \frac{ad_0}{\lambda}; \quad Re = \frac{wd_0}{\nu}; \quad Eu = \frac{\Delta P}{\rho w^2},$$

где λ , ν , ρ — физические константы воздуха, принимаемые по его средней температуре.

Таблица 1

Номер пучка	Постоянные коэффициенты			
	C_i для ряда		C	C_1
	1-го	2-го		
<i>I</i>	0,051	0,069	0,060	0,72
<i>II</i>	0,054	0,070	0,062	0,65

Из приведенных зависимостей следует, что теплоотдача 1-го ряда ниже теплоотдачи 2-го ряда на 36% для пучка *I* и на 30% — для пучка *II*. Это вызвано тем, что на трубы 1-го ряда набегают стабилизированный поток воздуха, в то время как поток воздуха, набегающий на трубы 2-го ряда, турбулизирован трубами 1-го ряда. Средняя теплоотдача пучка *II* на 3% выше, чем пучка *I*, а аэродинамическое сопротивление пучка *II* на 11% ниже, чем пучка *I*.

Следовательно, увеличение поперечного шага S_1 при постоянном S_2 положительно сказалось на теплоаэродинамических характеристиках двухрядного шахматного пучка из оребренных труб. Однако коэффициент компактности пучка *II* на 10% ниже, чем пучка *I*.

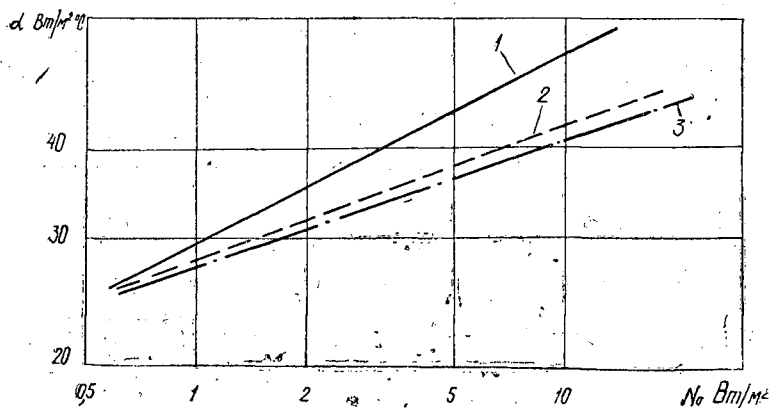


Рис. 2.

1 — для пучков *I*, *II*; 2, 3 — соответственно для стандартных калориферов СТД и КВБ по данным работы [1].

На рис. 2 показаны зависимости приведенного коэффициента теплоотдачи α для пучков и для поверхностей нагрева наиболее эффективных сантехнических калориферов СТД и КВБ от удельных затрат мощности N_0 на перемещение воздуха через пучок. Данные о тепловой эффективности пучков *I*, *II* с точностью в 3% объединены в одну линию. Данные о тепловой эффективности калориферов СТД представ-

лены штриховой линией, КВБ — штрихпунктирной линией. Для исследованных поверхностей коэффициент теплоотдачи при $N_0 = 1 \text{ Вт/м}^2$ на 8% выше и при $N_0 = 10 \text{ Вт/м}^2$ на 25% выше, чем для наиболее эффективного сантехнического калорифера СТД, установленного в ТРА.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кунтыш В. Б., Иохведов Ф. М. Выбор эффективной поверхности нагрева для создания компактного воздухонагревателя (калорифера). — «Изв. высш. учеб. заведений. «Энергетика», 1970, № 5. [2]. Кунтыш В. Б., Пиир А. Э., Федотова Л. М. Аэродинамический стенд для исследования калориферов сушильных камер лесозаводов. — Комплексное использование древесины. Тезисы докладов научно-технической конференции. Архангельск, 1977. [3]. Шмеркович В. М. Применение аппаратов воздушного охлаждения при проектировании нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. М., ЦНИИТЭнефтехим, 1971.

Поступила 19 октября 1978 г.

УДК 634.0.848 : 674.09

ХАРАКТЕР ПОСТУПЛЕНИЯ СЫРЬЯ НА ЛЕСОПИЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

В. Г. УЛАСОВЕЦ

Белорусский технологический институт

Выведено условие рациональной дробности сортировки пиловочного сырья исходя из характера его поступления на лесопильное предприятие.

Рациональный раскрой бревен на пиломатериалы определенных размеров и качества зависит от характера поступления пиловочного сырья на склад лесозавода.

Согласно теории и практике раскроя бревен, наибольший объемный и спецификационный выход пиломатериалов будет в том случае, когда в распил подается сортированное сырье; дробность сортировки должна быть максимальной.

Характер поступления сырья мы изучали на ряде лесозаводов Урала в течение нескольких лет. Основной вид поставки пиловочного сырья на лесопильные предприятия — круглогодовой. Большое значение имеет срок накопления, который определяет, за сколько суток накапливается объем сырья соответствующего диаметра для обеспечения периода работы одной эффективной лесопильной рамы.

Производительность периода работы лесопильного потока на сырье определенных диаметров обозначим как $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$.

На лесозаводах уральской зоны основное бревнопильное оборудование — двухэтажные лесопильные рамы. Производительность рамы Π (м^3 за период) рассчитывали по формуле [2]

$$\Pi = \frac{\Delta n t K q}{1000 l}, \quad (1)$$

где Δ — посылка за один оборот вала рамы, мм;

n — число оборотов вала рамы, об/мин;

t — число минут в периоде;

q — объем бревна определенного диаметра, м^3 ;

l — номинальная длина бревна, м;

K — коэффициент использования лесопильной рамы.

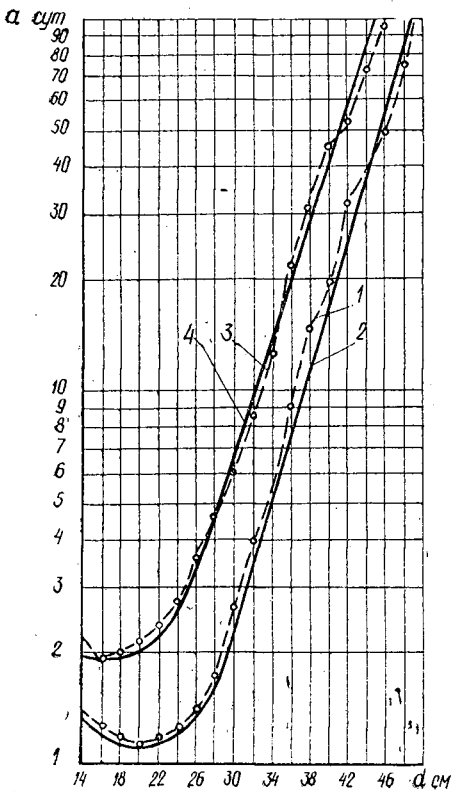


Рис. 1.

1, 3 — фактическое накопление; 2, 4 —
сглаживающая функция.

Срок накопления (в сутках) сырья каждого диаметра на один период распиловки определен по формуле

$$a_1 = \frac{\Pi_1}{Q_1}; \quad a_2 = \frac{\Pi_2}{Q_2}; \quad \dots; \\ a_n = \frac{\Pi_n}{Q_n}, \quad (2)$$

здесь Q_1, Q_2, \dots, Q_n — суточный объем поступления сырья соответствующего диаметра.

На рис. 1 приведены кривые накопления сырья различных диаметров на период распиловки для Сотринского ДОКа (1) и Верхотурского лесозавода (3).

Анализ экспериментальных данных показал, что процесс накопления сырья можно описать при помощи степенной функции, график которой напоминает сжатую параболу с вершиной, сдвинутой по оси абсцисс и по оси ординат. При сортировке сырья по четному диаметру функция имеет вид

$$y = m \left(\frac{x-b}{2} \right)^4 + c, \quad (3)$$

где $y = a$ — срок накопления сырья определенного диаметра на период распиловки эффективной рамой, сут;

$x = d$ — диаметр накапливаемого сырья, см;

b — сдвиг вершины параболы по оси абсцисс, см;

c — сдвиг вершины параболы по оси ординат, сут;

m — коэффициент сжатия ветвей параболы.

Область определения функции — первая четверть.

Графики функций для условий Сотринского ДОКа и Верхотурского лесозавода представлены на рис. 1 соответственно кривыми 2 и 4.

Для Сотринского ДОКа и Верхотурского лесозавода коэффициент сжатия параболы $m = 0,2 \cdot 10^{-2}$ получен при помощи метода наименьших квадратов [1].

Для условий Сотринского ДОКа сроки накопления сырья различных диаметров на период распиловки определяли по формуле

$$a_i = 0,2 \cdot 10^{-2} \left(\frac{d_i - 20}{2} \right)^4 + 1,52;$$

для условий Верхотурского лесозавода

$$a_i = 0,2 \cdot 10^{-2} \left(\frac{d_i - 16}{2} \right)^4 + 1,95.$$

Из рис. 1 видно, что с увеличением диаметра срок накопления пиловочника возрастает и достигает значений, равных нескольким месяцам. Ведение отдельной сортировки и укладки в штабеля по всем четным диаметрам представляет трудоемкую задачу. Для предприятий, имеющих сравнительно небольшие площади складов пиловочника, такие условия неприемлемы.

На каждом конкретном лесопильном предприятии должен быть установлен максимально допустимый срок накопления сырья a_{max} , исходя из которого следует рассчитывать дробность сортировки пиловочника. При этом можно вести отдельную сортировку пиловочника тех диаметров, для которых $a_{max} \geq a_i$.

Диаметры пиловочного сырья, для которых $a_{max} < a_i$, при сортировке следует объединять в группы, чтобы срок их накопления, на период распиловки не превышал a_{max} .

В общем случае это условие можно представить выражением

$$a_{max} \geq \frac{\sum_1^n Pp}{100 \sum_1^n kQ}, \quad (4)$$

где p — удельный вес сырья определенного диаметра в сортировочной группе, %;

k — коэффициент неравномерности поступления сырья различных диаметров [3].

Установление характера накопления сырья на каждом конкретном лесопильном предприятии и использование рекомендаций по расчету дробности сортировки позволят обоснованно решать вопросы планирования и рационального раскроя бревен при выработке спецификационных пиломатериалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М., «Наука», 1969. [2]. Песоцкий А. Н. Лесопильное производство. М., «Лесная промышленность», 1970. [3]. Ула-совец В. Г. Определение размера запаса сырья на складе лесозавода. — В сб.: Механическая технология древесины. Вып. 5. Минск, 1975.

Поступила 8 октября 1975 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 675.022

ПОЛУЧЕНИЕ СИНТАНОВ
НА ОСНОВЕ ФЕНОЛОВ РАСТВОРИМОЙ СМОЛЫ
И ДРЕВЕСНОСМОЛЯНОГО ПИРОЛИЗАТАМ. Е. РАТНЕР, С. С. СМЕТАНИНА, В. Е. КОВАЛЕВ,
О. Н. КОРОТОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Приведены условия получения амфотерных синтетических дубителей на основе фенольного концентрата топочной растворимой смолы и фенолов пиролизата суммарных масел сухоперегонных смол.

Основное сырье для получения искусственных дубителей — различные соединения фенольного характера, главным образом, фенол, смеси изомеров крезолов и ксиленолов, технические смеси фенолов каменноугольного и сланцевого происхождения [5].

В работах [7, 8] показано, что лесохимические фенолы, в частности, фенолы растворимых смол термоллиза древесины и фенолы отстойных смол, подвергнутые деметилированию омылением в щелочном растворе под давлением, также могут служить сырьем для синтеза дубителей типа метилсульфированных новолаков. Наличие сульфогрупп обеспечивает растворимость продуктов синтеза в воде. В то же время установлено [4], что сульфогруппы вызывают деструкцию белковых полипептидных цепей коллагена, которая проявляется в снижении износостойкости, гигротермической устойчивости и других показателей кожи.

Для получения дубителей, не содержащих сульфогрупп, нами был избран путь конденсации фенолсодержащего сырья с формальдегидом и неорганическими аминами. Продукты конденсации представляют собой амфотерные соединения, содержащие в одной молекуле положительно заряженные аминогруппы и отрицательно заряженные оксигруппы. Растворимость этих дубителей в воде обусловлена гидрофильностью образующихся в кислой среде солей аммониевых оснований. В качестве фенолсодержащего сырья для синтеза использовали фенольный концентрат топочной смолы, а также фенолы пиролизата суммарных масел сухоперегонных смол. Известно, что фенолы растворимой смолы обладают высокой способностью к реакциям конденсации за счет значительного числа свободных реактивных положений. Фенолы же смоляных масел сухоперегонных смол содержат до 60% неполных метиловых эфиров. Кроме того, значительная часть этих фенолов содержит замещающую группу — метильную, этильную, пропильную, как правило, в пара-положении по отношению к фенольному гидроксилу, что ведет к снижению числа свободных реактивных положений и ухудшает качество фенолов как сырья для синтеза [8]. По данным ряда исследователей [1, 2], в результате пиролиза масел реакционная способность фенолов возрастает вследствие замены метоксильной группы на гидроксильную и отщепления замещающих групп в ядре фенола. Эти сведения дали основание полагать, что фенолы как раство-

римой топочной смолы, так и пиролизата суммарных масел сухоперегонной смолы должны обладать способностью к реакциям конденсации и аминирования.

Сухоперегонные смолы получают, как правило, из лиственных пород древесины, а топочные — из хвойных. Порода древесины, способ пиролиза, метод выделения фенолов обуславливают различие их по составу и, следовательно, разработку различных режимов конденсации на их основе.

В табл. 1 приведены данные о составе фенолов пиролизата суммарных масел и фенольного концентрата растворимой смолы. Фенольный концентрат получали экстракцией диэтиловым эфиром упаренной кислотой воды Вахтанского КЭЗа с последующей отгонкой от экстракта растворителя и уксусной кислоты. Фенолы из пиролизата суммарных масел, полученных непрерывной разгонкой сухоперегонных смол на Свалявском ЛХК, выделяли щелочным методом.

Таблица 1

Вещества	Содержание веществ, %	
	в фенольном концентрате растворимой смолы	в фенолах пиролизата суммарных масел
Фенол	4,3	5,9
о-Крезол	0,8	4,6
м+ п-Крезолы	4,8	10,0
2,6-Ксиленол	0,2	0,4
2,4+2,5-Ксиленолы	0,3	3,2
2,3+3,5-Ксиленолы	0,4	3,4
3,4-Ксиленол	0,2	6,5
п-Пропилфенол	0,8	—
Гваякол	2,1	3,7
4-Метилгваякол	4,5	3,2
4-Этилгваякол	—	1,0
4-Пропилгваякол	1,0	1,8
Эвгенол	3,2	0,3
Изоэвгенол (цис-)	8,4	—
» (транс-)	2,9	—
Пирокатехин	27,6	11,1
4-Метилпирокатехин	20,3	5,6
4-Этилпирокатехин	2,7	2,1
4-Пропилпирокатехин	2,6	—
2,6-Диметилловый эфир пирогаллола	0,8	11,8
2,6-Диметилловый эфир 4-метилпирогаллола	1,6	9,3
2,6-Диметилловый эфир 4-этилпирогаллола	1,3	6,5
2,6-Диметилловый эфир 4-пропилпирогаллола	—	2,8
Неидентифицированные вещества	9,2	6,8

Состав фенолов определяли методом газо-жидкостной хроматографии. Чтобы повысить эффективность разделения и точность анализа, была проведена предварительная этерификация фенолов — ацетилирование.

Смеси ацетатов фенолов разделяли на приборе «Хром-2». Длина колонки — 340 см, внутренний диаметр — 0,6 см; неподвижной жидкой фазой служил ПФМС-4, нанесенный в количестве 15% на хромосорб G; в качестве газа-носителя использовали азот, скорость пропускания которого составляла 35—37 мл/мин; температура колонки

184°C; детектор — ионизационно-пламенный. Количественное содержание фенолов рассчитывали методом внутренней нормализации.

Как видно из данных табл. 1, фенолы растворимой топочной смолы содержат более 53% пирокатехина и его производных, причем значительная часть (27,6%) приходится на долю самого пирокатехина. Гваякол и его производные составляют 22%, а 2,6-диметоксифенол и его производные — лишь 3,7%. В фенолах пиролизата количество пирокатехинов приблизительно в 3 раза меньше, чем в фенолах растворимой смолы; значительное количество составляют одноатомные фенолы (34%) и неполные метиловые эфиры пирогаллола (около 30%).

Изучение реакции совместной конденсации фенолсодержащего сырья, формальдегида и аммонийных солей минеральных кислот показало, что в случае применения фенольного концентрата растворимой смолы реакция протекает равномерно в одну стадию. Продукты конденсации обладают высокой устойчивой растворимостью. В случае использования фенолов пиролизата суммарных масел при одноступенчатом процессе конденсации реакция протекает неравномерно, с образованием высокомолекулярных нерастворимых продуктов.

Нами было установлено, что для успешного протекания процесса конденсации амин и альдегид следует вводить в две стадии. Изучение влияния параметров синтеза новых дубителей на процесс их сорбционного взаимодействия с гольевым порошком показало, что доброкачественность дубителя увеличивается с повышением степени конденсации (до определенных пределов) и с уменьшением степени аминирования — расхода неорганических аминов по отношению к фенолу. Контроль степени аминирования проводили по содержанию связанного азота в дубителе методом Кьельдаля [3]; среднюю степень конденсации рассчитывали по методу Эрдмана [5], используя вискозиметрические данные, для определения среднего числа бензольных ядер в молекуле.

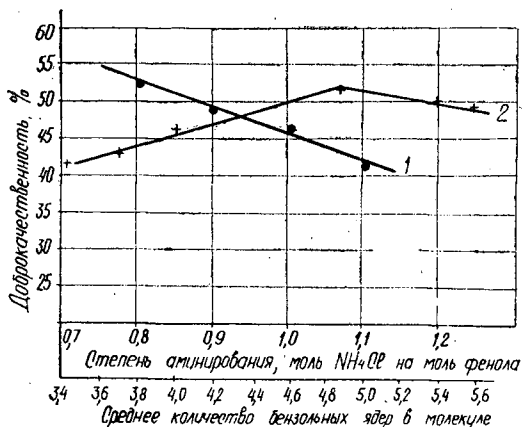


Рис. 1.

На рис. 1 приведена зависимость доброкачественности амфосинтана (концентрация — 4 г/л) от степени аминирования (кривая 1, расход формальдегида — 2,5 моля на 1 моль фенола) и степени конденсации (кривая 2, расход NH_4Cl для аминирования — 0,8 моля на 1 моль фенола). Падение доброкачественности при увеличении расхода NH_4Cl на аминирование связано с уменьшением сорбционной активности дубителя, являющимся следствием изменения гидрофильно-гидрофобного баланса аминифенольных соединений. Не исключено, что аминокруп-

ды приводят к блокировке части фенольных гидроксиллов и, как следствие, к ухудшению дубящего действия синтана. Снижение доброкачественности синтана с увеличением степени конденсации, сопровождающимся укрупнением молекул (когда среднее число бензольных ядер в молекуле превышает 5), в значительной мере обусловлено уменьшением проникающей способности дубителя в относительно мелкие межструктурные промежутки гольевого порошка.

Приводим оптимальные условия синтеза амфотерных дубителей.

Пример 1. Реакцию проводили в трехгорлой колбе, снабженной мешалкой, кагальной воронкой и обратным холодильником. К смеси, состоящей из 100 вес. ч. фенольного концентрата растворимой смолы и 250 вес. ч. 10%-ного водного раствора NH_4Cl , при перемешивании и нагревании (температура 40°C) по каплям прибавляли 90 вес. ч. 31%-ного водного раствора формальдегида. Реакционную смесь при постоянном перемешивании нагревали в течение 2 ч при 60°C и в течение 1 ч на кипящей водяной бане. При охлаждении и отстаивании аминофенолформальдегидные смолы переходили в верхний водный слой. Водный слой отделяли, упаривали в вакууме и высушивали. Выход синтана, названного нами ДАЛФ-1 (дубитель амфотерный лесохимический фенольный), составляет 74% от суммарного количества продуктов конденсации.

Пример 2. К смеси, состоящей из 100 вес. ч. фенолов пиролизата суммарных масел сухопорегонных смол, 25 вес. ч. NH_4Cl и 200 вес. ч. воды, при комнатной температуре по каплям прибавляли 130 вес. ч. 31%-ного водного раствора формальдегида. Реакционную смесь нагревали в течение 1 ч при 60°C и в течение 30 мин на кипящей водяной бане. После охлаждения реакционной смеси в колбу дополнительно добавляли 14 вес. ч. NH_4Cl и по каплям — 90 вес. ч. формальдегида. Смесь нагревали в течение 2 ч при 60°C и в течение 1 ч при 80°C и 1 ч при 100°C . Реакцию конденсации проводили при постоянном перемешивании. Водный слой отделяли, упаривали в вакууме, высушивали. Выход синтана, названного нами ДАЛФ-2, составляет 67% от суммарного количества продуктов конденсации.

Синтаны ДАЛФ-1 и ДАЛФ-2 растворяются в воде в любых соотношениях, активно взаимодействуют с органическими высокомолекулярными веществами анионного характера с образованием нерастворимых солей. Аналитические показатели синтанов приведены в табл. 2, из данных которой можно заключить, что синтезированные продукты представляют собой, в основном, новولاки, в которых на пять бензоль-

Таблица 2

Показатели	Единицы измерения	Численные значения показателей для синтана	
		ДАЛФ-1	ДАЛФ-2
Растворимые	%	100	100
Таннины	"	65,3	52,2
Нетаннины	"	34,7	47,8
Доброкачественность	"	65,3	52,2
Зола	"	0,54	0,32
pH аналитического раствора	—	4,10	4,06
Сухой остаток аналитического раствора	г/л	4,0	4,1
Азот связанный	%	2,2	2,0
Азот свободный	"	0,5	0,7
Средняя молекулярная масса	—	670	654
Среднее число бензольных ядер в молекуле	—	5,0	4,9
Элементный состав:	%		
C		66,3	66,0
H		5,2	5,5
O		21,4	21,6
N		2,1	2,0
Cl		5,0	4,9

Примечание. Три последних показателя определены в продуктах, очищенных многократным переосаждением.

ных ядер приходится одна основная группа. Оба синтана обладают малой зольностью, по доброкачественности ДАЛФ-2 уступает ДАЛФ-1.

На кожевенном заводе им. Радищева были исследованы основные кожевенно-технологические свойства изучаемых синтанов путем дубления нехромированных препаратов голяя ацетоновой сушки. В табл. 3 приведены сопоставимые данные

Таблица 3

Марка синтана	Температура сваривания, °С	Способность, %	
		формирующая	наполняющая
№ 12л	80	120	70
№ 5	79	110	58
ФБ-2	72	99	50
ДАЛФ-1	95	135	92
ДАЛФ-2	79	107	57

кожевенно-технологических свойств ДАЛФ-1, ДАЛФ-2 и ряда дубителей, относящихся к группе метилсульфированных новолаков (которые получены на основе технических смесей фенолов) и применяемых в смеси с растительными дубителями для выработки жестких кож.

Из данных табл. 3 следует, что ДАЛФ-1 обладает высокими дубящими свойствами, ДАЛФ-2 по показателям соответствует синтанам

марок № 5, ФБ-2, но значительно уступает ДАЛФ-1. Видимо, это объясняется тем, что в фенолах пиролизата суммарных масел содержится гораздо меньшее количество полиоксibenзолных производных (табл. 1). Как известно, взаимодействие между дубителями фенольного типа и реакционноспособными группами коллагена осуществляется, главным образом, в результате образования водородных связей между фенольными гидроксильными синтана и пептидными группами белка [9]. Водородная связь может быть сравнительно прочной в том случае, когда молекула дубителя многозначно скреплена с коллагеном, так как при этом суммарная энергия связи возрастает до значительных размеров. В дубителе, синтезированном из фенольной смеси пиролизата, содержится меньшее количество реакционноспособных групп, поэтому он в меньшей степени способен образовывать поперечные связи в структурных элементах коллагена и, следовательно, формировать его объем, повышать температуру сваривания и т. д.

ДАЛФ-1 прошел испытания в полупроизводственных условиях при дублении кож для низа обуви [6]. Результаты испытаний, показали, что ДАЛФ-1 — полноценный заменитель растительных таннидов. Применение нового дубителя дает возможность получить кожу с высокими химическими и физико-механическими свойствами, а также с высокими показателями массового и объемного выходов. ДАЛФ-1 можно использовать для дубления жестких кож, не применяя другие синтетические и натуральные дубители.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Виноградов Л. Н. и др. Разгонка буковой смолы в термодетектном аппарате. — «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1968, № 1. [2]. Кислицын А. Н., Гусарская Н. Л., Райская И. П. Изменение состава древесно-смоляных масел при парафазном пиролизе. — «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1963, № 8, с. 9—11. [3]. Лурье Ю. Ю., Рыбникова А. И. Химический анализ производственных сточных вод. М., «Химия», 1974. 336 с. [4]. Михайлов А. Н. Пути расширения использования синтанов для дубления кожи. М., «Кожевенная промышленность», 1965, с. 5—11. (ЦИНТИ). [5]. Михайлов А. Н. и др. Синтетические дубители. М., «Легкая индустрия», 1967. 192 с. [6]. Ратнер М. Е. и др. Дубитель из смеси фенолов лесохимического происхождения. — «Кожевенно-обувная промышленность», 1976, № 12, с. 27—29. [7]. Тищенко Д. В., Уваров И. П. Искусственные дубители из лесохимических фенолов. — «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1956, № 2, с. 9—11. [8]. Уваров И. П., Гордон Л. В. Древесные смолы. М., Гослесбуиздат, 1960. 84 с. [9]. Химия и технология кожи и меха. Под ред. И. П. Страхова. М., «Легкая индустрия», 1970. 632 с.

УДК [547.992.3 + 547.56] : 546.723'267

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ЛИГНИНА С ФЕРРИЦИАНИДОМ КАЛИЯ В ПРИСУТСТВИИ СУЛЬФИДА НАТРИЯ

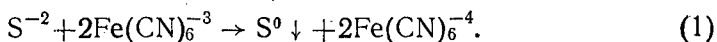
Ю. Г. ХАБАРОВ, Г. Ф. ПРОКШИН, И. М. БОХОВКИН
О. Ф. ГОРБУНОВА

Архангельский лесотехнический институт

Показано, что в результате реакции происходит образование продуктов, содержащих прочно связанную серу. По-видимому, реакция происходит по радикальному механизму.

При изучении взаимодействия сульфатного лигнина с феррицианидом калия в присутствии других компонентов черного щелока мы столкнулись с интересным явлением. Неожиданным оказалось поведение сульфид-иона.

Обычно сульфид-ион окисляется феррицианидом калия по уравнению



Образование элементарной серы по этой реакции легко обнаруживается визуально, по помутнению раствора.

В присутствии сульфатного лигнина появление элементарной серы визуально не наблюдается. Аналогичный эффект дают и простейшие модельные соединения лигнина — фенол, гваякол, пирокатехин, гидрохинон. Исключение составляют ванилин и вератровый альдегид: реакция (1) идет обычным путем, из реакционной смеси выпадает осадок элементарной серы. Можно предположить, что в системе «лигнин — феррицианид калия — сульфид натрия» имеет место химическое взаимодействие, приводящее к образованию серосодержащих продуктов.

Для подтверждения этого нами были выделены препараты лигнина и фенолов, обработанные феррицианидом калия в присутствии сульфида натрия по следующей методике.

1 г лигнина или фенола растворяли в 10 мл 1 н. NaOH и добавляли 1 г Na₂S в 9,5 мл воды, затем приливали 50 мл раствора, содержащего 12 г феррицианида калия в 1 н. NaOH. После перемешивания в течение 5—10 с приливали 75 мл 1 н. HCl. Полученную смесь экстрагировали серным эфиром. Нерастворимую часть филь-

Таблица 1

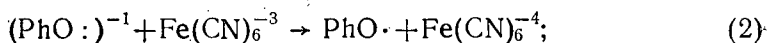
Образец	Содержание серы, %		
	суммарное	элементарной	
		Определено химическим методом	Определено полярографическим методом
Исходный сульфатный лигнин	1,46	—	0,15
Обработанный лигнин	20,0	17,3	18,1
Фенольный полимер	34,5	15,7	11,0
Гваякольный	21,3	9,3	8,5
Пирокатехиновый	22,3	9,0	7,3

тровали, промывали водой до нейтральной реакции по метилоранжу и сушили в вакуум-эксикаторе над P_2O_5 . В выделенных полимерных продуктах определяли содержание общей серы [4], а также элементарной серы химическим [1, 3] и полярографическим методами [2]. Полученные результаты представлены в табл. 1.

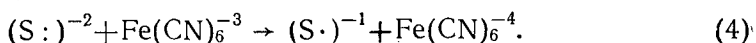
Экспериментальные данные показали, что во всех препаратах содержится большое количество общей серы — 20—23%, а для фенольного полимера — даже 34,5%. Однако не вся сера химически связана. Для полимерных фенолов примерно 40—45% всей серы определяют как элементарную. Определение серы и химическим, и полярографическим методами дало сходные результаты. Разница между содержанием всей серы и элементарной представляет собой прочно связанную серу. Расчеты показали, что для фенольного полимера соотношение связанной серы и фенола составляет 1,0; для гваякольного — 0,63; для пирокатехинового — 0,67 моль/моль. Эти данные хорошо коррелируют с количеством свободных о- и п-положений бензольного кольца (3 положения у фенола и по 2 положения у гваякола и пирокатехина [5]).

По сравнению с фенольными полимерами в препарате лигнина определено примерно вдвое большее количество элементарной серы; химически связанным оказалось 1,9% (в исходном сульфатном лигнине — 1,3%).

Как известно, воздействие феррицианида калия на фенольные вещества приводит к образованию реакционноспособных радикалов; вторичные реакции последних дают сложную смесь полимерных продуктов [6]

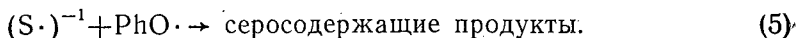


В нашем случае суммарное уравнение реакции (1) сульфид-иона и феррицианида калия — тримолекулярное. Рассматриваем эту реакцию как сложный процесс, состоящий из двух бимолекулярных стадий, где на первой стадии сульфид-ион отдает один электрон по уравнению

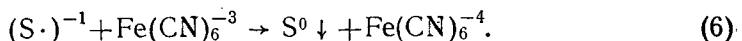


И тогда, как видно из уравнения (4), появляется частица серы с одним неспаренным электроном — ион-радикал.

По всей видимости, в дальнейшем реакция идет именно между фенольным радикалом и ион-радикалом серы, продукты реакции в этом случае содержат связанную серу



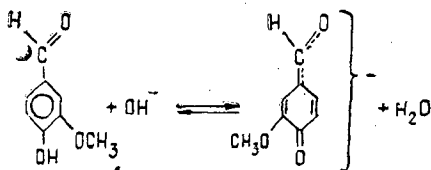
Параллельно может протекать реакция отрыва неспаренного электрона от ион-радикала серы и образовываться элементарная сера



Для системы «лигнин — сульфид-ион — феррицианид калия», по-видимому, предпочтительна именно эта реакция. Отсутствие осадка элементарной серы, вероятно, можно объяснить тем, что в условиях эксперимента происходит «замуровывание» образующейся элементарной серы в макромолекуле лигнина.

В связи с вышеизложенным понятно, почему выделяется элементарная сера в присутствии вератрового альдегида и ванилина.

У вератрового альдегида как полностью метилированного фенола отсутствует возможность образования фенольного радикала, поэтому основные в системе — реакции (4) и (6). Что же касается ванилина, то в щелочной среде происходит ионизация молекулы с образованием производного хинонметида



Равновесие в этой реакции сильно смещено вправо, и, по-видимому, образовавшаяся структура не способна давать свободные радикалы, следовательно, и в этом случае выпадает осадок элементарной серы по уравнениям (4) и (6).

Таким образом, на лигнине и фенолах показано, что при окислении их феррицианидом калия в присутствии сульфида натрия в щелочной среде имеет место сульфидирование продуктов реакции, протекание которого зависит от структуры и способности фенола к образованию радикалов. Реакция характеризуется большой скоростью, что присуще радикальным реакциям. По нашему предположению, такую реакцию можно было бы назвать «реакцией окислительного сульфидирования». Полагаем, что такой подход к механизму реакции может иметь существенное значение для углубленного понимания механизма протекания различных технологических процессов переработки фенолов и лигнинов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Богомолов Б. Д., Горбунова О. Ф. О природе серы сульфатных лигнинов. — В. кн.: Химия и использование лигнина. Рига, «Зинатне», с. 284—288. [2]. Горбунова О. Ф., Богомолов Б. Д. Полярографическое определение элементарной серы в тиолигнинах. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1965, № 5, с. 153—157. [3]. Жигалов Ю. В., Тищенко Д. В. Сера в тиолигнинах. — «ЖПХ», 1962, т. 35, с. 147—153. [4]. Коршун М. О., Гельман Н. Э. Новые методы элементарного микроанализа. М.—Л., ГОНТИ хим. литер., 1949, с. 119. [5]. Райд К. Курс физической органической химии. М., «Мир», 1972, с. 233. [6]. Thyagarajan V. S. Oxidations by ferricyanide. — «Chem. Ber.», 1958, Jahrg, 58, p. 439—460.

Поступила 1 сентября 1978 г.

УДК 547.992.3

СВОЙСТВА ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ ДВУХСТУПЕНЧАТЫХ ВАРОК ЕЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ С ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЕРВОЙ СТУПЕНЬЮ

С. А. САПОТНИЦКИЙ, Л. И. КРЮКОВА, Б. А. ГЕДЕОНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Лигносультфонаты двухступенчатой сульфитной варки по сравнению с одноступенчатой представляют собой более дисперсную систему, сохраняя при этом высокую поверхностную активность.

На ряде целлюлозно-бумажных комбинатов намечено внедрить двухступенчатый способ сульфитной варки, разработанный ВНПОбум-

промом [1]. Изучение молекулярно-массового распределения образующихся при этом лигносульфонатов показало их повышенную чувствительность к термообработке [3]. В данной статье описаны другие свойства этих веществ.

В лабораторных условиях была проведена двухступенчатая варка древесины ели (температура на ступенях 155 и 140°C, Na-основание, выход целлюлозы 50%). В качестве эталона был принят производственный щелок Сухонского ЦБК, где проводят одноступенчатую кислую сульфитную варку древесины ели (Na-основание), получая целлюлозу нормального выхода.

На щелоках исследуемой и заводской варок выращивали белковые кормовые дрожжи, последрождевые бражки упаривали под вакуумом при 80°C до концентрации сухих веществ 20% и фракционировали содержащиеся в них вещества путем диффузии в воду в диффузиометре Эгольма в течение 170 ч при 20°C. Для этого в жестко вертикально установленную делительную воронку, нижний конус которой предварительно заполняли ртутью для создания зеркальной поверхности, наливали 3 объема воды и через закрепленную в верхней горловине воронки пипетку, доходящую до поверхности ртути, осторожно вводили 1 объем исследуемого раствора с такой малой скоростью, чтобы он вытеснил без смешения воду. По окончании эксперимента, проводимого в термостате при 20°C, из нижней горловины делительной воронки крайне медленно (в течение 30—40 мин) выпускали ртуть и затем с такой же скоростью последовательно отбирали в приемники 4 равных по объему фракции.

Таблица 1

Распределение веществ последрождевой бражки при диффузии в воду

Номер фракции	Одноступенчатая варка		Двухступенчатая варка	
	Сухие вещества, % к сумме	Зольность сухого остатка, %	Сухие вещества, % к сумме	Зольность сухого остатка, %
1	51,3	15,4	46,3	23,6
2	30,8	19,0	31,4	23,3
3	12,2	27,5	15,1	29,6
4	5,7	42,1	7,2	42,2

Данные табл. 1 показывают, что лигносульфонаты двухступенчатой варки древесины представляют собой более дисперсную систему по сравнению с одноступенчатой варкой. В 1-й фракции двухступенчатой варки осталось веществ на 10% относительных меньше, чем в той же фракции одноступенчатой варки. Масса 3-й фракции лигносульфонатов двухступенчатой варки по сравнению с одноступенчатой увеличилась на одну четверть. Независимо от способа варки зольность сухих веществ фракций возрастает по мере повышения их дисперсности. Наибольшей зольностью обладают вещества 4-й фракции, почти нацело представляющие собой истинно растворенные соли низкомолекулярных органических и минеральных кислот. Поэтому зольность этой фракции не зависит от условий варки.

Зольность 1-й фракции, содержащей полимерные лигносульфонаты, определяется количеством нейтрализованных сульфогрупп. Более дис-

Таблица 2

Распределение веществ первой фракции лигносульфонатов при вторичной диффузии в воду

Номер подфракции	Одноступенчатая варка		Двухступенчатая варка	
	Сухие вещества, % к сумме	Зольность сухого остатка, %	Сухие вещества, % к сумме	Зольность сухого остатка, %
1	51,3	12,6	43,0	16,9
2	30,3	14,9	34,2	18,1
3	12,9	23,0	16,0	25,4
4	5,5	37,8	6,8	36,9

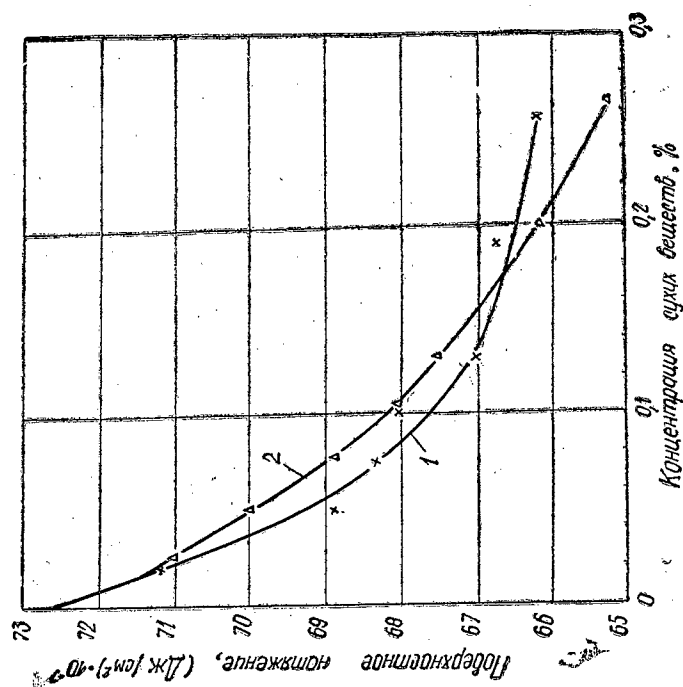


Рис. 2. Зависимость поверхностного натяжения разбавленных растворов последрождевой бражки от концентрации сухих веществ.

1 — одноступенчатая варка; 2 — двухступенчатая варка.

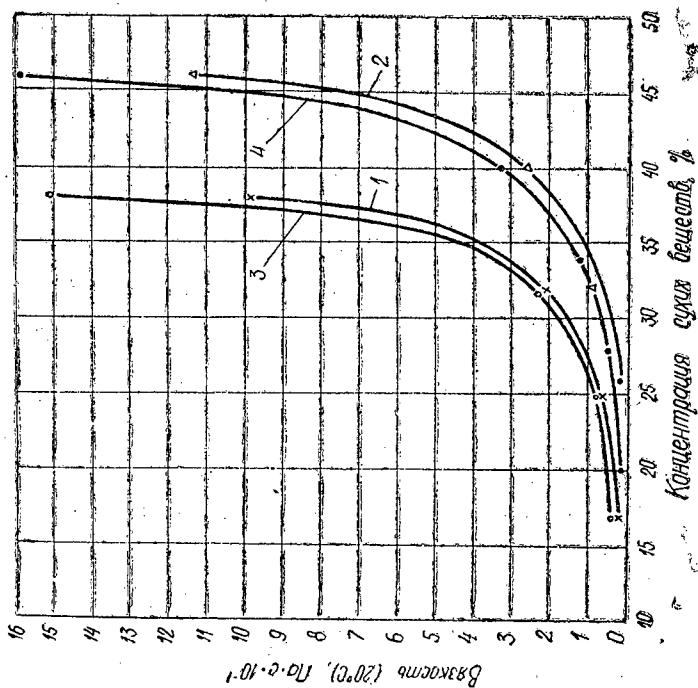


Рис. 1. Влияние условий образования и концентрирования лигносульфонатов на вязкость последрождевой бражки.

1, 3 — одноступенчатая варка, температура упаривания соответственно 80 и 130° С; 2, 4 — двухступенчатая варка, температура упаривания соответственно 80 и 130° С.

перные частицы лигносульфонатов двухступенчатой варки в результате повышенного сульфонирования на первой ступени варки в условиях, в значительной степени исключающих конденсацию лигнина, об-

ладают соответственно большей зольностью по сравнению с лигносульфонатами той же фракции кислой одноступенчатой варки.

Фракция 1 была вторично расфракционирована путем диффузии в воду в тех же условиях. В этом случае (табл. 2) в 1-й подфракции лигносульфонатов двухступенчатой варки уже осталось на 16% относительно меньше, чем в той же подфракции одноступенчатой варки. В то же время в подфракциях как 3, так и 4 относительное количество более дисперсных веществ двухступенчатой варки возросло почти на 25% по сравнению с одноступенчатой варкой. При этом установленная выше зависимость между условиями образования лигносульфонатов, степенью их полимеризации и зольностью сухого остатка фракции сохранилась и особенно четко проявляется в подфракциях 1 и 2.

Повышенная дисперсность лигносульфонатов двухступенчатой варки по сравнению с одноступенчатой отразилась на вязкости растворов. Из рис. 1 видно, что в равных условиях вязкость последрожжевой бражки при любой концентрации сухих веществ меньше для двухступенчатой варки, чем для одноступенчатой, особенно при переходе через зону концентраций 30—35%, когда в растворе уже нет свободной воды [2]. В этом случае лишенные гидратной оболочки частицы лигносульфонатов двухступенчатой варки образуют менее крупные ассоциаты по сравнению с одноступенчатой варкой.

Из рис. 1 видно также, что на вязкость растворов влияют условия упаривания: применение давления приводит к дополнительной полимеризации лигносульфонатов в зоне концентраций, превышающих 30%. Из этого следует, что упаривание последрожжевой бражки под давлением целесообразно проводить при начальном концентрировании, когда удаляется свободная вода и коллоидные частицы еще сохраняют свою гидратную оболочку.

Товарная ценность лигносульфонатов в значительной степени обусловлена проявлением ими поверхностно-активных свойств. Определение поверхностного натяжения водных разбавленных растворов последрожжевой бражки на границе вода — воздух при 20°C (рис. 2) показало, что лигносульфонаты двухступенчатой варки сохраняют высокую поверхностную активность, значения которой близки к значениям активности лигносульфонатов одноступенчатой варки.

Повышенная дисперсность частиц лигносульфонатов двухступенчатой варки нашла свое отражение в том, что при концентрации сухих веществ до 0,15% поверхностная активность лигносульфонатов имеет несколько большие значения для одноступенчатой варки, а при более высоких концентрациях — для двухступенчатой варки. Это должны учитывать потребители концентратов сульфитно-дрожжевой бражки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Владимиров А. М., Гоффарт Т. П., Смирнов Р. Е. Двухступенчатая варка сульфитной целлюлозы в производственных условиях. — «Целлюлоза, бумага и картон», 1976, № 5, с. 4—5. [2]. Сапотницкий С. А. Факторы, влияющие на состав и свойства концентрата сульфитно-дрожжевой бражки в процессе его получения. «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1972, № 8, с. 26—27. [3]. Сапотницкий С. А., Крюкова Л. И., Смирнов Р. Е. Молекулярно-массовое распределение лигносульфоновых кислот двухступенчатой сульфитной варки. — «Химия древесины», 1977, № 5, с. 78—81.

УДК 634.0.86

СВОЙСТВА БИСУЛЬФИТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ПОРОДНОГО СОСТАВА

Л. В. СЕМЕНИХИНА, Р. З. ПЕН

Сибирский технологический институт

При неизменном режиме варки, обеспечившем получение хвойной целлюлозы с высоким выходом в «точке сепарирования» (до 56%) и показателями механической прочности, близкими к показателям сульфатной целлюлозы, лиственничная оказалась заметно недоваренной, а лиственная переваренной, что ставит под сомнение возможность совместной их варки.

Нами изучено влияние породного состава древесного сырья на свойства целлюлозы, получаемой ступенчатым бисульфитным способом с понижающейся кислотностью среды во второй ступени.

Щепу лабораторной рубки со средними размерами $20 \times 15 \times 3$ мм варили в лабораторном батарейном автоклаве при гидромодуле 4,3 с раствором бисульфита магния, имевшим концентрацию 4% (в пересчете на двуокись серы) и $\text{pH} = 4,5$. Раствор, подогретый до 70°C , заливали в автоклав. Температурно-временной график первой ступени варки: продолжительность нагрева до 120°C — 50 мин, пропитка при этой температуре — 60 мин, подъем температуры до конечной — 50 мин, варка при температуре 165°C — 45 мин. По окончании первой ступени к щелоку при комнатной температуре прибавляли гидроокись магния до достижения $\text{pH} = 6,2$, в течение 15 мин температура повысилась до 170°C и при этой температуре варка завершилась в течение 75 мин.

В ходе экспериментов меняли породный состав древесного сырья. Изучаемые породы были объединены в три группы: 1) хвойная древесина — ель, сосна и пихта — в соотношении 1 : 1 : 4; 2) лиственная древесина — береза и осина — в соотношении 1 : 1; 3) древесина сибирской лиственницы (возраст — 170 лет, содержание арабиногалактана — 16,4%). Соотношение пород в пределах каждой группы было выбрано близким к фактически имеющемуся на Красноярском ЦБК и в ходе эксперимента оно не менялось. В самостоятельную группу была выделена древесина лиственницы, так как ее поведение в ходе варки и свойства получаемой из нее целлюлозы значительно отличаются от других пород. Варкам подвергали древесину каждой группы и смеси из этих групп. Переменными величинами в эксперименте были следующие:

x_1 — весовая доля хвойной древесины в смеси;

x_2 — весовая доля лиственной древесины в смеси;

x_3 — весовая доля древесины лиственницы в смеси.

Переменные варьировали согласно оптимальному плану третьего порядка на симплексе [3] (табл. 1, графы 2, 3 и 4). Все варки повторяли дважды с рандомизацией.

Твердые остатки после варки сепарировали с помощью быстроходной мешалки, промывали и разделяли на волокнистую целлюлозу и непровар. Целлюлозу размалывали в ЦРА до 35°ШР , отливки массой 135 г/м^2 испытывали по стандартным методикам. Результаты оценивали следующими выходными параметрами:

- y_1 — выход твердого остатка, % к исходной древесине;
 y_2 — выход волокнистой целлюлозы, % к древесине;
 y_3 — степень делигнификации, ед. Каппа;
 y_4 — сопротивление излому, число двойных перегибов;
 y_5 — разрывная длина, м;
 y_6 — относительное сопротивление продавливанию, кг/см²;
 y_7 — сопротивление раздиранию, гс.

Результаты экспериментов (средние для двух варок) представлены в табл. 1 (графы 5—11). В последней строке этой таблицы приведены дисперсии воспроизводимости средних значений выходных параметров.

Таблица 1

Переменные факторы и результаты экспериментов

№ п.п.	x_1	x_2	x_3	\bar{y}_1	\bar{y}_2	\bar{y}_3	$\bar{y}_4 \cdot 10^{-2}$	$\bar{y}_5 \cdot 10^{-2}$	\bar{y}_6	\bar{y}_7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0	0	58,80	55,70	56,4	25	97	6,80	152
2	0	1	0	48,45	48,15	28,3	3,5	58	3,25	109
3	0	0	1	51,95	46,30	86,1	11	71	4,50	154
4	0,276	0,724	0	49,67	48,80	30,8	16	75	3,65	133
5	0,724	0,276	0	52,18	51,05	41,8	27	86	5,05	155
6	0	0,276	0,724	49,19	48,30	40,0	15	70	4,70	163
7	0	0,724	0,276	47,78	47,20	26,8	7,0	58	3,10	139
8	0,276	0	0,724	53,12	49,60	61,5	16	83	4,85	165
9	0,724	0	0,276	52,27	49,85	58,9	25	90	5,35	160
10	0,333	0,333	0,333	49,38	48,00	42,00	18	71	4,65	172
				1,824	0,388	1,631	51 · 10 ³	230 · 10 ³	0,0405	42,56

Результаты аппроксимировали полиномами вида:

$$\hat{y} = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3.$$

Коэффициенты регрессии b_i и b_{ij} для соответствующих выходных параметров $y_1 - y_7$ сведены в табл. 2. В этой же таблице приведены значения остаточных дисперсий $S_{\text{ост}}^2$ и дисперсионных отношений F .

Таблица 2

Показатели	\hat{y}_1	\hat{y}_2	\hat{y}_3	\hat{y}_4	\hat{y}_5	\hat{y}_6	\hat{y}_7
b_1	57,67	54,75	56,75	2602	9583	6,598	149,8
b_2	48,63	47,94	29,52	278	5838	3,025	106,4
b_3	52,41	47,24	80,87	1165	7383	4,692	153,6
b_{12}	-10,77	-7,64	-27,65	3317	1116	-1,916	88,4
b_{13}	-11,36	-6,89	-36,42	601	309	-2,332	63,6
b_{23}	-10,07	0,26	-102,54	1659	-1591	0,596	112,0
$S_{\text{ост}}^2$	1,984	2,056	36,081	44 · 10 ³	188 · 10 ³	0,173	20,139
F	1,088	5,303	22,116	0,866	0,820	4,274	0,473

Математические модели всех выходных параметров, за исключением y_3 , адекватно отражают реальный процесс при 1%-ном уровне значимости, поскольку дисперсионные отношения F для них меньше табличного значения критерия Фишера, равного 6,0. Зависимость степени делигнификации y_3 от породного состава древесины не удалось адекватно описать уравнением вида [3], поэтому для y_3 получен полином третьей степени

$$y_3 = 56,40x_1 + 28,30x_2 + 86,10x_3 - 30,25x_1x_2 - 55,25x_1x_3 - \\ - 119,13x_2x_3 - 8,76x_1x_2(x_1 - x_2) + 59,72x_1x_3(x_1 - x_3) + \\ + 70,44x_2x_3(x_2 - x_3) + 210,68x_1x_2x_3$$

с остаточной дисперсией, равной нулю ввиду отсутствия степеней свободы.

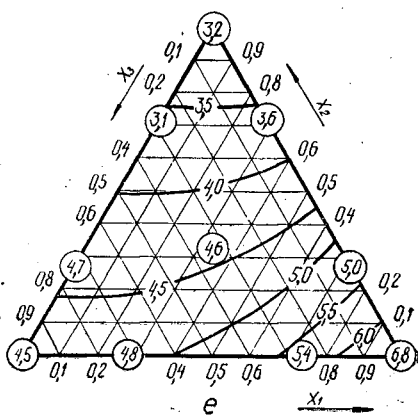
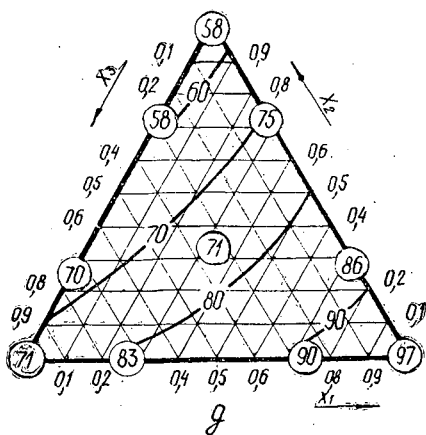
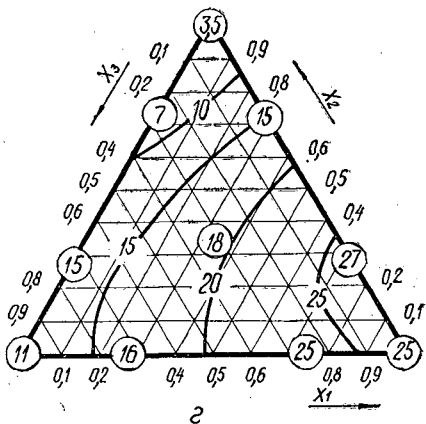
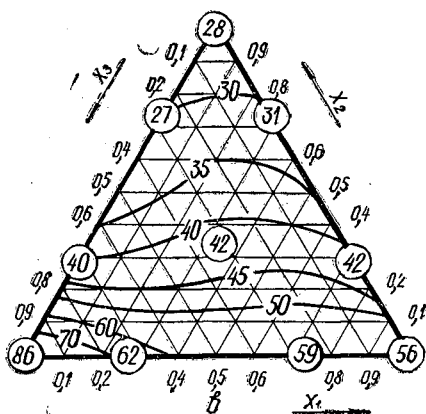
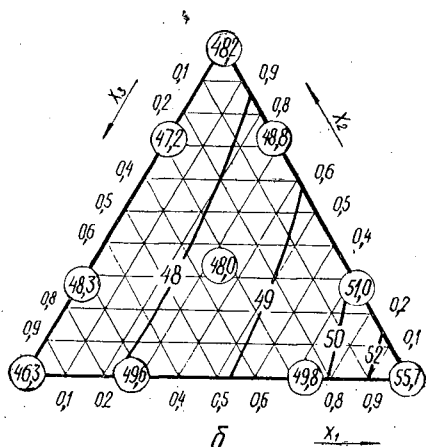
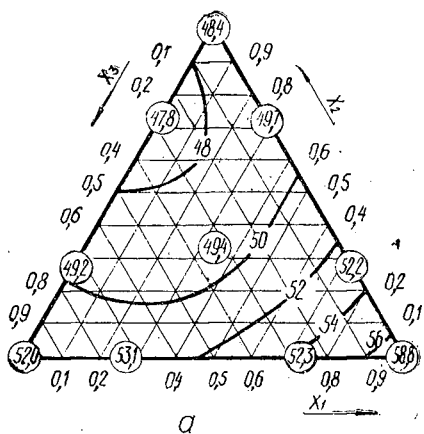
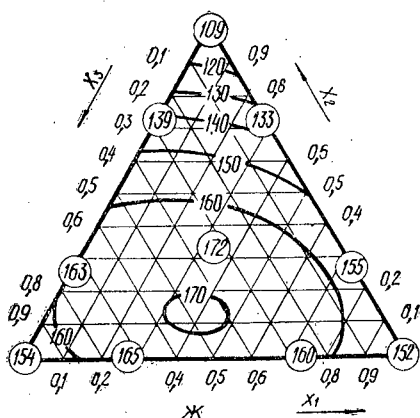


Рис. 1. Зависимость выходных параметров варочного процесса от породного состава сырья.

a — выход твердого остатка, %; *б* — выход целлюлозы, %; *в* — степень делигнификации, ед. Каппа; *г* — сопротивление излому, число двойных перегибов $\cdot 10^{-2}$; *д* — разрывная длина, $\text{м} \cdot 10^{-2}$; *е* — относительное сопротивление продавливанию, кгс/см^2 ; *ж* — сопротивление раздиранию, гс.



Математические модели использованы для построения линий, имеющих равные значения выходных параметров на диаграммах «состав — свойство» (рис. 1, *a* — *ж*).

При анализе результатов прежде всего бросается в глаза значительная разница в скорости варки трех рассмотренных породных групп. Особенно заметно эта разница проявляется в степени делигнификации целлюлозы (рис. 1, *в*): наиболее легко делигнифицируется изучаемым способом лиственная древесина, наиболее трудно — древесина лиственницы; различие достигает 60 ед. Каппа. Зависимость выхода твердого остатка и целлюлозы от породного состава (рис. 1, *a*, *б*) хорошо согласуется со сделанным выводом, если учесть, что выход твердого остатка при варке лиственницы всегда ниже, чем выход продукта аналогичной степени делигнификации из других пород древесины, на величину, примерно равную содержанию арабиногалактана в лиственнице.

Выход целлюлозы из хвойной древесины близок к «точке сепарирования» и довольно высок в сравнении с другими способами варки. Из лиственной древесины в тех же условиях получена целлюлоза с очень низким выходом — значительно ниже «точки сепарирования», а лиственничная целлюлоза заметно «недоварена». Для смешанной древесины (для точек, лежащих внутри треугольников на рис. 1, *a*, *б*) указанные выходные параметры почти аддитивно зависят от породного состава сырья: эффекты взаимодействия весьма слабы.

Показатели механической прочности наиболее велики у отливок из хвойной целлюлозы (рис. 1, *г* — *ж*) и по абсолютной величине близки к аналогичным показателям целлюлоз, полученных сульфатным способом из хвойной древесины. Свойства целлюлозы из древесины лиственницы из-за ряда особенностей ее строения заметно уступают (за исключением сопротивления раздиранию) свойствам целлюлозы из древесины других хвойных пород, однако остаются на уровне, соответствующем свойствам сульфатной лиственничной целлюлозы [1, 2]. Целлюлоза из лиственной древесины по всем рассмотренным показателям механической прочности заметно уступает целлюлозам из других видов сырья вследствие как хорошо известных особенностей строения, присущих целлюлозе из лиственной древесины, так и неблагоприятных для этой древесины условий варки.

Свойства целлюлозы из смесей, отвечающих внутренним точкам треугольных диаграмм, почти аддитивно зависят от состава смеси.

Таким образом, ступенчатая бисульфитная варка с понижающейся кислотностью среды во второй ступени позволяет получить целлюлозу с высоким выходом в «точке сепарирования» и с показателями механической прочности, близкими к показателям для сульфатной целлюлозы из аналогичного сырья. Целесообразность совместной варки древесины хвойных, лиственных пород и лиственницы указанным способом сомнительна из-за значительной разницы в скорости их делигнификации.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Пен Р. З., Хаустова Л. Г., Иоффе Г. М. Целлюлоза из древесины лиственницы. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1970, № 5, с. 85. [2]. Пен Р. З., Хаустова Л. Г., Иоффе Г. М. Целлюлоза из древесины лиственницы. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1971, № 1, с. 96. [3]. Пен Р. З., Менчер Э. М. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве. М., «Лесная промышленность», 1973, с. 54.

Поступила 17 ноября 1975 г.

УДК 676.017.9

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЭКСТРАКЦИОННЫХ КАНИФОЛИ И МИСЦЕЛЛЫ ДЛЯ ПРОКЛЕЙКИ БУМАГИ

И. А. АЛЕКСЕЕВА, С. П. КРЕЧЕТОВА, Т. А. СИНИЦЫНА,
С. А. ПУЗЫРЕВ*

Ленинградский технологический институт ЦБП
Институт химии УНЦ АН СССР

С помощью инфракрасной спектроскопии установлен факт задержания волокон бумаги лактонов, образующихся при модификации канифоли и мисцеллы фтористым водородом.

В работе [3] сообщено о получении и ряде достоинств клея для проклейки бумаги, изготовленного из твердых смол, модифицированных фтористым водородом. Однако происходящая при обработке фтористым водородом лактонизация примерно 35% карбоксильных групп смоляных кислот канифоли [1], т. е. увеличение неомыляемых в смоле, может способствовать отложению смолы на оборудовании.

О химических превращениях в строении компонентов мисцеллы при обработке фтористым водородом

Для определения количеств лактонизированных смоляных кислот мисцеллы сравнены ИК-спектры модифицированной мисцеллы с исходной. Как видно из рис. 1, на спектре мисцеллы (рис. 1, кривая 1) нет полосы поглощения при 1770 см^{-1} , характерной для лактонной группы; на спектре модифицированной мисцеллы (рис. 1, кривая 2) это довольно слабая полоса поглощения. Количественный расчет процентов лактонизированных групп произведен (табл. 1) по уменьшению отношения оптической плотности полосы поглощения свободной карбоксильной группы при 1690 см^{-1} к оптической плотности полосы с неизменной в данном случае интенсивностью (1460 см^{-1}). Из данных табл. 1 следует, что в мисцелле лактонизировалось около 25% свободных карбоксильных групп в смоляных кислотах.

* В работе принимала участие Т. И. Сухоросова.

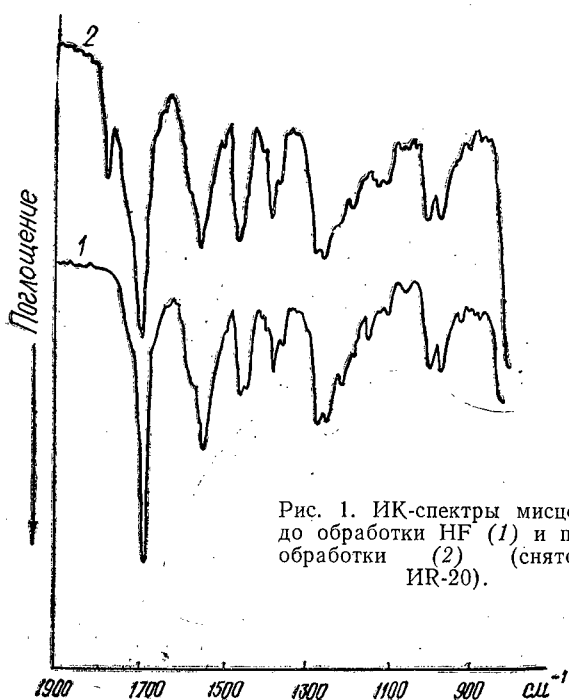


Рис. 1. ИК-спектры мисцеллы до обработки HF (1) и после обработки (2) (снято на ИР-20).

Количественно проследить за процессом дегидрирования в гидрофекантреновом цикле при модификации мисцеллы без разделения ее на фракции не представлялось возможным, так как полоса 1490 см^{-1} , приписываемая дегидрированному (ароматическому) циклу [1], и в чистой модифицированной канифоли проявляется нечетко в виде плеча полосы 1460 см^{-1} , а в случае модифицированной мисцеллы, естественно, — еще слабее.

Таблица 1

Образец	Среднее значение $D_{1690}\text{ см}^{-1}$ $D_{1460}\text{ см}^{-1}$	Содержание, %	
		оставшихся карбоксильных групп	образовавшихся лактоновых групп
Мисцелла	3,500	100	0
Модифицированная мисцелла	2,550	73	27

Примечание. Результаты воспроизведены с точностью $\pm 5\%$.

Если химизм превращения канифоли под действием HF рассмотрен в ранее опубликованной работе [1] и в настоящей статье, то об изменениях терпенов скипидара (составляющего около 30% мисцеллы) мы не нашли сведений в литературе. Химизм превращения терпенов мисцеллы в данной статье рассмотрен по изменениям в индивидуальных терпенах и скипидаре, происходящим под действием HF. С этой целью были сняты спектры терпенов после обработки HF (рис. 2)*.

* ИК-спектры терпенов до обработки HF не приведены в целях сокращения объема статьи. Спектры терпенов описаны в работе [2].

Рис. 2. ИК-спектры терпенов после обработки HF.

1 — α -пинена; 2 — Δ^3 -карена; 3 — дипентена; 4 — камфена (снято на ИКС-14).

Физико-химические свойства образцов терпенов соответствовали литературным данным. Полимеризацию терпенов производили при обработке фтористым водородом (20% от исходных продуктов) в течение 1 ч*. Растворитель (бензол) и фтористый водород отгоняли при температуре до $200 \pm 5^\circ$. После обработки жидкие терпены превращались в густые, вязкие, а иногда и хрупкие вещества.

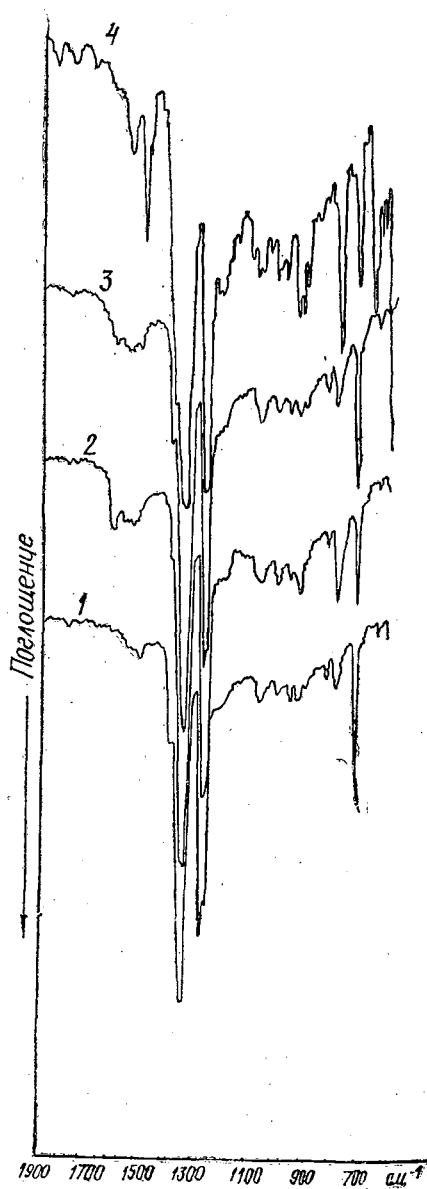
Как видно из рис. 2, обработка фтористым водородом приводит к образованию продуктов с весьма схожими ИК-спектрами. Во всех названных спектрах (а также и в спектре скипидара) имеются интенсивные полосы поглощения, характерные для CH_3 - и CH_2 -групп (1380 и 1450 см^{-1}), полоса поглощения при 1486 см^{-1} , свойственная ароматическим (дизамещенным) циклам, а также полосы поглощения при 1359 и 814 см^{-1} , которые можно, по-видимому, отнести к колебаниям группировок типа изопронила.

При обработке фтористым водородом камфена процесс ароматизации прошел еще глубже, о чем свидетельствует увеличение интенсивности полос 1486 , 1646 см^{-1} и, особенно, полосы 698 см^{-1} , характерной обычно для монозамещенных бензола.

Во всех указанных спектрах полностью исчезают полосы поглощения, характерные для изолированных двойных связей.

Полученные результаты указывают на имеющую место при обработке фтористым водородом, наряду с другими процессами, гидродегидроизомеризацию по Н. Д. Зелинскому, наличие которой для терпенов устанавливалось на других катализаторах.

Обнаруженные нами изменения в химическом строении терпенов под действием HF вряд ли могут вызвать существенные изменения в проклеивающей способности мисцеллы. Кроме того, терпены скипидара могут участвовать в сополимеризации с канифолью.



* Обработка терпенов фтористым водородом и определение физико-химических свойств выполнены в лабораториях Л. Б. Радиной, В. Г. Плюснина.

О поведении лактонных группировок при проклейке бумаги

Прежде чем выяснить поведение лактонных групп при проклейке бумаги, необходимо было установить: не происходит ли омыление неомыляемых при варке клея или при экстракции смолы из бумаги спиртом, подкисленным уксусной кислотой (метод ТАРРУ) [4].

Таблица 2

Стабильность лактонной группы в условиях варки клея по данным ИК-спектроскопии

Образец	$\frac{D_{1770 \text{ см}^{-1}}}{D_{1460 \text{ см}^{-1}}}$	$\frac{D_{1770 \text{ см}^{-1}}}{D_{1680 \text{ см}^{-1}}}$
Модифицированная мисцелла	0,537	0,216
Модифицированная мисцелла после обработки уксусной кислотой	0,583	0,197
Модифицированная мисцелла после кипячения с NaOH	0,608	0,201

С этой целью сравнивали (табл. 2) ИК-спектры образцов модифицированной мисцеллы с ее ИК-спектрами после обработки уксусной кислотой в этиловом спирте и после кипячения в течение 4 ч в растворе КОН в бутиловом спирте. Расчет производили с использованием отношения оптических плотностей полосы поглощения, характерной для лактонов (1770 см^{-1}), к плотностям полосы, не меняющей интенсивность (1460 или 1680 см^{-1}). Постоянство указанной величины — следствие того, что при варке клея из модифицированной мисцеллы лактонные группы не омыляются.

Таблица 3

Отношение лактонных и карбоксильных групп в модифицированной мисцелле до и после проклейки бумаги*

Образец	$\frac{D_{1770 \text{ см}^{-1}}}{D_{1690 \text{ см}^{-1}}}$	$\frac{D_{1770 \text{ см}^{-1}}}{D_{1460 \text{ см}^{-1}}}$
Модифицированная мисцелла	0,208	0,568
Модифицированная мисцелла после смыва клея с бумаги	0,217	0,558

* После смыва клея с бумаги на ИК-спектре появляется дополнительная полоса 1730 см^{-1} за счет валентного колебания $\text{C}=\text{O}$ в сложных эфирах лигнина.

В случае, если лактоны задерживаются волокном бумаги (что желательно для проклейки бумаги), то после смыва клея с волокна отношение оптических плотностей $\frac{D_{1775 \text{ см}^{-1}}}{D_{1692 \text{ см}^{-1}}}$ на ИК-спектре не должно изменяться. Данные табл. 3 свидетельствуют об удержании лактонов модифицированной мисцеллы волокном бумаги. Кроме того, эти результаты еще раз указывают на отсутствие омыления лактонов в стадии варки клея.

Как известно из литературы, проклеивающая способность смол связана с наличием карбоксильных групп. Но каким же образом задерживаются волокном лактоны модифицированной мисцеллы? Как уже сообщалось ранее [1], при обработке канифоли HF лактонизации 35% смоляных кислот сопутствует их димеризация до 40%. Можно предположить об образовании химической связи через двойную связь лактонизированных и свободных смоляных кислот, а последние обеспечивают удержание лактонов бумагой.

Следовательно, нами установлено, что при проклейке бумаги мисцеллой, модифицированной фтористым водородом, лактонизированные смоляные кислоты удерживаются волокном одновременно со свободными смоляными кислотами.

Полученные с помощью ИК-спектроскопии результаты об удержании лактонов волокном находятся в соответствии с ранее опубликованными данными [3] об идентичности норм расхода клея из живичной и экстракционной канифоли и смолы, модифицированной фтористым водородом, несмотря на содержание в последней большего количества неомыляемых (лактонов) [1].

Как показано ранее [3], проклейка бумаги клеем из изучаемой модифицированной смолы удовлетворяет требованиям ГОСТа. В настоящей работе на примере определения степени проклейки писчей бумаги № 1 (1,25—2,5 мм) установлено сохранение ее стабильности в течение 0,5 года.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеева И. А., Радина Л. Б., Потапов Н. П.—«Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1968, № 2. [2]. Горячев М., Плива И. Методы исследования эфирных масел. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1962. [3]. Плюснин В. Г., Радина Л. Б., Лебедева И. А., Кречетова С. П.—«Бумажная промышленность», 1970, № 9. [4]. Пузырев С. А. и др. Испытание бумаги и картона. М., 1966, с. 256.

Поступила 9 февраля 1976 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 634.0.3 : 681.3

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
В ИССЛЕДОВАНИИ
МНОГОПОТОЧНЫХ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЛИНИЙ

В. И. ШУСТОВ, Ю. В. ЛЕБЕДЕВ, Г. Н. ЧИКИН

Уральский лесотехнический институт

Показана возможность применения теории массового обслуживания в исследовании работы многопоточных лесообработывающих линий на нижних складах леспромхозов. Все расчеты выполнены на ЭВМ «Наири-2» и сопоставлены с фактическими данными.

При внедрении на нижних складах леспромхозов кранов большой грузоподъемности (К-305, ЛТ-62, КМ-20/5, ККЛ-32), с целью большой загрузки кранов, размещают под ними по несколько раскряжевочных установок (Байкальская лесоперевалочная база, Бисертский и Карпинский леспромхозы). Краны используют на разгрузке лесовозных автопоездов, подаче пачек хлыстов на площадки раскряжевочных установок (РУ) и в штабеля запаса и из запаса обратно на РУ. Структурная схема технологического потока, из трех РУ, расположенных под мостовым краном, приведена на рис. 1. Такой поток работает в Бисертском леспромхозе (ЛПХ) объединения Свердловлеспром.

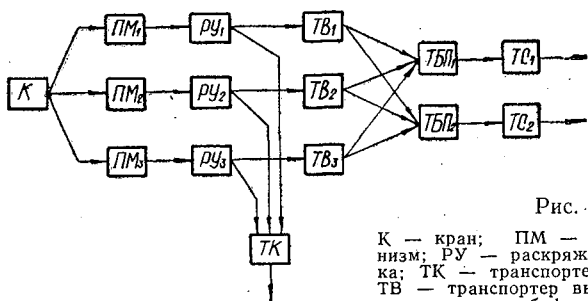


Рис. 1.

К — кран; ПМ — подающий механизм; РУ — раскряжевочная установка; ТК — транспортер для коротья; ТВ — транспортер выносной; ТВБ — транспортер буферный поперечный; ТС — транспортер сортировочный.

При исследовании многопоточной линии Бисертского ЛПХ аналитическим методом весь технологический поток, представленный на схеме, был разбит на отдельные операции: разгрузка автопоездов, подача пачек хлыстов на раскряжевку, их раскряжевка, отделение короткомерных сортиментов, концентрация пиловочных бревен и сопутствующих сортиментов, их сортировка и подача в лесопильный цех и на отгрузку в вагоны.

Для математического описания функционирования как отдельных механизмов, так и всей линии использовали аналитический аппарат теории массового обслуживания для одно- и многоканальных систем. Применение моделей пуассоновского потока требований и экспоненциального распределения циклов допустимо для срав-

нительного анализа структурных схем лесообрабатывающих линий с оценкой разности или соотношений соответствующих показателей. В этом случае результаты сравнения вариантов менее чувствительны к допущениям в задании исходных данных.

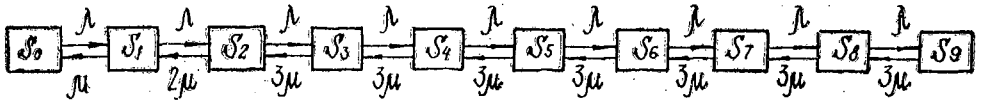


Рис. 2.

Граф состояний для одноканальной системы (соответствующий одной раскряжевочной линии) представлен в работе [2], для трехканальной системы с ожиданием — на рис. 2. Здесь каждое состояние имеет следующий смысл:

- S_0 — все три канала свободны;
- S_1 — занят один канал, остальные свободны;
- S_2 — занято два канала, остальные свободны;
- S_3 — заняты все три канала, очереди нет;
- S_4 — занято три канала, один лесовоз в очереди;
- S_5 — занято три канала, два лесовоза в очереди;
- S_6 — занято три канала, три лесовоза в очереди;
- S_7 — занято три канала, четыре лесовоза в очереди;
- S_8 — занято три канала, пять лесовозов в очереди;
- S_9 — занято три канала, шесть лесовозов в очереди.

Подачу хлыстов к манипуляторам и сброску бревен с выносных шаговых транспортеров на поперечные транспортеры мы исследовали по многоканальной системе: в первом случае — по трехканальной, во втором — по двухканальной. Работу остальных узлов системы проанализировали по одноканальной системе [2]. При исследовании узлов по многоканальной системе мы использовали формулы, приведенные в работе [1].

Абсолютную пропускную способность узла определяли из выражения

$$A = \lambda \left(1 - \frac{\rho^n + m}{n^m \cdot n!} P_0 \right),$$

где λ — интенсивность поступления требований (пачек хлыстов и бревен) на обслуживание;

n — число каналов (механизмов), работающих параллельно;

m — допустимая длина очереди;

P_0 — вероятность того, что в СМО все каналы свободны;

$$\rho = \lambda / \mu.$$

здесь μ — интенсивность обслуживания;

$$P_0 = \left[1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} \cdot \frac{\rho/n - (\rho/n)^{m+1}}{1 - \rho/n} \right]^{-1}.$$

В качестве исходных данных использовали результаты хронометражных наблюдений за различными механизмами и линиями на предприятиях Свердловской области (табл. 1).

Надежность механизмов многопоточной линии задана простоями каждого механизма, приходящимися на цикл обработки пачки хлыстов.

Таблица 1

Операции многопоточной линии	Интенсивность обработки пачек за 1 ч	
	без учета надежности	с учетом надежности
Подача хлыстов краном	23,8	22,8
Подача хлыстов на раскряжевку манипулятором	3,4	3,2
Раскряжевка хлыстов	1,7	1,5
Отбор и сортировка короткомерных сортиментов	1,5	1,2
Вынос длинномерных сортиментов, концентрация длинномерных сортиментов, сортировка сортиментов	2,04	1,2

На рис. 3, а приведены результаты расчетов по определению пропускной способности трехканальной системы, соответствующей потоку из трех раскряжевочных установок. Анализ показал, что параллельное расположение РУ с дополнительными механизмами (транспортеры для короткомерных сортиментов, выносные шаговые транспортеры), надежность которых не выше уровня существующего оборудования, не может повысить производительность потока по сравнению с одиночным расположением РУ (рис. 3, б). Отсутствие роста производительно-

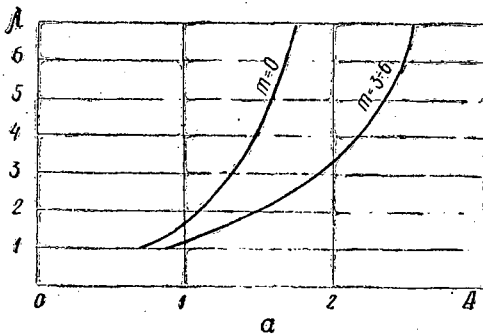
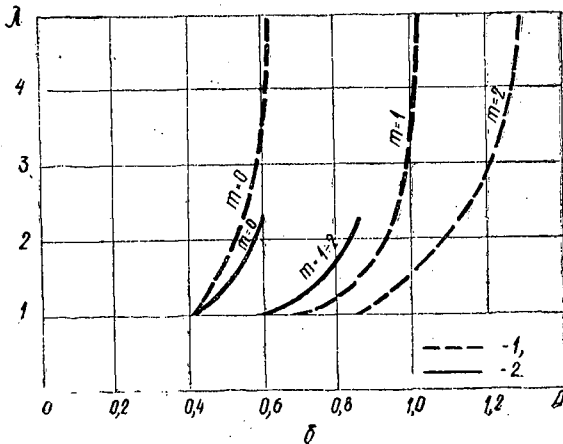


Рис. 3. Графики зависимости пропускной способности системы A от интенсивности подачи пачек хлыстов (бревен) λ и от допустимой очереди m .

a — в целом для системы из трех РУ;
 b — на одну раскряжевочную установку;
 1 — при последовательном расположении оборудования; 2 — при параллельном расположении оборудования.



ности с возрастанием числа механизмов в многопоточной линии объясняется также увеличением количества наложенных простоев на цикл линии от всех механизмов.

В случае параллельного расположения трех раскряжевочных установок и обеспечения их древесиной одним мостовым краном при исходных данных, приведенных в табл. 1, максимально возможная суммарная производительность равна 383—451 м³ в смену или на одну линию — 128—151 м³ в смену. При одиночном расположении тех же РУ производительность их составляет 170—200 м³ в смену [2].

В настоящем исполнении для потока (рис. 1) с экспериментальными образцами машин надежность в работе низка из-за простоев выносных транспортеров. При достигнутых уровнях надежности оборудования (табл. 1) и коэффициенте загрузки потока, равном 0,75, средняя производительность линий в новой компоновке оказалась равной 140—150 м³.

Технико-экономическими расчетами установлено, что эффективность многопоточных линий достигается при производительности каждой раскряжевочной установки не менее 200 м³ в смену. Такую производительность невозможно получить только за счет повышения надежности дополнительного оборудования (транспортеров коротыга, выносных, шаговых и поперечных), для этого необходимо увеличить надежность всего оборудования потока.

Важнейшее условие эффективного использования линий — правильный выбор областей их применения. Путем анализа удельных приведенных затрат установлено, что многопоточные линии эффективнее одноканальных в условиях, когда требуется разделить общий поток сортиментов на определенные группы и сконцентрировать их для подачи к фронтам отгрузки лесоматериалов или в цехи переработки. Экономический эффект от многопоточной линии возрастает с повышением числа раскряжевочных установок в линии и с увеличением объема переработки леса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Исследование операций. М., «Советское радио», 1972.
[2]. Шустов В. И., Лебедев Ю. В. Применение цепей Маркова в исследовании работы технологических линий. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 1.

Поступила 9 октября 1978 г.

УДК 634.0.32

К ВОПРОСУ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩИХ МАШИН ПРИ ГРАВИТАЦИОННОМ ПАКЕТИРОВАНИИ ДЕРЕВЬЕВ

В. К. ХЕГАИ

Ухтинский индустриальный институт

Разработаны динамическая и математическая модели системы «ВГМ — дерево» при ударном нагружении. Дан анализ эффективности подрессоривания пакетирующего устройства и корпуса базовой машины.

При пакетировании деревьев непосредственно на машину развиваются значительные ударные усилия, нагружающие элементы системы. Экспериментальные исследования опытных образцов валочно-пакети-

рующих машин (ВПМ) показали, что проблема снижения динамических нагрузок — весьма актуальна [5, 7, 8].

В процессе пакетирования машина дважды испытывает ударное воздействие дерева: первый встречный удар и ударное воздействие при встрече со второй опорой (прицеп, земля).

Исследованиями [5, 7, 8] установлено, что ударное воздействие дерева на машину при втором ударе в 1,2—2,0 раза больше, чем при первом, в зависимости от некоторых условий. Поэтому рассмотрим динамику ВПМ лишь при втором ударном воздействии дерева.

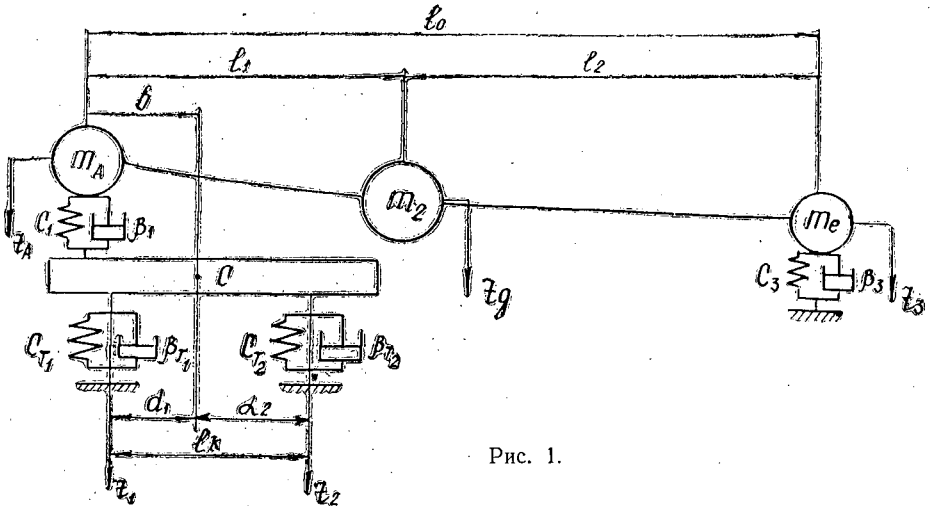


Рис. 1.

Эквивалентная расчетная схема системы «ВПМ — дерево» при ударе со второй опорой представлена на рис. 1. Здесь распределенная масса дерева заменена тремя дискретными массами. В качестве возмущающей силы взята импульсивная функция первого порядка $\sigma_1(t)$ [1].

Дифференциальные уравнения, описывающие колебания системы, при выполнении условия инерционной симметрии $I_c = M_0 d_1 d_2$, имеют вид

$$\left. \begin{aligned}
 &M_{\pi_1} \ddot{z}_1 + (\beta_{\tau_1} + x^2 \beta_1) \dot{z}_1 + x \eta \beta_1 \dot{z}_2 - x \beta_1 \dot{z}_A - x \beta_1 \dot{z}_3 + (c_{\tau_1} + x^2 c_1) z_1 + \\
 &+ x \eta c_1 z_2 - x c_1 z_A - x c_1 z_3 = 0; \\
 &M_{\pi_2} \ddot{z}_2 + (\beta_{\tau_2} + \eta^2 \beta_1) \dot{z}_2 + x \eta \beta_1 \dot{z}_1 - \eta \beta_1 \dot{z}_A - \eta \beta_1 \dot{z}_3 + (c_{\tau_2} + \\
 &+ \eta^2 c_1) z_2 + x \eta c_1 z_1 - \eta c_1 z_A - \eta c_1 z_3 = 0; \\
 &(m_A + \lambda^2 m_2) \ddot{z}_A + (m_A + \lambda m_2) \ddot{z}_3 + \lambda m_2 \ddot{z}_1 + \beta_1 \dot{z}_A - x \beta_1 \dot{z}_1 - \\
 &- \eta \beta_1 \dot{z}_2 + \beta_1 \dot{z}_3 + c_1 z_A - x c_1 z_1 - \eta c_1 z_2 + c_1 z_3 = (m_A + \lambda^2 m_2) v_A \sigma_1(t); \\
 &m_2 \ddot{z}_1 + m_2 \ddot{z}_2 + \lambda m_2 \ddot{z}_A + \beta_1 \dot{z}_1 + c_1 z_1 = m_2 v_2 \sigma_1(t); \\
 &(m_A + m_2 + m_1) \ddot{z}_3 + (m_A + \lambda m_2) \ddot{z}_A + m_2 \ddot{z}_1 + (\beta_1 + \beta_3) \dot{z}_3 + \beta_1 \dot{z}_A - \\
 &- x \beta_1 \dot{z}_1 - \eta \beta_1 \dot{z}_2 + (c_1 + c_3) z_3 + c_1 z_A - x c_1 z_1 - \eta c_1 z_2 = \\
 &= (m_A + m_2 + m_1) v_2 \sigma_1(t),
 \end{aligned} \right\} (1)$$

где

$$M_{n_1} = \frac{M_0 d_2^2 + I_c}{l_k^2} \text{ — приведенная к передней подвеске масса корпуса базовой машины, кг;}$$

$$M_{n_2} = \frac{M_0 d_1^2 + I_c}{l_k^2} \text{ — приведенная к задней подвеске масса корпуса базовой машины, кг;}$$

M_0, m_0 — соответственно масса базовой машины и дерева, кг;

I_c, I_0 — соответственно центральный момент инерции базовой машины и дерева, кг·м²;

$$\alpha = \frac{d_2 + b}{l_k}, \eta = \frac{d_1 - b}{l_k} \text{ — коэффициенты связи;}$$

$m_A = m_1 + m_6$ — суммарная масса части дерева и пакетирующего устройства, кг;

$m_1 = I_0/l_1 \cdot I_0$ — первая дискретная масса дерева, кг;

$m_2 = m_0 - I_0/l_1 \cdot l_2$ — вторая дискретная масса дерева, кг;

$m_3 = I_0/l_2 \cdot l_0$ — третья дискретная масса дерева, кг;

$m_l = m_3 + m_n, m_n$ — поддрессоренная масса прицепа, кг;

z_1, z_2, z_A, z_d, z_3 — обобщенные координаты системы, м;

$c_{T_1}, c_{T_2}, c_1, c_3, c_d$ — параметр жесткости в подвесках и дерева, Н/м;

$\beta_{T_1}, \beta_{T_2}, \beta_1, \beta_3, \beta_d$ — параметр сопротивления в подвесках и дерева, Н·с/м;

$l_k = d_1 + d_2$ — база машины, м;

$\lambda = l_2/l_0; l_0 = l_1 + l_2$ — расстояние между массами m_A и m_3 , м.

В частном случае, когда подвеска второго пакетирующего устройства (ПУ) заблокирована ($c_3 = \infty, z_3 = 0$), дифференциальные уравнения (1) принимают вид

$$\left. \begin{aligned} M_{n_1} \ddot{z}_1 + (\beta_{T_1} + \alpha^2 \beta_1) \dot{z}_1 + \alpha \eta \beta_1 \dot{z}_2 - \alpha \beta_1 \dot{z}_A + \\ + (c_{T_1} + \alpha^2 c_1) z_1 + \alpha \eta c_1 z_2 - \alpha c_1 z_A = 0; \\ M_{n_2} \ddot{z}_2 + (\beta_{T_2} + \eta^2 \beta_1) \dot{z}_2 + \alpha \eta \beta_1 \dot{z}_1 - \eta \beta_1 \dot{z}_A + \\ + (c_{T_2} + \eta^2 c_1) z_2 + \alpha \eta c_1 z_1 - \eta c_1 z_A = 0; \\ (m_A + \lambda^2 m_2) \ddot{z}_A + \lambda m_2 \ddot{z}_d + \beta_1 \dot{z}_A - \alpha \beta_1 \dot{z}_1 - \eta \beta_1 \dot{z}_2 + \\ + c_1 z_A - \alpha c_1 z_1 - \eta c_1 z_2 = (m_A + \lambda^2 m_2) v_A \sigma_1(t); \\ m_2 \ddot{z}_d + \lambda m_2 \ddot{z}_A + \beta_d \dot{z}_d + c_d z_d = m_2 v_2 \sigma_1(t). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Из уравнения (2) с помощью преобразований Лапласа и Фурье [4] получены амплитудно-частотные характеристики, оценивающие динамические свойства колебательной системы «ВПМ — дерево»,

$$\left. \begin{aligned} |W_{z_1}(i\omega)| &= \chi v_A \sqrt{\frac{(a_{11}\omega^4 + a_{12}\omega^2 + a_{10})^2 + (b_{15}\omega^5 + b_{13}\omega^3 + b_{11}\omega)^2}{(\omega^8 + r_6\omega^6 + r_4\omega^4 + r_2\omega^2 + r_0)^2 + (r_7\omega^7 + r_5\omega^5 + r_3\omega^3 + r_1\omega)^2}}; \\ |W_{z_2}(i\omega)| &= \eta v_A \sqrt{\frac{(a_{24}\omega^4 + a_{22}\omega^2 + a_{20})^2 + (b_{25}\omega^5 + b_{23}\omega^3 + b_{21}\omega)^2}{(\omega^8 + r_6\omega^6 + r_4\omega^4 + r_2\omega^2 + r_0)^2 + (r_7\omega^7 + r_5\omega^5 + r_3\omega^3 + r_1\omega)^2}}; \\ |W_{z_A}(i\omega)| &= v_A \sqrt{\frac{(-\omega^6 + a_{34}\omega^4 + a_{32}\omega^2 + a_{30})^2 + (b_{35}\omega^5 + b_{33}\omega^3 + b_{31}\omega)^2}{(\omega^8 + r_6\omega^6 + r_4\omega^4 + r_2\omega^2 + r_0)^2 + (r_7\omega^7 + r_5\omega^5 + r_3\omega^3 + r_1\omega)^2}} \end{aligned} \right\} (3)$$

здесь $|W_{z_A}(i\omega)|$, $|W_{z_1}(i\omega)|$, $|W_{z_2}(i\omega)|$ — амплитудно-частотные характеристики соответственно вертикальных колебаний ПУ, передней и задней подвесок базовой машины;

a_{kj} , b_{kj} , r_k ($k, j = 1, 2, \dots$) — коэффициенты, зависящие от параметров колебательной системы.

Модули передаточных функций в виде динамических нагрузок имеют следующий вид:

на первой ступени поддрессоривания (подвеска ПУ)

$$|W_{N_{z_A}}(i\omega)| = [|W_{z_A}(i\omega)| - \chi |W_{z_1}(i\omega)| - \eta |W_{z_2}(i\omega)|] \sqrt{c_1^2 + \beta_1^2 \omega^2}; \quad (4)$$

на второй ступени поддрессоривания (подвеска базовой машины) под передней подвеской

$$|W_{N_{z_1}}(i\omega)| = |W_{z_1}(i\omega)| \sqrt{c_{T_1}^2 + \beta_{T_1}^2 \omega^2}; \quad (5)$$

под задней подвеской

$$|W_{N_{z_2}}(i\omega)| = |W_{z_2}(i\omega)| \sqrt{c_{T_2}^2 + \beta_{T_2}^2 \omega^2}. \quad (6)$$

Для оценки распределения динамических нагрузок по подвескам машины (передним и задним) рассмотрим коэффициент неравномерности распределения нагрузок [3]

$$K_H = \frac{|W_{N_{z_2}}(i\omega)|}{|W_{N_{z_1}}(i\omega)|} = \frac{\eta}{1 - \eta} \sqrt{\frac{(a_2^2 + b_2^2)(c_{T_2}^2 + \beta_{T_2}^2 \omega^2)}{(a_1^2 + b_1^2)(c_{T_1}^2 + \beta_{T_1}^2 \omega^2)}}. \quad (7)$$

Из выражения (7) видно, что K_H зависит как от компоновки η , так и от параметров подвесок машины.

Дальнейшие исследования проведем для расчетного дерева объемом 0,5 м³. В качестве базовой машины примем серийный трактор ТДТ-55 без технологического оборудования. Рассматриваемая система «ВПМ — дерево» имеет следующие расчетные параметры: $M_0 = 7300$ кг; $I_c = 3000$ кг·м²; $d_1 = 0,3$ (0,42) м; $d_2 = 1,47$ (1,35) м; $m_A = 254$ кг; $m_2 = 137$ кг; $c_d = 16,4 \cdot 10^3$ Н/м. В скобках отмечены действительные размеры для трактора ТДТ-55.

Анализ результатов показал, что динамические нагрузки более равномерно распределяются при $0 < \eta < 1$. Так, при размещении ПУ над центром тяжести машины ($\eta = 0,2$) коэффициент $K_H = 0,24$, а при $\eta = 1$ коэффициент $K_H = \infty$, т. е. в этом случае вся динамическая нагрузка воспринимается задней подвеской. Когда $\eta = 0$, то вся на-

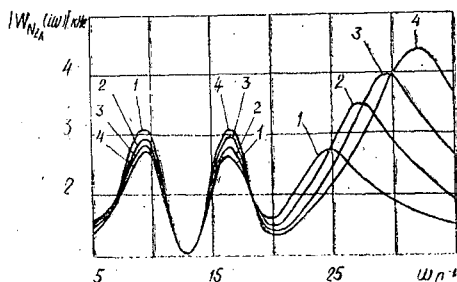
грузка воспринимается передней подвеской, а систему дифференциальных уравнений (2) разделяют на две независимые подсистемы

$$\left. \begin{aligned} M_{п_1} \ddot{z}_1 + (\beta_{T_1} + \beta_1) \dot{z}_1 - \beta_1 \dot{z}_A + (c_{T_1} + c_1) z_1 - c_1 z_A &= 0; \\ (m_A + \lambda^2 m_2) \ddot{z}_A + \lambda m_2 \ddot{z}_R + \beta_1 \dot{z}_A - \beta_1 \dot{z}_1 + c_1 z_A - c_1 z_1 &= \\ &= (m_A + \lambda^2 m_2) v_A \sigma_1(t); \\ m_2 \ddot{z}_R + \lambda m_2 \ddot{z}_A + \beta_R \dot{z}_R + c_R z_R &= m_2 v_2 \sigma_1(t); \end{aligned} \right\} (8)$$

$$M_{п_2} \ddot{z}_2 + \beta_{T_2} \dot{z}_2 + c_{T_2} z_2 = 0. \quad (9)$$

В этом случае колебания передней части машины не зависят от колебаний задней части, и наоборот. Следует отметить, что разделение связанных колебаний существенно улучшает динамику системы [2, 6].

Рис. 2.
1 - $c_1 = 14 \cdot 10^4$ Н/м; 2 - $18 \cdot 10^4$;
3 - $22 \cdot 10^4$; 4 - $26 \cdot 10^4$ Н/м.



На рис. 2 приведены амплитудные частотные характеристики динамических нагрузок на первой ступени поддрессоривания. Из этого рисунка видно, что кривая модуля имеет три резко выраженных максимума, обусловленных наличием собственных частот колебаний системы. При изменении коэффициента жесткости c_1 изменяются как амплитуды максимумов кривых, так и частоты их проявления. Так, при уменьшении c_1 от $26 \cdot 10^4$ до $18 \cdot 10^4$ Н/м абсолютная величина третьего максимума, соответствующего парциальной частоте колебаний ПУ, уменьша-

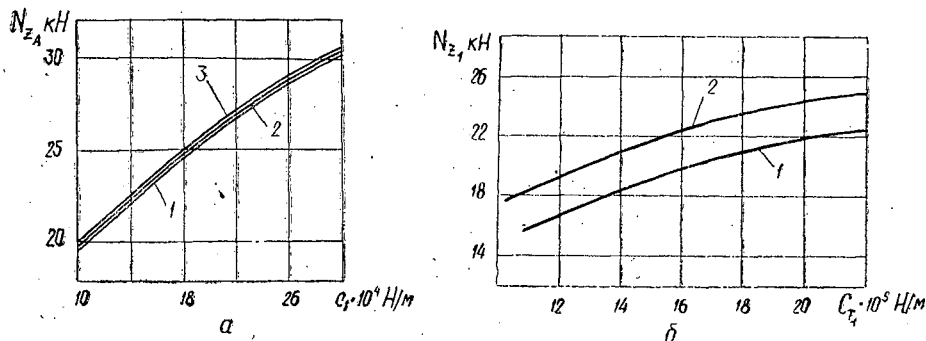


Рис. 3. Зависимости динамических нагрузок на первой (а) и второй (б) ступенях поддрессоривания от параметров жесткости.

а: 1 - $c_{T_1} = 9 \cdot 10^5$ Н/м; 2 - $12 \cdot 10^5$; 3 - $15 \cdot 10^5$ Н/м; б: 1 - $c_1 = 22 \cdot 10^4$; 2 - $26 \cdot 10^4$ Н/м.

ется в 1,26 раза, частота его проявления изменяется с 33 до 27 с^{-1} . А первый и второй максимумы меняются незначительно и проявляются на тех же частотах.

Зависимости динамических нагрузок на первой (а) и второй (б) ступенях подрессоривания от параметров жесткости показаны на рис. 3, из которого видно, что уменьшение жесткости подвесок ПУ и корпуса машины приводит к эффективному снижению нагрузок. Так, при уменьшении c_1 от $26 \cdot 10^4$ до $18 \cdot 10^4$ Н/м динамические нагрузки на первой ступени подрессоривания снижаются в 1,26 раза, а на второй ступени — в 1,20 раза. Уменьшение же жесткости подвески корпуса машины ведет к эффективному снижению динамических нагрузок лишь на второй ступени подрессоривания и мало влияет на динамику первой ступени.

Чрезмерное уменьшение жесткостей c_1 и c_2 , приводит к значительному увеличению динамического хода соответственно ПУ и корпуса машины, а также сближению резонансных зон. Поэтому выбор рациональных параметров жесткости подвесок необходимо вести по следующим критериям: по нагрузке, перемещению и частотному составу.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что ударно-динамические нагрузки в ВПМ можно эффективно снизить подрессориванием ПУ и выбором оптимальных параметров жесткости на первой и второй ступенях подрессоривания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бабаков И. М. Теория колебаний. М., «Наука», 1968. [2]. Варава В. И. Расчет и конструирование упругих систем транспортных машин. М., «Лесная промышленность», 1975. [3]. Добрынин Ю. А. Исследование вертикальной динамики колесного трактора на трелевке леса в условиях рубок промежуточного пользования. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Л., 1973. [4]. Иванов В. А., Чемоданов Б. К., Медведев В. С. Математические основы теории автоматического регулирования. М., «Высшая школа», 1971. [5]. Орлов С. Ф. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. М., Гослесбумиздат, 1963. [6]. Пановко Я. Г., Губанова И. И. Устойчивость и колебания упругих систем. М., «Наука», 1967. [7]. Перфилов М. А. Многооперационные лесосечные машины. М., «Лесная промышленность», 1974. [8]. Хегай В. К., Жуков А. В. К вопросу определения динамических нагрузок при гравитационном пакетировании деревьев на машину. — Машины и орудия для механизации лесозаготовок. Межвуз. сб. научн. тр. Вып. 4. Л., 1975.

Поступила 25 сентября 1978 г.

УДК 634.0.377.1 (088.8)

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБВЯЗКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ БЕСКОНЕЧНОЙ СПИРАЛИ

С. С. ЛЕБЕДЬ, В. Н. КОЗЛОВ

Белорусский технологический институт

Получены аналитические зависимости процесса сплотки бревен методом бесконечной спирали, позволяющие определить основные кинематические характеристики установки для береговой сплотки.

С целью механизации трудоемкого процесса береговой микропучковой сплотки сотрудники Белорусского технологического института разработали установку для формирования и обвязки пучков методом бесконечной спирали [1—3].

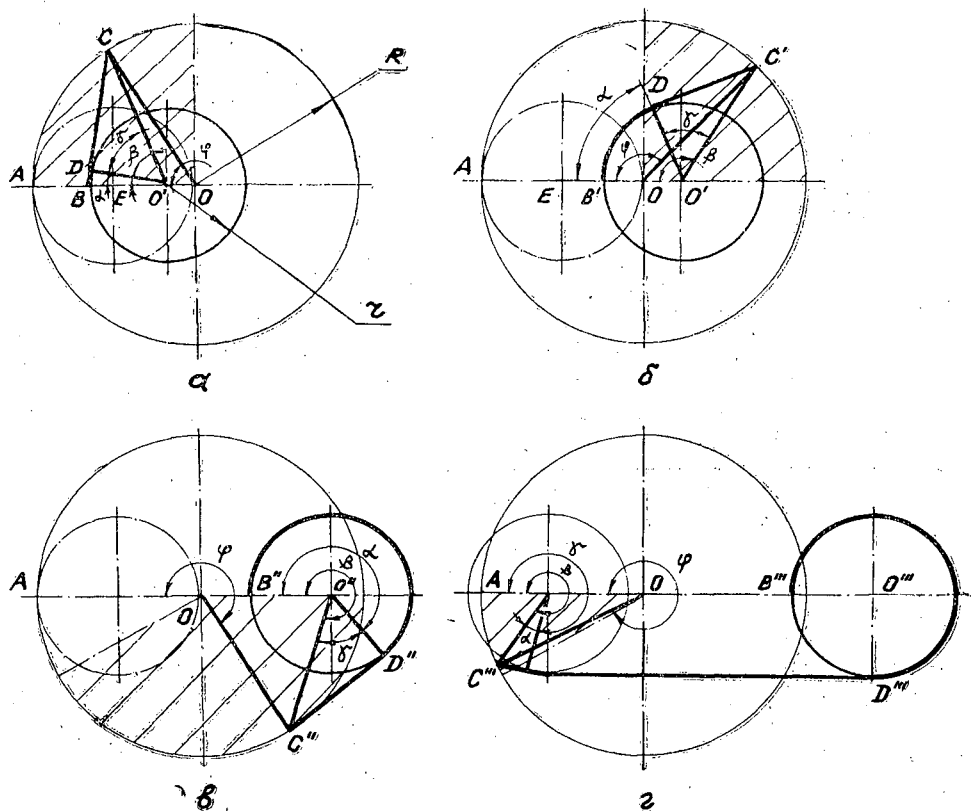


Рис. 1. Схема процесса обвязки бревна (микропучка) методом бесконечной спирали.
 а — этап 1; б — 2; в — 3; г — 4.

Обвязка осуществляется по схеме, показанной на рис. 1. Бревно (микропучок) радиусом r движется равномерно со скоростью v , а обвязывающее устройство радиусом R по ходу движения осуществляет его обвязку гибкой нитью. Далее цикл повторяется. При этом подающий транспортер и обвязывающее устройство работают синхронно, обеспечивая непрерывный процесс обвязки гибкой нитью, поступающей с катушки и образующей бесконечную спираль.

Из условия работы следует:

$$v_b = \pi v; \tag{1}$$

$$T = 2R; \tag{2}$$

$$R \geq 2r, \tag{3}$$

где v_b — линейная скорость на конце рычага обвязывающего устройства в точке выхода гибкой нити;

v — скорость подающего транспортера;

T — шаг толкающих упоров на подающем транспортере;

R — радиус обвязывающего устройства.

Для соблюдения равенств (1) — (3) необходимо выполнить следующие условия:

$$T = zli, \tag{4}$$

здесь z — число зубьев ведущей звездочки подающего транспортера;
 l — шаг цепи подающего транспортера;
 i — передаточное число от главного вала подающего транспортера к обвязывающему устройству.

Как видно из рис. 1, вязка бесконечной спиралью — сложный процесс, где сочетаются вращательное движение обвязывающего устройства и равномерное поступательное движение бревна. Поэтому скорость вытягивания нити непрерывно меняется, вызывая изменение силы ее натяжения.

Нами получены аналитические зависимости, позволяющие определить кинематические характеристики нити в функции от угла поворота φ , скорости движения транспортера v и времени t .

Таблица 1

Переменная	Значения переменной для этапа			
	1	2	3	4
φ	$0 - \frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2} - \pi$	$\pi - 1 \frac{5}{6} \pi$	$1 \frac{5}{6} \pi - 2\pi$
t	$0 - \frac{\pi}{2\omega}$	$\frac{\pi}{2\omega} - \frac{\pi}{\omega}$	$\frac{\pi}{\omega} - 1 \frac{5}{6} \frac{\pi}{\omega}$	$1 \frac{5}{6} \frac{\pi}{\omega} - 2\pi\omega$

Рассмотрено движение бревна в плоскости вращения рычага обвязывающего устройства. При этом цикл обвязки целесообразно разделить на четыре характерных этапа (табл. 1). Угол поворота $\varphi = \omega t$ (где ω — угловая скорость вращения рычага обвязывающего устройства). Под рабочей понимается длина нити, вытянутой из обвязочного устройства с начала цикла.

Рассмотрим соотношения между основными параметрами поэтапно. Начало 1-го этапа (рис. 1, а) определяется положением конца рычага в точке А, а центр бревна — в точке Е. При повороте вяжущего устройства на угол φ конец рычага переместится в точку С, а центр бревна — в точку О'.

Рабочую длину нити для положения рычага в промежуточной точке С находим из выражения

$$S_1 = \widehat{BD} + DC - AB, \quad (5)$$

здесь AB — путь, пройденный бревном за время t перемещения рычага из точки А в точку С;

$$AB = vt. \quad (6)$$

Определим значения DC и \widehat{BD} как функции от φ и t . Из $\triangle DCO'$ имеем

$$DC = \sqrt{(O'C)^2 - (DO')^2}, \quad (7)$$

где $DO' = r$.

Из $\triangle OO'C$ находим

$$(O'C)^2 = (OC)^2 + (O'O)^2 - 2OC \cdot O'O \cos \varphi. \quad (8)$$

Подставив в уравнение (8) $OC = R$ и $O'O = AO - O'B - AB = R - r - vt$, получим

$$O'C = \sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi - r^2}. \quad (9)$$

Подставив в равенство (7) значение $O'C$ из выражения (9), найдем

$$DC = \sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi - r^2}. \quad (10)$$

Значение дуги \widehat{BD} вычислим из равенства

$$\widehat{BD} = r\alpha, \quad (11)$$

здесь

$$\alpha = \beta - \gamma.$$

Для определения β используем зависимость

$$\frac{OC}{\sin(\pi - \beta)} = \frac{O'C}{\sin \varphi}, \quad (13)$$

где $OC = R$.

Подставив значение $O'C$ из зависимости (9) в выражение (13), получим

$$\sin \beta = \frac{R \sin \varphi}{\sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi}}. \quad (14)$$

Из равенства (14) вычислим β .

Из $\Delta CDO'$ имеем

$$\sin \gamma = \frac{DC}{O'C} = \frac{\sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi - r^2}}{\sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi}}, \quad (15)$$

откуда находим γ .

С учетом зависимостей (12), (14) и (15) получим

$$\widehat{BD} = r \left[\arcsin \frac{R \sin \varphi}{\sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi}} - \arcsin \frac{\sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi - r^2}}{\sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi}} \right]. \quad (16)$$

Подставив полученные значения \widehat{BD} , DC и AB в выражение (5), находим

$$S_1 = r \left[\arcsin \frac{R \sin \varphi}{\sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi}} - \arcsin \frac{\sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi - r^2}}{\sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi}} \right] + \sqrt{R^2 + (R - r - vt)^2 - 2R(R - r - vt) \cos \varphi - r^2} - vt. \quad (17)$$

Нами получено выражение для определения рабочей длины нити в зависимости от времени t для 1-го этапа.

Зависимость (17) действительна для следующих значений φ и t

$$0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}; \quad \varphi = \omega t; \quad 0 \leq t \leq \frac{\pi}{2\omega}.$$

Для 2-го этапа (рис. 1, б), соответствующего повороту рычага на угол φ , который изменяется в пределах $\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \pi$, получим

$$S_2 = r \left[\arcsin \frac{R \sin \varphi}{\sqrt{R^2 + (vt + r - R)^2 + 2R(vt + r - R) \cos \varphi}} - \arcsin \frac{\sqrt{R^2 + (vt + r - R)^2 + 2R(vt + r - R) \cos \varphi - r^2}}{\sqrt{R^2 + (vt + r - R)^2 + 2R(vt + r - R) \cos \varphi}} \right] + \sqrt{R^2 + (vt + r - R)^2 + 2R(vt + r - R) \cos \varphi - r^2} - vt. \quad (18)$$

В выражении (18) для первого члена в квадратных скобках значение дуги синуса следует брать для второй четверти.

Для 3-го этапа (рис. 1, *в*), соответствующего повороту рычага на угол φ , который изменяется в пределах $\pi \leq \varphi \leq 1 \frac{5}{6} \pi$, находим

$$S_3 = r \left[-\arcsin \frac{R \sin(\varphi - \pi)}{\sqrt{R^2 + (vt + r - R)^2 + 2R(vt + r - R) \cos \varphi}} - \arcsin \frac{\sqrt{R^2 + (vt + r - R)^2 + 2R(vt + r - R) \cos \varphi - r^2}}{\sqrt{R^2 + (vt + r - R)^2 + 2R(vt + r - R) \cos \varphi}} \right] + \sqrt{R^2 + (vt + r - R)^2 + 2R(vt + r - R) \cos \varphi - r^2} - vt. \quad (19)$$

Для 4-го этапа (рис. 1, *г*), соответствующего повороту рычага на угол φ , который изменяется в пределах $1 \frac{5}{6} \pi \leq \varphi \leq 2\pi$, получим

$$S_4 = \frac{3}{2} \pi r + r \left[\frac{(3R - r - vt)^2 - 2R(3R - r - vt) \sin \varphi + 3R - r - vt}{2(3R - r - vt) \sqrt{R^2 + (3R - r - vt)^2 - 2R(3R - r - vt) \sin \varphi}} - \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{\sqrt{R^2 + (3R - r - vt)^2 - 2R(3R - r - vt) \sin \varphi - r^2}}{\sqrt{R^2 + (3R - r - vt)^2 - 2R(3R - r - vt) \sin \varphi}} \right] + \sqrt{R^2 + (3R - r - vt)^2 - 2R(3R - r - vt) \sin \varphi - r^2} - vt. \quad (20)$$

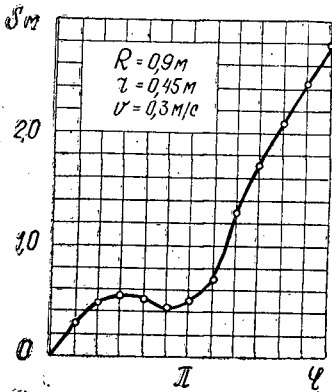


Рис. 2. График потребности рабочей длины нити.

По уравнениям (17)–(20) построена теоретическая кривая изменения рабочей длины гибкой нити при обвязке бревна (пакета) обвязывающим устройством при $R = 2r$ (рис. 2). При изменении угла φ от $\frac{\pi}{6}$ до $\frac{5}{6} \pi$ рабочая длина гибкой нити уменьшается, т. е. появляется ее слабина, а для других значений φ рабочая длина нити увеличивается. Из этого следует, что конструкция обвязывающего устройства должна обеспечивать как непрерывную подачу нити, так и устранение ее слабину [1]. Для значений $R > 2r$, которые имеют место на практике,

графики связи $S = f(\varphi)$ вначале совпадают с теоретической кривой, а с увеличением угла φ идут ниже ее.

Полученные аналитические зависимости — математическая модель процесса сплотки методом бесконечной спирали.

Исследование позволяет определить кинематические и динамические характеристики процесса сплотки и учесть их при разработке конструкции сплотноной установки. Так, например, из анализа полученных зависимостей и построенной по ним теоретической кривой видны характер изменения рабочей длины и наличие слабину нити для некоторых значений угла поворота рычага φ .

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Будыка С. Х., Лебедь С. С., Козлов В. Н. и др. Устройство для обвязки пакета лесоматериалов. Авт. свид. № 408839. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1973, № 48. [2]. Будыка С. Х., Лебедь С. С., Козлов В. Н. и др. Береговая сплотноная установка. Авт. свид. № 483323. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1975, № 33. [3]. Козлов В. Н. Береговая сплотноная установка. — Материалы к IV научно-технической конференции. Л., 1976.

Поступила 15 сентября 1978 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 334.34 : 634.0.652

О ЛЕСНОМ КАДАСТРЕ СТРАНЫ

Л. И. ИЛЬЕВ, Р. Н. ГОРДИЕНКО

Гомельский государственный университет

Излагаются специфические особенности и основные методологические принципы создания лесного кадастра страны, его составные части. Раскрывается значение экономической оценки лесных земель как одного из основных слагаемых лесного кадастра. Показано место лесного кадастра в общей системе оценки земель и его практическое значение в лесохозяйственном производстве.

Постановлением шестой сессии Верховного Совета СССР девятого созыва «О мерах по дальнейшему улучшению охраны лесов, рациональному использованию лесных ресурсов» и в «Основах лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» сформулированы основные принципы ведения лесного хозяйства, предусматриваются конкретные требования, призванные гарантировать как научно обоснованное использование лесосырьевых ресурсов, так и расширенное воспроизводство лесов, их охрану и защиту.

Для организации рационального использования лесов, их воспроизводства, охраны и защиты, планирования развития лесного хозяйства и размещения лесосечного фонда предусматривается ведение государственного лесного кадастра как составной части земельного кадастра страны (ст. 47 разд. 5).

Принятие «Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» означает обобщение и подведение итогов различных дискуссий о том, нужен ли лесной кадастр и экономическая оценка лесных земель как важное слагаемое кадастровых работ. Очевидно, что обсуждение этой очень важной проблемы перемещается в другую плоскость: четкого выяснения целей экономической оценки лесных земель, определения сущности этой категории, разработки техники и методов экономической оценки земли в лесном хозяйстве.

Какие основные требования должны быть предъявлены к лесному кадастру и что даст его практическая реализация?

Лесной кадастр должен быть предельно прост, удобен, в практическом использовании, максимально приближен к существующей земельно-учетной документации в лесном и сельском хозяйстве. В качестве критерия оценки единицы площади леса должны быть приняты величины валового и чистого дохода, полученного в результате комплексного использования разнообразных полезных продуктов и свойств леса. Оценка лесных угодий только по величине древесного прироста значительно занижает получаемый экономический эффект. Проведенные исследования по комплексной продуктивности единицы площади леса в защитных лесах показали, что ценность древесины, ежегодно получаемой с 1 га, составляет 7—10% от общей величины экономического эффекта.

При создании лесного кадастра сохранит свое значение количественный учет земель лесного фонда и порядок регистрации лесопользова-

телей. Не меняется существенно и качественный учет — описание почв, типов леса, условий произрастания, бонитетов насаждений.

Создание лесного кадастра требует совершенствования методов камеральной обработки лесоустроительных материалов, некоторых дополнительных расчетов, составления ведомостей и кадастровых карт, экономической оценки земли.

Чтобы лесной кадастр отвечал поставленным задачам, необходимо обеспечить соблюдение следующих технических требований:

кадастр должен опираться на строгий и достаточно точный количественный учет, базирующийся на современном планово-картографическом материале;

все показатели кадастра должны быть сводимыми, как минимум, по области, республике;

показатели оценки должны определяться с заранее заданной точностью, отвечающей исходному материалу и условиям местности, и легко уточняться в соответствии с изменившимися условиями производства.

Основными составными частями лесного кадастра, по аналогии с земельным, должны являться государственная регистрация лесофондодержателей, инвентаризация земель и экономическая оценка земли.

Вопросы регистрации лесопользователей и инвентаризация лесных земель поставлены в лесном хозяйстве достаточно хорошо и по отдельным позициям даже лучше, чем в сельском хозяйстве. Организация территории лесного фонда, таксация насаждений, описание лесных площадей по типам лесорастительных условий и классам бонитета достаточно полно характеризуют лесные земли с количественной и качественной стороны. Наименее разработан вопрос об экономической оценке земель. Применительно к лесному хозяйству экономическая оценка земли должна выявить сравнительную ценность всех полезностей леса, включая древесную продукцию, в различных типах лесорастительных условий к определенному возрасту древостоя.

Кроме данных о величине продукции в натуральных величинах, во всех современных системах оценки разрабатываются стоимостные показатели. Соизмерить ценность разнообразных полезных продуктов леса и объективно определить рентабельность различных преобразований и отводов земель можно только с помощью стоимостных категорий.

Экономическая оценка земли в лесном хозяйстве в широком смысле слова предполагает оценку как по плодородию, так и по положению относительно городов и мест потребления, по способам транспортировки, защитному влиянию, народнохозяйственному значению лесов и другим факторам.

Землю следует оценивать с точки зрения наилучшего ее использования в соответствии с природными свойствами. Нет почвы, одинаково пригодной для роста и развития всех древесных пород. Поэтому при ее оценке необходимо учитывать результаты использования плодородия наиболее продуктивными древесными породами, т. е. показать потенциальную производительность почв в конкретных условиях. В то же время надо принимать во внимание продуктивность других древесных пород, произрастающих в тех или иных лесорастительных условиях и характеризующих фактическую производительность почв. Такая сравнительная оценка лесорастительных условий позволит правильно решить вопрос о том, для каких древесных пород данная земля наиболее пригодна, какой максимальный прирост или запас можно получить в конкретных почвенных условиях. Наряду с оценкой почв по максимальной продуктивности, необходим учет объема продукции в абсолютных

размерах эффективного запаса различных древесных пород в одних и тех же почвенных условиях. Это дает возможность построить ступенчатую шкалу оценки, отражающую, с одной стороны, максимальную производительность почв и, с другой, степень пригодности тех или иных почв для произрастания разнообразных древесных пород.

При определении размеров продукции необходимо опираться на достигнутый уровень хозяйственной практики. Без исследования конкретного опыта ведения хозяйства получение оценочных величин невозможно, а применение вместо них каких-либо расчетных показателей не может иметь практического значения. Вместе с тем нельзя сводить оценку к простой констатации любых наблюдаемых различий в размерах продукции с единицы площади. Тут могут иметь место случайные факторы, недостатки в лесохозяйственной деятельности и т. д. Оценивать следует типичные, закономерно складывающиеся сочетания природных и экономических условий. Естественное плодородие лесных почв необходимо рассматривать через призму хозяйственного использования древесных запасов (учет древесины, получаемой при рубках ухода за лесом, наиболее рациональная разделка на сортименты и т. д.).

Интересы экономики общественного труда и рационального использования лесных ресурсов в стране требуют, чтобы каждое государственное предприятие, имеющее дело с лесом (лесхоз, леспромхоз и др.), несло полную хозяйственную ответственность за степень и характер использования земель лесного фонда, получение максимального количества продукции с единицы земельных угодий. Владение методом сравнительной оценки земель по их плодородию и умение количественно выразить хозяйственную неравноценность лесных земель создает возможность более объективно оценить результаты производственной деятельности лесохозяйственных предприятий, квалифицированно решить вопросы трансформации угодий, выработать наиболее экономически выгодные лесохозяйственные мероприятия по более полному и производительному использованию плодородия земли.

Нельзя сказать, что проблема создания лесного кадастра нова для лесозащитников. Вопросами экономической оценки земель, работами по созданию лесного кадастра плодотворно занимаются Литовская сельскохозяйственная академия (В. В. Антанайтис), ВНИИЛМ (И. В. Туркевич), Сибирское отделение Института леса и древесины (П. Т. Воронков) и ряд других коллективов и исследователей в Белоруссии, Грузии, Дагестане. Видимо, настало время объединить разрозненные усилия и энтузиазм отдельных исследователей для выработки единой научной основы создания лесного кадастра. Возглавить и координировать выполнение этой важной народнохозяйственной задачи должен ВНИИЛМ, располагающий необходимыми научными силами и материальной базой.

Поступила 4 сентября 1978 г.

УДК 634.0.031/36.004.17

О ПЛАНИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕООРУЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА УРОВНЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Э. В. ВОРОБЬЕВА

Архангельский лесотехнический институт

Рассмотрена возможность использования методики потока взаимосвязанных событий для планирования технического перевооружения производства.

Техническое перевооружение и реконструкция действующих предприятий определены XXV съездом КПСС в качестве основных направлений капитальных вложений на данном этапе экономического развития и в перспективе.

Планирование технического перевооружения производства включает два основных момента:

установление объема ожидаемого выбытия машин той или иной марки и выбор наиболее эффективных вариантов замены выбывших машин и механизмов, а также вариантов механизации и автоматизации ручного труда.

В настоящее время в практике планирования на предприятии используются два метода определения размера ожидаемого выбытия машин и механизмов:

а) по среднегодовому выбытию основных фондов, которое сложилось в предшествующие годы;

б) по нормативу, принимаемому на уровне средней нормы амортизации на полное восстановление (например, для трелевочных тракторов и челюстных погрузчиков — 24,4%, для лесовозных автомобилей — 12,5%).

Первый метод позволяет определить выбытие машин и оборудования лишь в стоимостном выражении, в процентах к среднегодовой стоимости основных производственных фондов. Второй метод более точен, так как позволяет определить ожидаемое выбытие не только в стоимостном, но и в натуральном выражении, по отдельным видам машин и механизмов. Но этот метод предполагает равномерное выбытие, чего фактически быть не может, поскольку различны сроки службы машин и объемы их ввода по годам. Кроме того, этот метод дает возможность определить выбытие лишь в целом по группе машин (например, трелевочные тракторы), тогда как нужна информация по маркам машин, подлежащих выбытию, что немаловажно при выборе варианта замены.

В поисках более точного метода планирования ожидаемого выбытия машин и механизмов обратимся к некоторым высказанным в последнее время предложениям по совершенствованию планирования выбытия и возмещения средств труда. На наш взгляд, особого внимания заслуживает предложение использовать при планировании этих процессов методику потока взаимосвязанных событий, возможность применения которой в данном случае была обоснована Л. А. Хорунжим*.

* Хорунжий Л. А. Амортизационный фонд: теория и практика образования и использования. М., «Экономика», 1971.

Движение парка трелевочных тракторов, планируемое

Марка трелевочного механизма	Нормативный срок службы, лет	Действующие средства труда по годам ввода и действительным срокам службы						
		1970	1971	1972	1973	1974	1975	Σ
		6	5	4	3	2	1	
В натуральном								
ТДТ-40	5	43	94	85	60	—	—	282
ТДТ-55		17	27	45	48	100	116	353
ТТ-4		—	—	—	—	—	4	4
ТБ-1		—	—	—	4	6	12	22
Итого		60	121	130	112	106	132	661
В стоимостном								
ТДТ-40	5	163,8	358,1	323,8	228,6	—	—	1074,2
ТДТ-55		64,8	102,8	171,4	182,8	380,9	441,9	1344,6
ТТ-4		—	—	—	—	—	34,2	34,2
ТБ-1		—	—	—	46,2	69,3	138,7	254,2
Итого		228,6	460,9	495,2	457,6	450,2	614,8	2707,2

Суть этой методики применительно к движению средств труда (в натуральном и стоимостном выражении) заключается в том, что вся совокупность средств труда расчленяется на элементы в зависимости от нормативного и действительного сроков службы. Элементом основных фондов считается группа качественно однородных по производственным характеристикам и назначению средств труда с одинаковым годом вступления в процесс производства и одинаковым нормативным сроком службы. Из каждого элемента выбытию к концу текущего года подлежат те, у которых действительный срок службы достигнет или превысит нормативный. Перечень выбывающих средств труда по элементам в значительной мере облегчает выбор вариантов их замены.

Рассмотрим изложенные положения применительно к парку трелевочных тракторов объединения Ленлес. Этот парк представлен в основном тракторами ТДТ-55, ТДТ-40 и в небольшом количестве ТБ-1 и ТТ-4.

Группировка трелевочных тракторов по маркам и годам ввода в действие (табл. 1) показала, что к началу 1976 г. в эксплуатации находилось много тракторов ТДТ-55 и ТДТ-40 с фактическим сроком службы, превышающим нормативный (4 года). Это означает, что если в расчет обновления парка трелевочных средств заложить нормативный срок службы, то к концу 1976 г. надлежало бы списать почти половину парка трелевочных тракторов (331 трактор марок ТДТ-40 и ТДТ-55 из введенных в 1970—1972 гг.). Однако в связи с тем, что нормативный срок в 4 года был установлен в 1975 г. (с введением новых норм амортизации), а парк трелевочных средств сложился в годы, когда нормативный срок службы для тракторов был 5 лет, в данном случае в качестве расчетного срока службы тракторов следует принять не 4, а 5 лет. Следовательно, в 1976 г. подлежат выбытию тракторы, введенные в 1970 и 1971 гг., в 1977 г. — введенные в 1972 г., в 1978 г. — введенные в 1973 г. и т. д.

Следующий вопрос, который встает после определения выбытия машин по годам планируемого периода (1976—1980 гг.), — выбор варианта замены выбывших средств труда. В настоящее время для тре-

Таблица 1

на основе потока взаимосвязанных событий

Поток возмещения средств труда по годам планируемого периода и действительным срокам службы					
1976	1977	1978	1979	1980	Σ
1	2	3	4	5	
выражении (шт.)					
—	—	—	—	—	—
158	116	85	47	41	447
—	—	—	—	—	—
15	9	22	52	77	175
173	125	107	99	122	626
выражении (тыс. р.)					
—	—	—	—	—	—
601,8	441,9	323,8	179,0	156,2	1702,7
—	—	—	—	—	—
173,3	104,0	254,2	600,9	889,8	34,2
775,1	545,9	578,0	779,9	1080,2	2022,3
775,1	545,9	578,0	779,9	1080,2	3759,2

левки древесины в мелкотоварных насаждениях, которыми располагают предприятия объединения Ленлес, промышленность выпускает тракторы двух видов: ТДТ-55 и ТБ-1. Использование тракторов второго вида дает больший эффект, так как при меньших приведенных затратах полностью устраняется ручной труд на трелевке леса и более чем в 2 раза повышается производительность.

Поскольку выпуск тракторов ТБ-1 ограничен, замену недостающей части трелевочных машин следует производить тракторами ТДТ-55. В результате этого с 1976 по 1980 гг. в объединении Ленлес произойдут следующие изменения (табл. 1):

а) перестанут применяться тракторы ТДТ-40, возрастет количество тракторов ТБ-1, а общее количество трелевочных механизмов уменьшится за счет внедрения более производительных машин;

б) в стоимостном выражении парк трелевочных средств возрастет с 2,7 до 3,8 млн. р., т. е. увеличится более чем на 40%.

в) уровень механизации труда на трелевке возрастет с 3,8% в 1975 г. до 31% в 1980 г., а производительность труда увеличится на 26,2%.

Применение изложенного метода при планировании технического перевооружения производства предполагает решение ряда задач:

1) совершенствование поэлементного учета средств труда предприятия путем дополнения сведений, содержащихся в инвентарных карточках учета основных фондов, следующей информацией: год вступления в производственный процесс; нормативный (или расчетный) срок службы; балансовая стоимость; условия, влияющие на производительность машин; производительность машины на данной операции;

2) механизацию учета наличия и движения средств труда с помощью ЭВМ, поскольку составление поэлементных матриц действующих основных фондов сопряжено с обработкой большого объема информации;

3) разработку показателей эффективности использования новых видов машин и механизмов лесозаготовительного производства в зависимости от производственных условий с тем, чтобы иметь возмож-

ность обосновать выбор оптимального варианта замены выбывающих средств труда.

Решение поставленных задач будет способствовать, с одной стороны, более эффективному использованию средств, выделяемых для технического перевооружения производства, с другой стороны, позволит министерству и объединениям более обоснованно подходить к распределению основных видов лесозаготовительной техники по предприятиям.

Поступила 7 июля 1978 г.

УДК 658.5

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ УЗЛОВ

А. ЗАКИРОВ

Уральский лесотехнический институт

Рассматриваются вопросы формирования и развития лесопромышленных узлов Среднего Урала: структура; пути дальнейшего совершенствования промышленного комплекса и факторы, влияющие на повышение эффективности производства.

Дальнейшее улучшение структуры лесной промышленности на основе комплексного использования древесного сырья в определенной мере связано с созданием лесопромышленных комплексов.

Важнейшим результатом организации их должно быть формирование единого территориально-производственного комплекса на основе рациональной специализации и кооперирования отдельных подразделений, комплексного использования древесины.

Формирование единого территориально-производственного комплекса в лесной промышленности возможно двумя путями. Один из них — строительство крупных, оснащенных и организованных по последнему слову техники лесопромышленных комплексов. Такие лесопромышленные комплексы создаются в многолесных районах (Братский, Сыктывкарский, Усть-Илимский ЛПК). Однако этот путь связан с большими капитальными затратами, а осуществление проектов растягивается на длительный срок. Поэтому целесообразно для лесной промышленности, наряду со строительством новых комплексов, формирование их в составе существующих лесопромышленных узлов.

В настоящее время на Урале, в местах сосредоточения лесных ресурсов имеется ряд уже сформировавшихся лесопромышленных узлов.

Под лесопромышленным узлом мы понимаем территориально-производственный комплекс лесозаготовительных и лесоперерабатывающих предприятий, размещенных в одном или нескольких промышленных пунктах, находящихся в непосредственной территориальной близости, связанных между собой на основе рациональной специализации, кооперирования и комбинирования с целью комплексного освоения, использования и воспроизводства лесных ресурсов определенного, ограниченного района и обеспечивающих создание единой производственной и социальной инфраструктуры.

В Свердловской области к ним относятся Тавдинский, Новолялинский и Ивдельский лесопромышленные узлы. Объективной основой возникновения этих узлов явились специализация и комплексность в

использовании имеющихся в данных районах лесных ресурсов и компактность территориальной системы размещения трудовых ресурсов. Профиль лесопромышленных узлов определяют лесозаготовительные и лесоперерабатывающие предприятия, вокруг которых сложилась производственная и социальная инфраструктура.

Ядром лесопромышленного узла, вокруг которого формируется территориально-производственный комплекс, являются лесозаготовительные и лесоперерабатывающие предприятия. Так, Тавдинский лесопромышленный узел включает лесозаготовительные предприятия, деревообрабатывающий и фанерный комбинаты и гидролизный завод. Объем продукции предприятий лесной и лесоперерабатывающей промышленности составляет 65% всего объема валовой продукции Тавдинского лесопромышленного узла (района). В составе Новолялинского узла имеются два производственных лесозаготовительных объединения, деревообрабатывающий и целлюлозно-бумажный комбинаты и гидролизный завод. В табл. 1 приведена структура промышленного комплекса Новолялинского и Тавдинского лесопромышленных узлов, в которых преобладает промышленное производство. Сельское хозяйство носит подсобный характер, главной задачей которого является обеспечение потребности населения лесопромышленных узлов в сельскохозяйственной продукции.

Таблица 1

Отрасль промышленности	Доля валовой продукции, %	
	Новолялинский	Тавдинский
Лесозаготовка	29,9	17,2
Целлюлозно-бумажная	31,9	—
Деревообрабатывающая	26,9	39,1
Микробиологическая	8,2	10,6
Мясо-молочная	0,9	2,5
Хлебопечение	1,5	1,6
Бытовое обслуживание	0,7	1,5
Прочие	—	27,5
Итого	100,0	100,0

Лесопромышленные узлы Свердловской области в основном уже сформировались. Однако промышленность в них пока не составляет единого комплекса, а является набором производств, между которыми нет должной пропорциональности и оптимальной взаимосвязи.

Размещение и размеры отдельных предприятий практически не согласованы, недостаточно развиты рациональная специализация и кооперирование, отсутствуют некоторые производства [4].

В составе лесопромышленных узлов Среднего Урала возможно создание промышленных комплексов. При этом речь может идти не о рациональном подборе предприятий, а о создании лучших условий для функционирования уже существующих взаимосвязанных производств, о формировании оптимальной структуры промышленного комплекса этих узлов. Совершенствование структуры промышленного комплекса лесопромышленных узлов возможно по следующим направлениям [2].

1. Создание недостающих звеньев в технологической цепи за счет строительства новых предприятий. Так, в составе Тавдинского узла намечается строительство целлюлозно-бумажного комбината. При этом размещение на одной промплощадке с целлюлозно-бумажным комби-

натом предприятия по выпуску клееной фанеры (100 тыс. м³) гидролизно-фурфурольного завода (10 тыс. т фурфурола, 15 тыс. т карбонизированного лигнина, 16 тыс. т кормовых дрожжей) позволит снизить капитальные вложения на 16,8% (5,4 млн. р.), эксплуатационные расходы — на 7% (1,1 млн. р.), приведенные затраты — на 10% (2,2 млн. р.) [3]. Экономия капитальных вложений достигается за счет создания общих для всех предприятий вспомогательных производств, ремонтных и складских хозяйств, единой транспортной сети, единых инженерных сооружений и коммуникаций по водоснабжению, канализации, единой энергетической базы, экономии промышленных площадей, блокировке зданий и т. д.

Групповое размещение предприятий в Тавдинском узле позволит организовать комплексное использование сырья, утилизировать отходы лесопиления и деревообработки.

2. Расширение и реконструкция действующих предприятий, создание отдельных новых цехов или производств в технологической цепи.

Представляет интерес предложение о создании Новолялинского лесопромышленного комплекса с включением в него местного целлюлозно-бумажного комбината, Лобвинского гидролизного завода, Лобвинского и Новолялинского производственных лесозаготовительных объединений [1]. В связи с истощением лесосырьевых ресурсов на лесозаготовительных предприятиях узла намечается на перспективу снижение объемов лесозаготовок в соответствии с расчетной лесосекой. Развиваются предприятия по механической и химической переработке древесины. Вместе с тем промышленный комплекс Новолялинского лесопромышленного узла получает дальнейшее развитие не за счет строительства новых предприятий, а путем реконструкции уже существующих лесоперерабатывающих, в частности, целлюлозно-бумажного комбината. В результате реконструкции комбината мощности его должны возрасти в 4—4,5 раза. Достижение необходимой пропорциональности, рациональной специализации и кооперирования и, в конечном счете, повышение эффективности производства лесопромышленных узлов возможно за счет следующих факторов:

изменения структуры промышленного комплекса путем преимущественного развития предприятий по химической и химико-механической переработке древесины, что позволит более полно, комплексно использовать лесосырьевые ресурсы данных регионов;

улучшения территориальной организации лесопромышленного производства путем его концентрации и рационального сочетания и развития производств по механической и химико-механической переработке древесины;

рационального внутриузлового размещения предприятий и производств, что способствует существенной экономии капитальных затрат. Эта экономия может быть достигнута за счет создания общих вспомогательных и обслуживающих сооружений и коммуникаций, единой энергетической, транспортной базы и т. д.;

развития производственной и социальной инфраструктуры.

В настоящее время повышение эффективности общественного производства в большой степени определяется развитием непродуцированной сферы.

Таким образом, необходим комплексный подход к развитию экономики и культуры лесопромышленных узлов. Это связано с усилением влияния социальных факторов на экономическое развитие как отдельных районов, так и всего народного хозяйства.

Практика показывает, что на уровне хозяйственных единиц (предприятий) не всегда можно достичь оптимального соединения научно-технического, экономического и социального аспектов развития коллективов. Ряд социальных проблем быта, жилищно-коммунального хозяйства, здравоохранения, просвещения и культуры не может быть решен в рамках одного предприятия. В это же время решение этих задач возможно в условиях объединения всех предприятий данного промышленного пункта или узла.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Закиров А. Лесопромышленные комбинаты: опыт организации, перспективы развития. Свердловск, Средне-Уральское книжн. изд-во, 1975, с. 72. [2]. Краева М. Ф. Эффективность формирования лесопромышленных комплексов на Урале. — В сб.: Эффективность инвестиционных программ в промышленные узлы. Свердловск, 1972, с. 46. [3]. Краева М. Ф. Пути повышения эффективности промышленного производства в узлах лесопромышленного профиля. — В сб.: Вопросы эффективности развития и размещения промышленности в крупном экономическом районе. Труды института экономики УНЦ АН СССР. Свердловск, 1973, с. 45. [4]. Лобовиков Т. С. Экономические аспекты организации и развития лесопромышленных комплексов. — В кн.: Актуальные проблемы функционирования лесопромышленных комплексов. М., «Лесная промышленность», 1975, с. 33—34.

Поступила 21 июня 1978 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.284.4.001.2

**РАСЧЕТ ВЫХОДА БЕРЕЗОВОГО СОКА
ПО ТАКСАЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ДРЕВОСТОЯ**

Г. М. ДАВИДОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Приводятся выравненные данные выхода березового сока по ступеням толщины. Количество деревьев в каждой ступени определяется по корреляционному уравнению третьего порядка.

Заготовка березового сока занимает важное место в решении проблемы комплексного использования березняков, позволяя значительно повысить рентабельность от эксплуатации насаждений данной породы [2].

В связи с перспективным увеличением добычи березового сока, появляется необходимость в планировании новых мест подсочки, исходя из планов лесонасаждений лесхозов и таксационной характеристики выделов, намечаемых к такому виду эксплуатации. При этом важно сразу иметь ориентировочные сведения о количестве березового сока, которое может быть получено в каждом конкретном случае.

Для выяснения этой задачи в березовых древостоях Ленинградской области была проведена опытная подсочка. Пробные площади для подсочки были заложены в березняке черничном, возраст деревьев от 40 до 80 лет. Перечет на пробных площадях производили по 4-сантиметровым ступеням толщины, одновременно намечали учетные деревья для подсочки (каждое 20-е дерево). Березовый сок собирали в момент его максимального выхода с 12 до 16 ч., за неделю до распускания листьев. Температура воздуха колебалась от +9 до +11°C, сок имел температуру около +6°C.

Обработка результатов исследований позволила установить, что количество березового сока практически не зависит от возраста березняка и прямо пропорционально диаметру подсачиваемого дерева, что хорошо передается уравнением прямой

$$v = 0,322D_{1,3} - 2,05, \tag{1}$$

где v — количество сока с одного дерева в сутки, л;

$D_{1,3}$ — диаметр дерева на высоте груди, см.

Выход березового сока по ступеням толщины с одного дерева в сутки по уравнению (1) представлен в табл. 1.

Таблица 1

Ступень тол- щины, см	8	12	16	20	24	28	32	36
Объем сока, л	0,60	1,81	3,25	4,39	5,90	6,95	8,55	9,55

Наши данные согласуются с данными отечественных и зарубежных авторов [1, 3—5], что дает возможность использовать их гораздо шире, чем только применительно к Ленинградской области.

При наличии данных перечислительной таксации выход березового сока подсчитывают путем умножения числа деревьев в ступени толщины на выход березового сока с одного дерева в сутки. Если же в распоряжении имеются только таксационные характеристики насаждений березы, то ряд распределения по ступеням толщины можно получить, используя корреляционное уравнение, составленное при изучении таксационного строения березняков Ленинградской области [2]:

$$y = -99,2x^3 + 284,8x^2 - 149,6x + 21,2, \tag{2}$$

где y — ранг дерева;

x — редуccionное число.

Для вычисления редуccionных чисел необходимо пределы ступеней толщины разделить на средний диаметр искомого березняка. Подставляя редуccionные числа в уравнение (2), получим ранг каждой ступени. Вычитая ранг предыдущей ступени из последующей, будем иметь ряд распределения стволов по ступеням толщины в процентах. Общее число стволов на 1 га можно получить путем деления абсолютной полноты, приходящейся только на березу, на среднюю площадь сечения березняка. (Эти расчеты хорошо известны из курса лесной таксации, поэтому мы на них подробно не останавливаемся). Полученное общее число стволов березы распределяется по ступеням толщины соответственно вычисленным процентам. Далее вычисления идут как и в первом случае, при известных данных перечислительной таксации.

Расчет выхода березового сока указанным способом позволяет ориентировочно судить о потенциальных возможностях намечаемых мест подсочки и в соответствии с этим планировать расходы на эксплуатацию, транспортировку и переработку березового сока. Стабильная зависимость выхода сока от толщины дерева, полученная по сведениям разных авторов, позволяет рекомендовать наши данные для использования и за пределами Ленинградской области.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Виник Б. Р., Попов И. И. Опыт подсочки березы в Казахстане. — «Лесохимия и подсочка». Реф. информ. М., 1973, № 7, с. 5 (ВНИПИЭИлеспром). [2]. Давидов Г. М. Таксационное строение, рост, продуктивность и рациональное использование березняков Ленинградской области. Дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. Л., 1976. [3]. Колдаев В. Н. Прижизненное использование березняков. — «Лесное хозяйство», 1971, № 4, с. 72—76. [4]. Телишевский Д. А. Сокровища леса (комплексное использование недревесной продукции). Львов, «Высшая школа», 1974. [5]. Б. А. Неиспользована досега суровина. — «Горско стопанство», 1962, кн. 2, с. 40.

УДК 634.0.866 : 674.032.475.4

О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ЖИВИЦЫ, ПРОДУЦИРУЕМОЙ ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ДЕРЕВЬЯМИ ВИДА СОСНА ОБЫКНОВЕННАЯ (ПОДВИДЫ — ЛЕСНАЯ И СИБИРСКАЯ)

И. И. БАРДЫШЕВ, А. Н. БУЛГАКОВ, Б. Г. УДАРОВ,
Н. Г. ЗИМИНА

Институт физико-органической химии АН БССР

Установлено, что скипидары из живицы индивидуальных деревьев двух подвидов сосен резко отличаются по своему количественному составу. Качественный состав смесей смоляных кислот у всех исследованных деревьев обоих подвидов сосен одинаков, а количественный состав имеет малую степень варьирования.

Количественный состав смесей монотерпеновых углеводов из живицы индивидуальных деревьев для сосны обыкновенной лесной изучен сравнительно хорошо [5], а для сосны обыкновенной сибирской совсем не изучен. Данных о количественном составе смесей смоляных кислот из живицы деревьев обоих этих подвидов мы не обнаружили в литературе.

Настоящее исследование посвящено изучению количественного состава смесей монотерпеновых углеводов (скипидаров) и смесей смоляных кислот (кислот) из живицы 50 индивидуальных деревьев: 1) сосны лесной (белорусского экотипа [6]), произрастающей на участке Раковского лесничества Минской обл. БССР; состав насаждения — 10С, возраст — 90 лет, класс бонитета—III, средний диаметр ствола—32 см; 2) сосны сибирской (экотипа бассейна р. Енисей [6], произрастающей на участке Тулунского лесхоза Иркутской обл.; состав насаждения — 10С, возраст — 160 лет, класс бонитета — III, средний диаметр ствола — 40 см.

Подсочку деревьев производили методом открытых ранений без химического воздействия. Живицу собирали в полиэтиленовые приемники и извлекали из них после четырех обходов (через 14 дней). Хранили живицу в атмосфере азота в запаянных стеклянных ампулах при 0°С в темноте. Скипидары и кислоты выделяли и анализировали по методикам, приведенным в работах [1, 3].

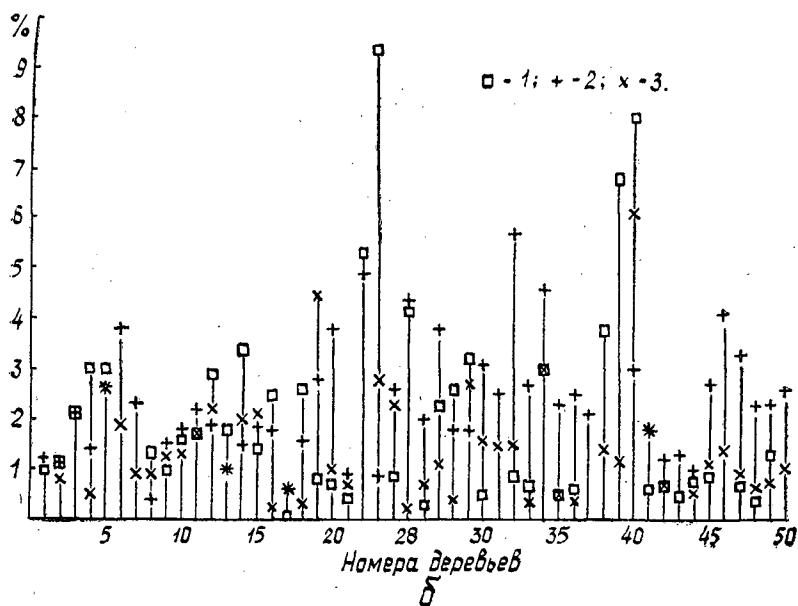
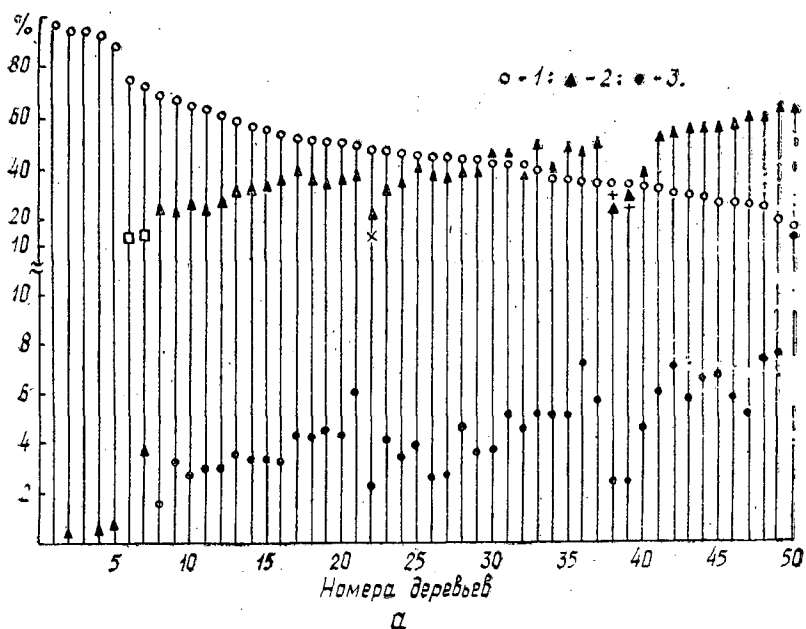


Рис. 1. Содержание углеводов в скипидарах из живицы индивидуальных деревьев сосны лесной.

а: 1 — α -пинен; 2 — Δ^3 -карен; 3 — терпинолен; б: 1 — дипентен; 2 — β -пинен; 3 — β -фелландрен.

Состав кислородсодержащих терпенов и сесквитерпенов, суммарное содержание которых в скипидарах колебалось от 1 до 3%, не изучали. Мы также не приводим данных о таких углеводородах, как трициклен, α - и γ -терпинены, силвестрен, 1,3(8)-м-ментадиеп, аллооцимен и п-цимол [5], количество которых в скипидарах составляет менее 0,1%. Содержание β -мирцена и камфена в скипидарах из живицы

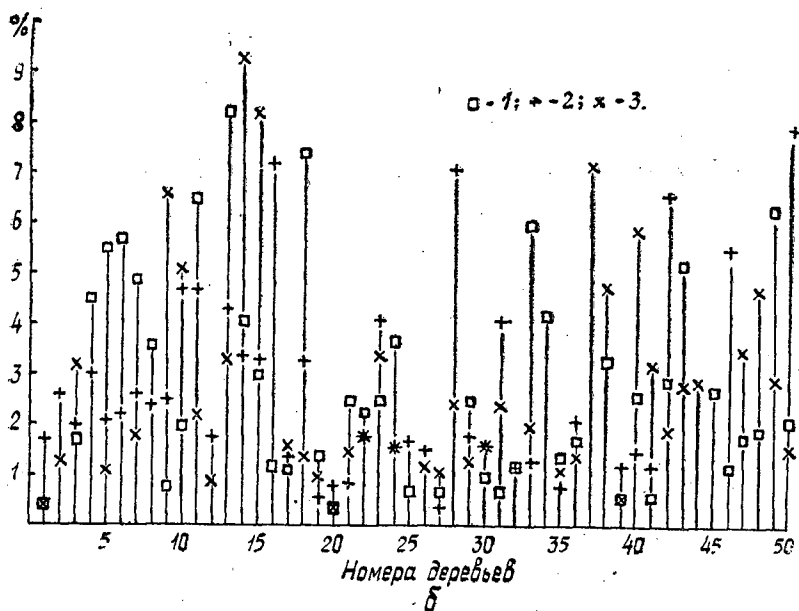
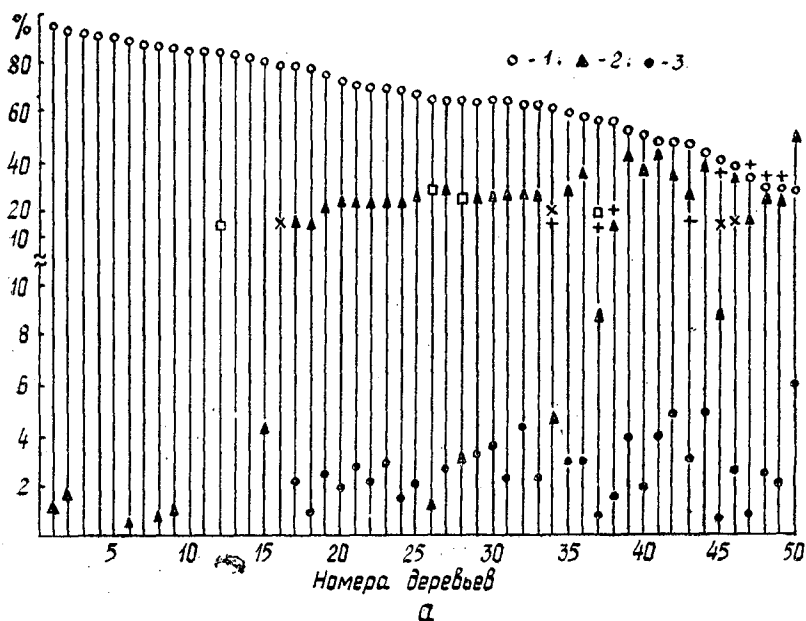


Рис. 2. Содержание углеводов в скипидарах из живицы индивидуальных деревьев сосны сибирской. Обозначения те же, что на рис. 1.

индивидуальных деревьев сосны лесной и сосны сибирской было сравнительно небольшим и колебалось соответственно в пределах (% абс.): $0,2 \div 3,5$; $0,2 \div 1,5$ и $0,6 \div 4,4$; $0,4 \div 2,4$.

Количественный состав скипидаров из живицы изученных 100 сосен различен. Из данных рис. 1—4 можно сделать следующие выводы.

Насаждения сосны лесной отличаются от насаждений сосны сибирской большим содержанием (%) «каренистых» деревьев (70 вместо 14) и меньшим содержанием

Кислоты	Содержание кислот, %, в живице деревьев сосны лесной						Отклонение от среднего значения сосны лесной
	дипентенистых № 7	кареннистых № 24	фелландренистых № 22	Среднее № 10	пиненистых % 4	нопиненистых № 38	
Левопимаровая и палюстровая	51,5	51,4	50,5	47,7	47,3	46,0	-3,0÷2,5
Абиетиновая	12,5	13,6	13,4	11,2	12,9	14,6	-1,8÷1,6
Неоабиетиновая	13,1	12,3	12,4	12,4	13,3	12,7	-0,4÷0,6
Дегидроабиетиновая	5,0	6,0	3,9	6,3	6,3	8,4	-2,1÷2,4
Дигидроабиетиновая	0,4	0,6	1,1	0,9	0,9	0,7	-0,4÷0,3
Пимаровая	9,6	7,3	8,1	10,3	8,6	7,5	-1,3÷1,7
Изопимаровая	3,7	5,8	8,0	8,1	7,4	6,8	-2,9÷1,5
Сандаракопимаровая	2,2	1,4	1,7	2,0	1,9	1,2	-0,5÷0,3
Неидентифицированная	2,0	1,6	1,4	1,1	1,4	1,9	—

«пиненистых» (10 вместо 28), «нопиненистых» (4 вместо 10), «дипентенистых» (4 вместо 8) и «фелландренистых» (2 вместо 6) [5]. Для деревьев сосны лесной наблюдается закономерность: чем больше в скипидарах α -пинена, тем меньше Δ^3 -карена и терпинолена. Частично эта закономерность наблюдается и для скипидаров деревьев сосны сибирской. Между содержанием в скипидарах деревьев обоих подвидов β -пинена, дипентена и β -фелландрена трудно установить какую-либо закономерность.

Относительно состава смесей кислот наиболее характерных деревьев (табл. 1) можно сделать следующее заключение. Индивидуальные деревья обоих подвидов продуцируют смеси кислот одинакового качественного состава. Не наблюдается резкого различия и в количественном составе смесей кислот, продуцируемых как деревьями каждого подвида в отдельности, так и деревьями различных групп обоих подвидов. Отклонения содержания каждой кислоты в смесях кислот из живицы деревьев различных групп обоих подвидов, как правило, не превышают численного значения удвоенной абсолютной ошибки анализа x [2]. В среднем смеси кислот из живицы индивидуальных деревьев сосны лесной по сравнению с сосной сибирской содержат несколько больше абиетиновой кислоты (13 вместо 10%) и несколько меньше изопимаровой (7 вместо 10%). Эта закономерность была найдена нами и ранее для состава смесей кислот, выделенных из промышленных образцов живицы от насаждений сосны лесной, поступающей на Борисовский лесохимический завод (БССР), и сосны сибирской, поступающей на Решотинский лесохимзавод (Иркутская область) [4].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бардышев И. И., Булгаков А. Н., Ударов Б. Г. Газожидкостная хроматография метиловых эфиров смоляных кислот на хроматографе с пламенно-ионизационным детектором. — *Изв. АН БССР. Сер. хим. наук*, 1970, № 6. [2]. Бардышев И. И., Ударов Б. Г., Булгаков А. Н. Оценка точности ГЖХ анализа смесей монотерпенов и смоляных кислот. — *Изв. АН БССР. Сер. хим. наук*, 1971, № 5. [3]. Бардышев И. И., Ударов Б. Г., Булгаков А. Н., Гордон Л. В. Химический состав скипидаров, вырабатываемых лесохимическими заводами в разное время года. — *Гидролизная и лесохимическая промышленность*, 1971, № 8. [4]. Бардышев И. И., Булгаков А. Н., Ударов Б. Г., Гордон Л. В. Химический состав смоляных кислот живицы и канифоли различных лесохимических предприятий. — *Гидролизная и лесохимическая промышленность*, 1972, № 2. [5]. Бардышев И. И. Изучение химического состава сосновой живицы и полученных из нее канифоли и скипидара. — *Труды ЦНИЛХИ. Новое в лесохимии*, 1973. [6]. Бардышев И. И., Булгаков А. Н., Ударов Б. Г. Состав смесей монотерпенов, продуцируемых некоторыми климатическими экотипами подвидов вида сосна обыкновенная. — ИВУЗ, *«Лесной журнал»*, 1973, № 4.

Таблица 1

Содержание кислот, %, в живице деревьев сосны сибирской						Отклонение от среднего значения сосны сибирской	Ошибка определения [5], %
пиненистых № 9	дипентенистых № 28	каренистых № 39	Среднее № 24	Фелландренистых № 34	нопиненистых № 47		
51,3	50,4	50,3	47,2	46,6	45,6	-2,9±2,8	±1,5
10,0	10,1	8,3	6,8	10,1	10,9	-2,6±0,6	±1,5
12,8	14,9	13,9	14,9	14,0	14,2	-1,3±0,8	±0,8
5,8	3,8	7,3	6,1	6,4	7,0	-2,3±1,2	±1,0
1,2	1,1	1,6	0,9	1,8	1,3	-0,4±0,5	±0,3
5,8	8,9	7,9	10,3	7,8	8,1	-2,3±2,2	±0,6
10,5	8,0	8,3	11,1	10,0	10,9	-1,8±1,3	±0,6
0,9	1,7	1,3	1,6	1,2	0,9	-0,4±0,4	±0,3
1,7	1,1	1,1	1,1	2,1	1,1	—	—

УДК 634.0.433

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ПОЖАРОМ

В. И. КОРБУТ

Лужский опорный пункт по борьбе с лесными пожарами

Изложены результаты наблюдений по определению жизнеспособности поврежденных пожаром сосновых насаждений с помощью биоэлектрических потенциалов. На основании замеров потенциалов показана связь биопотенциалов с высотой нагара и диаметром поврежденного дерева.

Из всего комплекса повреждений леса, которые наносятся пожарами, одно из главных — повреждение огнем древостоя. И если верховые и почвенные пожары приводят к гибели почти всех деревьев, то после низовых пожаров часть деревьев остается жизнеспособной. Перед работниками лесного хозяйства в первую очередь встает вопрос о правильной выбраковке поврежденных деревьев, что сделать довольно трудно. Очень часто при обследовании пожарищ можно наблюдать, что деревья, которые были оставлены как неповрежденные, на второй и последующие годы усыхают. Это указывает на то, что процесс отпада деревьев, поврежденных огнем, длительный и может продолжаться несколько вегетационных периодов.

Исследователи, занимавшиеся вопросом определения степени повреждения древостоев пожарами, связывают послепожарный отпад с высотой нагара на стволах деревьев. Так, В. Г. Нестеров [4] указывает, что в сосновом насаждении на гари двухлетней давности при высоте нагара 2,5—3,5 м количество отмерших деревьев составляет 60%. А. А. Молчанов и И. Ф. Преображенский [3], проводя наблюдения в лесах севера Европейской части СССР, установили, что при средней высоте нагара до 2,0 м отпад не превышает по запасу 10%, а при средней высоте нагара 5,0 м составляет 55%.

И. С. Мелехов и М. Н. Соколов [2, 5] указывают на то, что, например, на жизнеспособность сосны больше всего влияют степень повреждения корневой системы деревьев и размеры повреждения камбия по окружности дерева у шейки корня.

Другие исследователи для определения потенциальной жизнеспособности деревьев пытаются использовать биоэлектрические потенциалы. Так, Р. А. Коловский и

др. [1] указывают на принципиальную возможность по величине потенциала диагностировать меру ослабленности деревьев, поврежденных пожаром.

Нами проведены наблюдения за сосновым насаждением, поврежденным низовым лесным пожаром в 1968 г. Значения биоэлектрических потенциалов поврежденных деревьев измеряли в 1969, 1970, 1973 гг. Характеристика насаждения до пожара: тип леса — брусничниковый, состав насаждения — 10С, возраст — 70 лет, полнота — 0,8, средний диаметр — 20 см, средняя высота — 18 м; класс бонитета — III, напочвенный покров *Pleurozeum Schreberi*, мощность напочвенного покрова — 5,0 см, мощность подстилки — 4,5 см. Характер погоды в день пожара был следующим: температура воздуха на 15 ч. — 21,5°C, дефицит влажности — 15,5 мбар, влажность воздуха — 40%, скорость ветра — 2—4 м/с, класс пожарной опасности — III.

Лесной пожар был обнаружен в 14 ч. 30 мин., локализован в 17 ч. 15 мин., распространялся в северо-западном направлении со скоростью около 2,5 м/мин и характеризовался как низовой средней интенсивности.

На заложеной пробной площади было учтено и закреплено номерками 391 дерево. На каждом из них замеряли величины биоэлектрических потенциалов на высоте 1,3 м от шейки корня с четырех сторон дерева (север, юг, запад, восток). Рядом расположенный участок был принят за контрольный.

Регистрирующим устройством служил гальванометр, составная часть которого — пара заостренных стальных щупов диаметром 1,5 мм с изолированной ручкой, соединенных с прибором отрезком гибкого провода. Наименьшая цена деления шкалы — 1 мВ. Питание прибора батарейное. Весь прибор собран в металлическом корпусе размером 200×150×120 мм. Замер производили путем прокалывания коры дерева стальными щупами. Щупы должны проникнуть до камбиального слоя с тем, чтобы создать между ними контакт. Большие значения потенциала соответствуют высокой физиологической активности дерева, т. е. чем больше показание биоэлектрического потенциала, тем меньше повреждение дерева.

Таблица 1

Диаметр, см	Биоэлектрический потенциал, мВ,				Количество погибших деревьев, %
	поврежденных деревьев по годам			контроль- ных образцов	
	1969	1970	1973		
8	8	5	3	27	87,1
12	14	11	9	27	44,0
16	18	16	14	30	25,0
20	20	17	19	31	20,0
24	21	17	21	32	20,0
28	23	23	25	32	6,9
32	26	28	30	34	—

Сопоставляя значения биоэлектрических потенциалов с различными диаметрами поврежденных деревьев (табл. 1), мы видим, что величина потенциала возрастает с увеличением диаметра. У поврежденных деревьев диаметром до 12 см биоэлектрический потенциал в последующие годы уменьшается, и такие деревья почти все погибают (87,1%). У деревьев диаметром от 12 до 16 см потенциал также снижается в последующие годы, однако отпад таких деревьев составляет 44,0%. У поврежденных деревьев диаметром от 20 до 28 см биоэлектрический потенциал в последующие годы начинает восстанавливаться, т. е., в основном, у таких деревьев постепенно восстанавливается нормальный обмен веществ. У деревьев диаметром больше 28 см потенциал начинает увеличиваться уже на второй-третий год после пожара.

Следовательно, с увеличением диаметра поврежденного дерева потенциальная возможность восстановления нормального обмена веществ повышается.

Таблица 2

Высота нагара, м	Биоэлектрический потенциал, мВ, поврежденных деревьев по годам			Количество погибших деревьев, %
	1969	1970	1973	
До 1,0	19	20	23	9,9
1,1 — 2,0	17	18	19	34,3
2,1 — 3,0	16	12	12	42,7

Замечено (табл. 2), что с увеличением высоты нагара биоэлектрический потенциал уменьшается. При высоте нагара до 1,0 м потенциал в последующие годы увеличивается, что свидетельствует о восстановлении физиологической активности поврежденных деревьев. Количество погибших деревьев составляет около 10%. К тому же, это, в основном, деревья толщиной до 16 см. Для высоты нагара до 2,0 м средние значения биоэлектрических потенциалов на второй год после пожара несколько уменьшаются. При высоте нагара до 3,0 м потенциалы в последующие годы остаются незначительными по величине и количество усохших деревьев составляет 42,7% (табл. 2).

Во время лесного пожара, как правило, все деревья, находящиеся на охваченной огнем территории, получают ожоги. При низовых лесных пожарах наибольшую травму получают живые ткани стволов и корней. Степень ожогов различна в зависимости от интенсивности пожара, древесной породы, мощности напочвенного покрова и подстилки, их влажности, а также длительности температурного воздействия. Однако в итоге все ожоги приводят к нарушению обмена веществ в поврежденных насаждениях. Если же ожоги смертельны, то интенсивность физиологических процессов резко снижается, нормальный обмен веществ не восстанавливается и дерево погибает.

В табл. 3 показана зависимость жизнеспособности поврежденных деревьев от величины биоэлектрических потенциалов.

Таблица 3

Биоэлектрический потенциал, мВ	Количество деревьев на пробе, шт.	Количество погибших деревьев /% по годам			
		1969	1970	1973	Итого
0—5	68	28/41,2	32/47,1	8/11,7	68/100,0
5,1—10,0	34	1/2,9	10/29,4	4/11,7	15/44,0
10,1—15,0	49	6/12,2	9/18,4	3/6,1	18/36,7
15,1—20,0	83	3/3,6	4/4,8	3/3,6	10/12,0
20,1—25,0	116	—/—	3/2,6	3/2,6	6/6,2
25,1—30,0	34	1/4,2	—/—	—/—	1/4,2
>30,0	7	—/—	—/—	—/—	—/—
Итого	391	39/9,9	58/14,8	21/5,5	118/30,2

Деревья, биоэлектрические потенциалы которых не превышают 5 мВ, уже на второй-третий год после пожара полностью погибают, т. е. обмен веществ в них имеет необратимый характер. Часть деревьев, потенциал которых находится в пределах от 5 до 15 мВ, остается ослабленной, подвергается нападению вредителей, а затем усыхает, а часть деревьев (65—55%) выздоравливает, т. е. имеет обратимый характер, и переходит в разряд более высоких биоэлектрических потенциалов.

Деревья с потенциалами от 15 до 30 мВ, как правило, выздоравливают. Деревья с биоэлектрическими потенциалами свыше 30 мВ полностью выздоравливают.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Коловский Р. А., Фурьев В. В., Коловский А. А. Биоэлектрические потенциалы сосен, поврежденных пожаром. — «Лесоведение», 1971, № 5. [2]. Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес: М.—Л., Гослестехиздат, 1948. [3]. Молчанов А. А., Преображенский И. Ф. Леса и лесное хозяйство Архангельской области. М., Изд-во АН СССР, 1957. [4]. Нестеров В. Г. Пожарная охрана леса. М., Гослестехиздат, 1945. [5]. Соколов М. Н. Влияние низовых пожаров на жизнеспособность сосняков Среднего Урала. — В сб.: Горение и пожары в лесу. Красноярск, 1973.

УДК 621.932.2 : 634.0.24

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕНЗОСУЧКОРЕЗОК НА РУБКАХ УХОДА

В. С. ЖАДЕНОВ, В. М. МАРКИН

Брянский технологический институт

Даются рекомендации по повышению эффективности использования бензосучкорезок БС-1 на осветлении, прочистке и прореживании.

Испытания бензосучкорезок БС-1 на рубках ухода проведены в учебно-опытном лесхозе Брянского технологического института на участках II класса бонитета, в насаждениях состава 7Б2С1Ос (осветление), 4С6Б (прочистка) и 5С4Б1Ос (прореживание). Основным методом исследований были сравнительные хронометражные наблюдения за работой инструментов, обычно применяемых в лесхозе на данном виде рубок ухода, и сучкорезок БС-1. Выполняли следующие работы: осветление, (срезание с корня деревьев и их складирование), прочистку (валку деревьев, срезание сучьев, раскряжевку на сортименты и их складирование), прореживание (валку деревьев, срезание сучьев, раскряжевку на сортименты и их складирование).

Установлено, что применение сучкорезок повышает производительность труда на осветлении на 48%, а на прочистках и прореживании соответственно на 16 и 5%.

Увеличение производительности труда при использовании БС-1 достигается благодаря большой скорости резания (13,2 м/с), достаточной мощности двигателя, удобной компоновке основных узлов и небольшому весу инструмента. Бензосучкорезка особенно эффективна на работах в густых насаждениях и зарослях молодняка.

На рис. 1—3 приведены результаты экспериментальных исследований процесса валки деревьев на прочистке и прореживании, а также раскряжевки хлыстов на сортименты.

Из рис. 1 видно, что при прочистках на срезание деревьев одного и того же диаметра сучкорезкой БС-1 затрачивается меньше времени, чем пилой «Дружба-4».

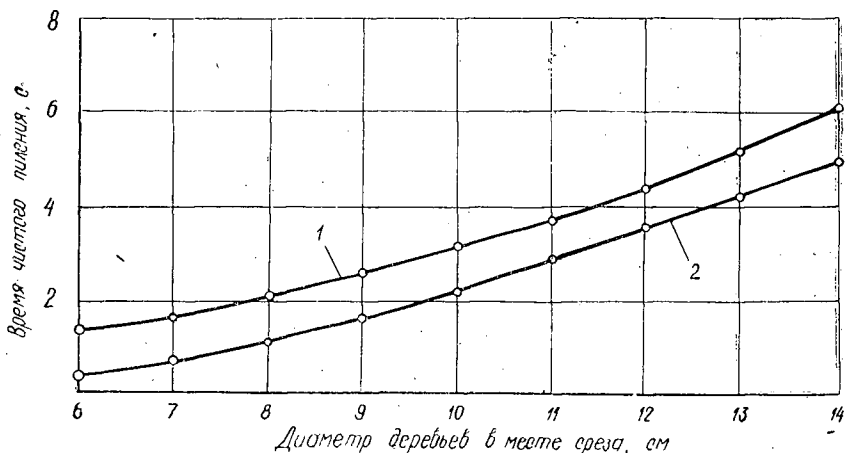


Рис. 1. Результаты работы мотонструментов на прочистке леса.

1 — срезание пилой «Дружба-4»; 2 — сучкорезкой БС-1.

При прореживании, начиная с диаметра деревьев 20 см, более эффективна пила «Дружба-4» (рис. 2). Это объясняется большей длиной рабочей части пильного аппарата «Дружба-4» по сравнению с сучкорезкой БС-1 (15 см).

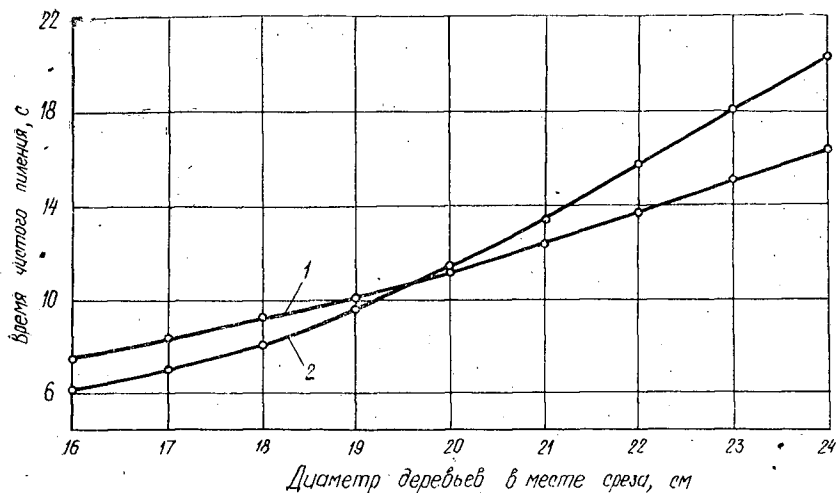


Рис. 2. Результаты работы мотоинструментов на прореживании. Обозначения те же.

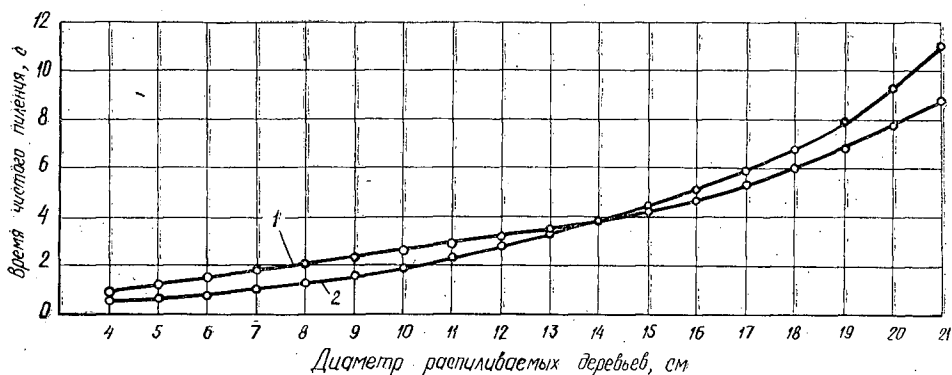


Рис. 3. Результаты работы мотоинструментов на раскряжевке хлыстов. Обозначения те же.

На раскряжевке хлыстов (рис. 3) эффективность работы сучкорезки БС-1 по сравнению с пилой «Дружба-4» также ограничивается диаметром пропила 15 см. Валку деревьев и раскряжевку хлыстов с диаметрами больше рабочей длины пильного аппарата сучкорезки БС-1 выполняли в несколько приемов, в результате снижалась производительность труда. Резервом повышения производительности труда на указанных работах может быть удлинение пильного аппарата БС-1. Как показали исследования, мощность двигателя сучкорезки позволяет это сделать.

В процессе исследований были выявлены и другие недоработки сучкорезок БС-1 (неудачное расположение и малая емкость бензобака, повышенная загазованность и шумный выхлоп, перебои в работе систем питания и смазки и др.).

По данным хронометражных наблюдений, около 10% эксплуатационного времени приходится на незапланированные простои по техническим причинам.

Несмотря на указанные недостатки, сучкорезка БС-1 эффективна при проведении рубок ухода в молодняках, удобна в эксплуатации. При работе с нею уменьшается утомляемость рабочего, снижается производственный травматизм.

УДК 621.224 : [674.053 : 621.933.6]

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ К АНАЛИЗУ НАПРЯЖЕНИЙ В РАМНОЙ ПИЛЕ

Я. М. ШИРЯЕВ, ВИДОНИ ПЕТЕР

Ленинградская лесотехническая академия

Методом конечных элементов исследованы напряжения состояния, возникающего в рамной пиле от растягивающей нагрузки и от усилия резания. Получены все компоненты тензора напряжений в любой точке пилы.

Определить напряжения в рамной пиле методом классической теории упругости весьма затруднительно вследствие сложной геометрической конфигурации пилы. Поэтому при исследовании прочности пилы применяют экспериментальные методы, например, метод фотоупругости [3].

Развитие быстродействующих ЭЦВМ с большой емкостью памяти дало возможность применять для расчетов сложной конструкции метод конечных элементов [2]. Он заключается в том, что сплошная конструкция (например, рамная пила) разлагается на конечное число простых геометрических элементов (например, треугольников), соединенных между собой в узлах и вдоль границ. Деформации таких элементов известны или моделируются математическими методами. Наложение деформаций элементов дает деформацию и распределение напряжений всей конструкции. Согласно принципу минимума потенциальной энергии, решение монотонно сходится к точному по мере увеличения густоты сетки элементов. Эта сетка, следовательно, должна быть густой в местах с большим градиентом и редкой — в местах с малыми градиентами напряжений.

Нами исследована рамная пила с зубьями согласно ГОСТу 5524—55; профиль зуба I, т. е. зуб с прямой задней гранью. Сетка, построенная из конечных элементов, показана на рис. 1. Точки на границе сетки должны однозначно соответствовать точкам на контуре пилы. На контуре межзубовой впадины шаг элементов равен примерно 4—5% ширины зуба. В остальной зоне, где градиенты напряжений меньше, шаг сетки постепенно увеличивается по направлению к задней кромке пилы.

Полагаем, что в пределах каждого элемента компоненты вектора перемещения распределены по линейному закону

$$\begin{aligned} U_x &= C_1 + C_2x + C_3y; \\ U_y &= C_4 + C_5x + C_6y, \end{aligned} \quad (1)$$

где C_1, C_2, \dots, C_6 определяют из условий равенства соответствующих перемещений узловым перемещениям элемента при $x = x_i$ и $y = y_i$ ($i = 1, 2, 3$).

Систему линейных алгебраических уравнений относительно компонент вектора перемещений $(U_x)_i$ и $(U_y)_i$ составляют из условия стационарности потенциальной энергии W всего тела (пилы), представленной в виде квадратичной функции узловых перемещений

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial (U_x)_i} &= 0; \\ \frac{\partial W}{\partial (U_y)_i} &= 0; \end{aligned} \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, N.$$

Для решения системы (2) использовали программу метода конечных элементов плоского напряженного состояния, составленную Г. А. Сергачевым и С. Н. Эйгенсоном (на языке ФОРТРАН IV для машины ЕС-1020) на основе программы, данной в работе [1].

Результаты расчетов представлены в виде эпюр напряжений по характерным сечениям рамной пилы от двух различных видов нагрузки:

а) растягивающей (рис. 2); б) усилия резания (рис. 3 и 4).

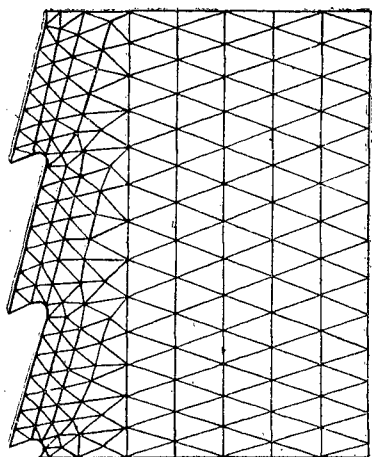


Рис. 1. Сетка конечных элементов.

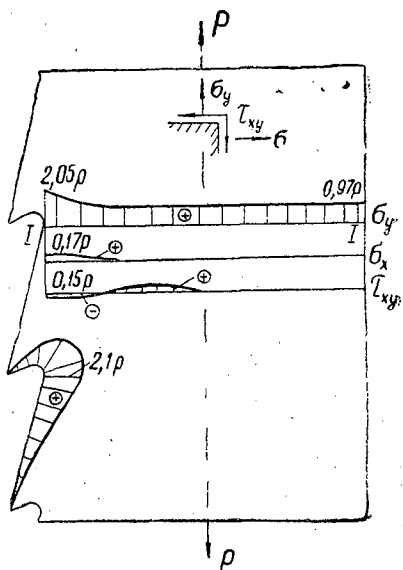


Рис. 2.

Рис. 2, 3, 4 — эпюры напряжений по контуру зуба σ_k и в поперечном сечении пилы; $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$.

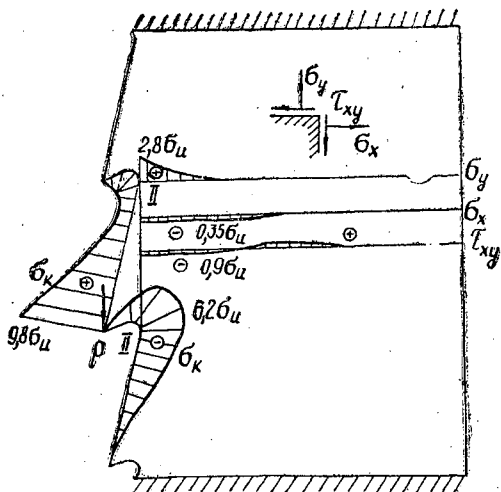


Рис. 3.

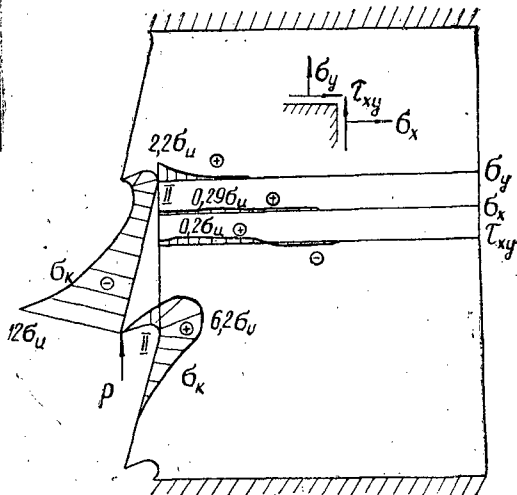


Рис. 4.

Значения ординат на эпюрах указаны в долях номинальных напряжений ρ и σ_n , вычисленных по элементарной теории сопротивления материалов, от нагрузок соответственно растягивающей (случай а) и изгибающей (случай б).

$$\rho = \frac{P}{F}, \quad (3)$$

где F — площадь поперечного сечения пилы, взятая от межзубовой впадины до задней кромки пилы (сечение I—I, рис. 2);

$$\sigma_n = \frac{M_n}{W}, \quad (4)$$

здесь M_n и W — соответственно изгибающий момент и момент сопротивления в сечении, взятом по основанию зуба (сечение II—II, рис. 3).

Из рассмотрения эпюр напряжений (рис. 3 и 4), в частности, вытекает, что при изменении направления силы P изменяется численная величина напряжений, поскольку профиль зуба несимметричен относительно поперечной плоскости, проходящей через точку приложения силы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М., «Мир», 1975, с. 395.
 [2]. Клаф Р. У. Метод конечного элемента в решении плоской задачи теории упругости. — В сб.: Расчет строительных конструкций с применением электронных машин. М., 1967, с. 338. [3]. Ширяев Я. М., Гембицкий М. Я., Лобанов В. М. Исследование напряженного состояния в рамной пиле. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 1, с. 85—89.

УДК 66.023/025

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИКЛОННЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Л. С. КАТОРИНА, Л. Б. ЗАРУДНЫЙ

Архангельский лесотехнический институт
 Московский институт химического машиностроения

В целях интенсификации процессов и улучшения качества продукции предложено использовать циклонный принцип для технологической переработки измельченных древесных отходов.

Проблема комплексного использования древесины и древесных отходов ставит перед НИИ и предприятиями лесной, лесохимической и деревообрабатывающей промышленности задачу разработки и внедрения разнообразных технологических процессов. В решениях XXV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР большое внимание уделяется повышению эффективности производства за счет интенсификации технологических процессов и улучшения качества продукции.

В лесной и деревообрабатывающей промышленности для процессов сушки, выпаривания, термического разложения, сжигания, возгонки, выщелачивания, адсорбции и других, т. е. практически для всех процессов, которые лимитируются физическими факторами — массо- и теплообменом, можно применять циклонный способ технологической переработки [4].

Эффективность закрученных циклонных потоков объясняется как высокой турбулентностью потока, являющейся следствием интенсивных циркуляций, так и большими значениями относительных скоростей фаз. Циклонные аппараты отличаются компактностью, в них можно высококачественно обработать относительно крупные частицы, поскольку время их пребывания в закрученном потоке в сотни раз больше времени прямого пролета частиц через аппарат [2]. При проектировании циклонных аппаратов и прогнозировании их работы большое значение имеют вопросы о распределении времени пребывания обрабатываемого материала в аппарате. Результаты изучения этих вопросов изложены в настоящей статье.

Из анализа уравнения движения твердой частицы в вихревом потоке [5]

$$m \frac{d\vec{v}}{d\tau} = (m - m_0) \vec{g} - C f \rho_0 \frac{u\vec{u}}{2} + (m - m_0) \frac{d\vec{w}_t}{d\tau} \quad (1)$$

выявляется зависимость безразмерного времени пребывания твердой фазы в циклонном аппарате. В безразмерной форме уравнение (1) принимает вид

$$\frac{d\bar{w}}{d\theta} = \frac{1}{Fr} - \frac{1}{Fr_*} - \frac{3}{4} \frac{1}{Stk_*} u' u' + \left(1 - \frac{1}{\mu}\right) \frac{d\bar{w}_t}{d\tau}, \quad (2)$$

где обобщенные переменные представлены числами Фруда Fr , Стокса Stk , отношением масс μ и безразмерным временем θ

$$Fr = \frac{w_{вх}^2}{Dg}; \quad Fr_* = \frac{w_{вх}^2}{Dg} \frac{\rho_M}{\rho_0}; \quad \mu = \frac{m}{m_0};$$

$$\theta = \frac{\tau w_{вх}}{D}; \quad Stk_* = \frac{d_c^{n+1} \rho_M w_{вх}^n}{c \mu_0^n D \rho_0^{1-n}}. \quad (3)$$

Применительно к движению множества частиц соотношение μ заменяем массовой концентрацией твердой взвеси в исходном потоке воздуха

$$\mu_M = \frac{B}{V_{II} \rho_0} \text{ кг/кг}. \quad (4)$$

В соотношениях (3), (4) обозначено:

- $w_{вх}$ — скорость воздуха на входе в аппарат, м/с;
- D — диаметр циклонного аппарата, м;
- ρ_M — плотность материала, кг/м³;
- ρ_0 — плотность воздуха, кг/м³;
- μ_0 — динамический коэффициент вязкости воздуха, кг/м·с;
- τ — среднее время пребывания материала в аппарате, с;
- V_{II} — расход вторичного воздуха, м³/ч;
- B — поток массы материала, поступающего в аппарат, кг/ч;
- c — коэффициент сопротивления движению частицы.

Безразмерное время пребывания твердой фазы в циклонном аппарате (2) — некоторая функция обобщенных параметров

$$\theta = f(Stk_*, Fr_*, \mu_M, L_i/L_0), \quad (5)$$

где отношение L_i/L_0 ($i = 1, 2, \dots$) учитывает геометрию аппарата.

С целью выявления зависимости (5) нами были экспериментально исследованы вертикальные циклонные аппараты с различными конструктивными и режимными параметрами [1—3]. Приводим пределы изменения этих параметров в опытах: $\Sigma f_{вх}/F_{ц} = 0,5 \div 1,8\%$; $V_{II} = 2,2 \div 6$ м³/ч; $w_{вх} = 7 \div 50$ м/с; $d_c = (0,25 \div 2,3) \cdot 10^{-3}$ м; $B = (13 \div 75) \cdot 10^{-3}$ кг/ч; $\rho_M = (0,8 \div 2,7) \cdot 10^{-3}$ кг/м³; $t = 20 \div 700^\circ\text{C}$; $D = (6 \div 30) \times 10^{-2}$ м; $L/D = 0,2 \div 1,35$; $d_c/D = 0,1 \div 1,4$; $\varphi = 60 \div 150^\circ$ (здесь $\Sigma f_{вх}$ — суммарная площадь входных сопел, м²; $F_{ц}$ — площадь поперечного сечения аппарата, м²; d_c — диаметр выходного сопла, м; φ — угол раскрытия выходного конуса, град; L — высота циклонного аппарата, м; t — температура несущего потока в аппарате, $^\circ\text{C}$).

Анализ результатов экспериментального исследования позволил представить модель поведения твердых частиц в циклонном аппарате [3].

С помощью разработанной методики [1, 2] можно раздельно определить среднее время пребывания материала в концентрированном потоке и в аппарате в целом, а также получить статистическую характеристику — функцию распределения времени пребывания частиц в аппарате.

В результате обработки экспериментальных данных получено критериальное уравнение [1] для геометрически подобных аппаратов ($L/D = 1,35$; $d_c/D = 0,15$; $\Sigma f_{вх}/F_{ц} = 1,8\%$) при массовой концентрации твердой фазы $0,003 \leq \mu_M \leq 0,017$.

Из анализа результатов экспериментов на полидисперсной исходной смеси следует, что в циклонном аппарате происходит перераспределение состава исходной смеси в сторону повышения содержания крупных частиц. Эта тенденция усиливается в случае повышения доли крупных частиц в исходной смеси. Полидисперсность исходной смеси не увеличивает процент недообработанного материала в циклонном аппарате.

С учетом меняющихся геометрических характеристик критериальное уравнение, приведенное в работе [1], представим в более общем виде [2]

$$\theta = 3,8 \cdot 10^{-6} Fr_*^{0,48} Stk_*^{0,4} \mu_M^{-1,68} \left(\frac{L}{D}\right)^{0,6} \left(\frac{d_c}{D}\right)^{-1,1} \left(\frac{\Sigma f_{вх}}{F_{ц}}\right)^{-(1-n)^2} \quad (6)$$

В проведенных исследованиях числа Стокса и Фруда изменялись в следующих пределах: $Stk_* = (35 \div 1150) \cdot 10^3$; $Fr_* = (96 \div 4370) \cdot 10^3$.

Коэффициент сопротивления движению частиц определяли по формуле

$$c = \frac{c_0}{Re^n} \quad (7)$$

Для сферических частиц $c_0 = 24$

$$Re_n = \frac{\omega_{вх} d_n \rho_0}{\mu_0} \quad (8)$$

Показатель степени n — функция числа Re_n ($0,8 \leq n \leq 1$).

Обобщенное уравнение (6) можно использовать для предварительной оценки времени пребывания твердой фазы в циклонных аппаратах применительно к различным технологическим процессам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зарудный Л. Б., Каторина Л. С. О времени пребывания твердых частиц в циклонном аппарате. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1971, №3. [2]. Каторина Л. С. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1973. (Моск. ин-т хим. машиностр.). [3]. Каторина Л. С., Зарудный Л. Б. К вопросу о физической модели процесса в аппарате циклонного типа. — ИВУЗ, «Машиностроение», 1973, № 3. [4]. Каторина Л. С. Исследование циклонных аппаратов для технологической переработки измельченных древесных отходов. — Комплексное использование древесины. Тезисы докладов научно-технической конференции. Архангельск, 1977. [5]. Циклонные топки. Под ред. Г. Ф. Кнорре и М. А. Наджарова. М., Госэнергонздат, 1958.

УДК 627.13.424

ВЛИЯНИЕ ОДИНОЧНОГО КОСОНАПРАВЛЕННОГО ФИЛЬТРУЮЩЕГО СООРУЖЕНИЯ НА СКОРОСТНОЙ РЕЖИМ РЕЧНОГО ПОТОКА С НЕРАЗМЫВАЕМЫМ РУСЛОМ

А. А. ЗАЙЦЕВ

ЦНИИлесослава

Рассматривается влияние пористости, фильтрационных свойств, длины, угла расположения сооружения в плане и степени стеснения потока на изменение скоростей на участке реки, зарегулированном дамбой из каменной наброски. Рекомендуются схема наиболее эффективного регулирования мелководных участков рек и перекатов фильтрующими дамбами.

В практике регулирования перепадов и мелководных участков рек, особенно славных, наиболее целесообразно применять фильтрующие дамбы из каменной наброски. Они выполняют роль не только струе- и лесонаправляющих сооружений, но также водоподъемных.

Гидравлическую эффективность фильтрующих сооружений изучали многие исследователи, однако до сих пор нет единого мнения о характере изменения параметров суженного потока и методах их определения [2, 3, 5, 6].

В дополнение к имеющимся сведениям [1, 4, 7], в данной работе рассматривается влияние некоторых факторов на изменение скоростного режима потока, проходящего вдоль одиночной косонаправленной фильтрующей дамбы.

Водопрopusкная способность дамбы, характеризуемая коэффициентом отбора жидкости, не отражается на общей закономерности изменения скоростей по длине суженного потока. Начиная от корня сооружения, скорости, как правило, возрастают и максимальных значений достигают в наиболее сжатом поперечном сечении потока, соответствующем оголовку. Скорости в суженном потоке, зарегулированном дамбами с повышенной фильтрацией, заметно уменьшаются в сравнении со скоростями пото-

ка, проходящего вдоль дамб с меньшей водопропускной способностью. Данное явление объясняется возникновением дополнительного сопротивления, вызванного наиболее интенсивным отделением части воды от основного потока. С энергетической точки зрения — это потери энергии за счет отделяющихся масс.

Таблица 1

α	m	Значения $\frac{V_c}{V}$ при σ					
		0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
0°00'	2	1,18	1,15	1,09	1,06	1,01	0,97
7°08'	2	1,14	1,17	1,19	1,23	1,28	1,33
	4	1,18	1,21	1,25	1,33	1,49	1,82
14°02'	2	1,05	1,08	1,19	1,30	1,44	1,90

Примечание. $m = \frac{L}{B}$ — коэффициент кратности, равный отношению длины L зарегулированного участка реки к ее ширине B в бытовом состоянии; $\sigma = \frac{X}{L}$ — длина зарегулированного участка в долях от полной, начиная от корня сооружения; $\frac{V_c}{V}$ — отношение скоростей суженного потока к бытовым.

Из данных табл. 1 видно, что на изменение скоростей суженного потока влияет длина сооружения. Чем больше длина сооружения при прочих равных условиях, тем интенсивнее повышаются скорости потока. При постоянной длине зарегулированного участка увеличение угла расположения дамбы в плане α приводит к уменьшению скоростей в корневой части сооружения и значительному росту их у оголовка.

Указанное не относится к дамбам, расположенным параллельно направлению движения основного потока. В этом случае в результате появляющегося подпора со стороны нижнего бьефа линия напоров на зарегулированном участке с незначительным уклоном дна представляет кривую подпора с выпуклостью вниз. Примерно на 60—70% длины (начиная от корня сооружения) линия напоров почти прямая, и только в конце зарегулированного участка начинается некоторый подъем. Таким образом, при расположении сооружения параллельно продольной оси потока за счет уменьшения энергии у оголовка происходит снижение скоростей и увеличение глубин.

При постоянной степени стеснения с увеличением длины зарегулированного участка скорости потока вдоль дамбы увеличиваются. Эпюры распределения скоростей в поперечных сечениях отличаются от обычных эпюр скоростей при плавно изменяющемся движении жидкости. С уменьшением длины сооружения и при увеличении или постоянстве степени стеснения потока эпюры скоростей теряют симметрию относительно продольной оси потока. Как правило, скорости потока вдоль дамбы больше, чем у противоположного берега реки.

Эпюры распределения скоростей потока по вертикали близки по характеру эпюрам скоростей при плавно изменяющемся движении: минимальные скорости наблюдаются в придонных слоях, максимальные — в поверхностных. В створе, соответствующем оголовку сооружения (т. е. в поперечнике с максимальным сужением) скорости течения по вертикали достаточно выравнены. Объясняется это тем, что по длине потока вместе с понижением уровня свободной поверхности возникает ускоренное движение, для которого характерно наиболее интенсивное нарастание придонных скоростей.

Одна из особенностей скоростного режима потока, движущегося вдоль дамбы, заключается в том, что с увеличением напоров происходит выравнивание скоростей как по ширине, так и по длине зарегулированного потока.

Влияние фильтрации через тело дамбы на скорости суженного потока учитывается коэффициентом соотношения скоростей $n = \frac{V_x}{V_c}$. Скорость суженного потока V_c в рассматриваемом поперечном сечении определяется по формуле

$$V_c = V \frac{h}{h_c} \frac{1-K}{1-m \operatorname{tg} \alpha}, \quad (1)$$

где V, h — соответственно скорость и глубина потока до регулирования; K — коэффициент отбора жидкости [2]. Для сплавных рек $0 < K \leq 0,5$;

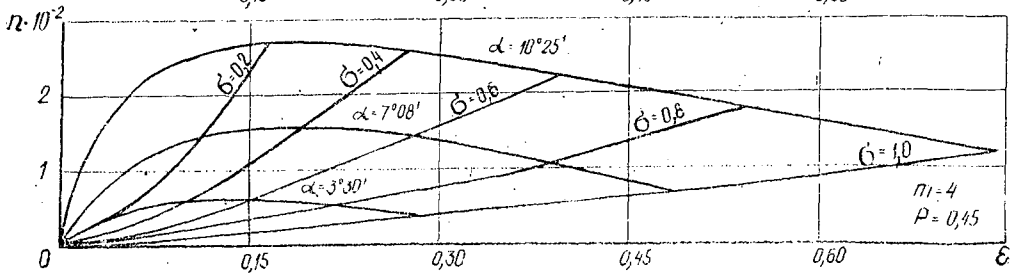
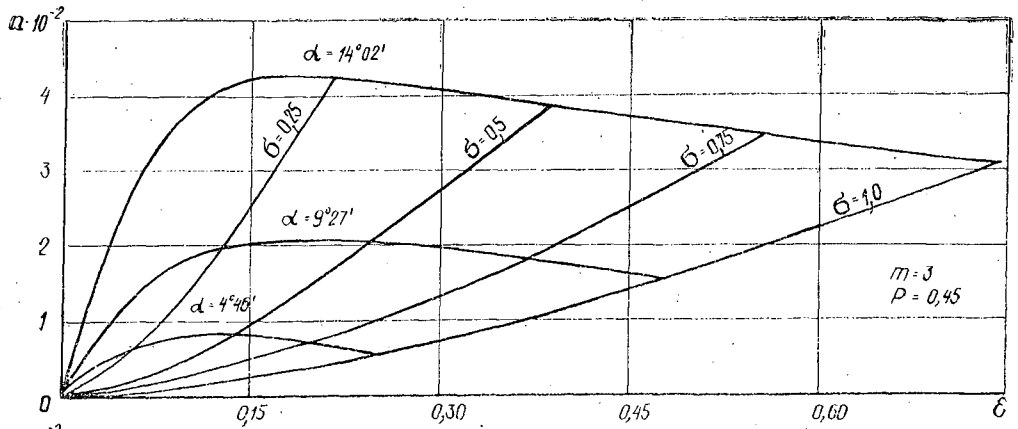
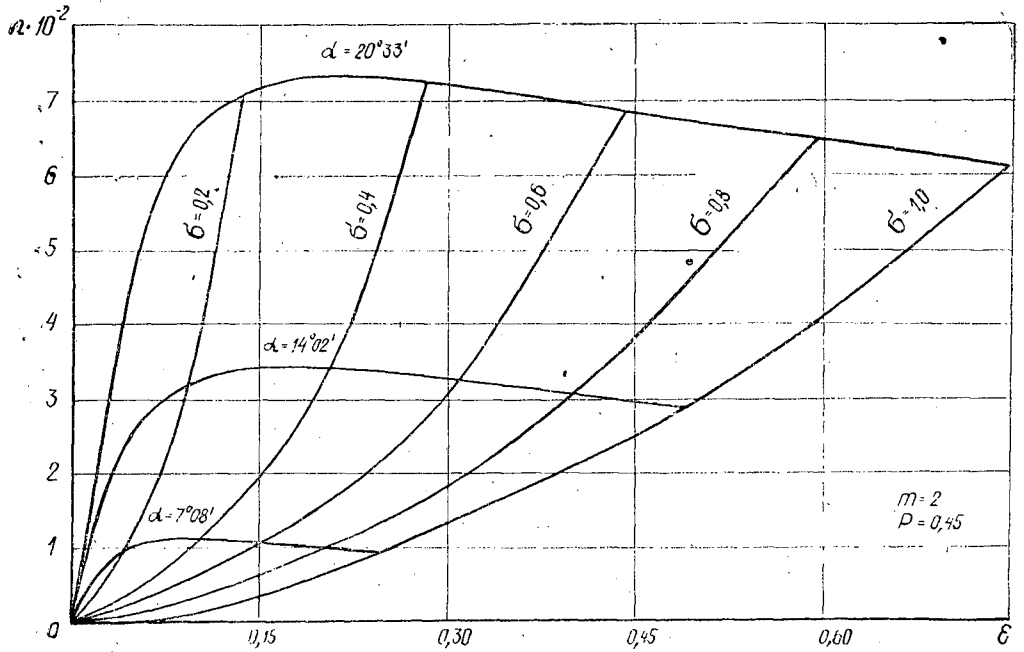


Рис. 1. Характер изменения n по длине дамб в зависимости от ϵ и α .

α — угол постановки сооружения в плане;
 h_c — глубина суженного потока.

Опытные данные показывают, что отделение фильтрационного потока происходит под углом около 90° к продольной оси дамбы, а проекция вектора скорости фильтрации на направление движения основного потока равна $V_x = V_\phi \sin \alpha$ (где V_ϕ — фиктивная скорость фильтрации).

Таблица 2

ϵ	$m = 4$		$m = 3$		$m = 2$	
	K	n	K	n	K	n
0,75	0,556	$2,1 \cdot 10^{-2}$	0,516	$3,3 \cdot 10^{-2}$	0,449	$6,1 \cdot 10^{-2}$
0,50	0,403	$1,1 \cdot 10^{-2}$	0,360	$1,8 \cdot 10^{-2}$	0,269	$2,9 \cdot 10^{-2}$
0,25	0,299	$0,4 \cdot 10^{-2}$	0,236	$0,7 \cdot 10^{-2}$	0,183	$1,0 \cdot 10^{-2}$
0,00	0,230	0,0	0,164	0,0	0,125	0,00

Примечание. Пористость $P = 0,45$.

Известно, что скорости фильтрации зависят от пористости P каменной наброски [8] (P — отношение объема пустот в наброске к общему объему) и примерно одинаковы по всей длине дамбы. В связи с этим коэффициент n имеет тенденцию к увеличению по длине зарегулированного участка, начиная от оголовка к корню сооружения (рис. 1) и достигает максимума при $\sigma = 0,2 \div 0,4$, т. е. в поперечных сечениях с максимальными значениями h_c . При постоянной степени стеснения потока $\epsilon = \frac{b_c}{B}$ (где b_c — ширина стесненной части русла) и с уменьшением длины регулируемого участка значения n резко возрастают (табл. 2). Коэффициент соотношения скоростей на полной длине регулируемого участка также увеличивается при возрастании степени стеснения и уменьшении длины сооружения. Кроме того, он непосредственно зависит от характера распределения расхода по длине зарегулированного участка. При постоянной длине участка и уменьшении степени стеснения фильтрационная способность дамб снижается, фильтрационные скорости уменьшаются. Проекция скоростей фильтрации при изменении степени стеснения от 0,75 до нуля достигают нулевого значения, и коэффициент n в последнем случае также равен нулю. Для регулируемых фильтрующей дамбой участков рек этот коэффициент всегда находится в пределах $0 \leq n < 1$ и определяется по формуле

$$n = 0,87 \frac{K}{m} \frac{\sin 2\alpha}{\sqrt{1 + S + S^2}}, \quad (2)$$

где $S = \frac{h_\phi}{h_c}$ (h_ϕ — глубина фильтрационного потока за дамбой в расчетном поперечном сечении).

Учитывая изложенное, можно сделать вывод, что для эффективного регулирования мелководных участков рек и перекаатов целесообразно применять фильтрующие дамбы, расположенные под углом к направлению движения основного потока при максимально допустимой степени стеснения его с учетом возможностей проплава древесины и прохождения судов. В этом случае скорости потока наиболее выравнены, и он имеет более спокойный режим движения. Все это необходимо учитывать при проведении лесосплава и для предотвращения возможного разрушения дамб плывущей древесиной и льдом в период вскрытия рек.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зайцев А. А., Сидоров А. П. К вопросу движения жидкости вдоль фильтрующих дамб. — Материалы НТК ЛТА. Вып. 1. 1966. [2]. Зайцев А. А. Расчет глубины суженного потока. — «Лесная промышленность», 1972, № 8. [3]. Панов Н. Н. Гидравлическое обоснование схем регулирования горных и полугорных рек. ЦНИИЛесосплава. Техотчет № 3, 1959. [4]. Сергутин В. Е. Эффективность применения водопроницаемых лесосплавных дамб. — В сборнике НТИ по лесной промышленности. № 4. М., Гослесбумиздат, 1960. [5]. Сергутин В. Е. Влияние водопроницаемости лесосплавных регуляционных сооружений на изменение уровня режима в сжатом русле. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1972, № 1. [6]. Сидоров А. П. Гидравлический расчет водоподпорных и руслостеснительных стенок, соо-

ружаемых на сплавных реках. — ИВУЗ, «Лесной журнал» 1964, № 3. [7]. Срибный М. Ф. Фильтрующие искусственные сооружения и гидравлика турбулентной фильтрации. М., Трансжелдориздат, 1933. [8]. Срибный М. Ф. Теория и практика фильтрующих сооружений. М., Трансжелдориздат, 1934.

УДК 668.481/.487 : 674.032.475.4

ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОСТАВА СКИПИДАРОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Я. Г. ДРОЧНЕВ, С. И. РЯБОВА, Т. В. ХВОРОСТУХИНА
КирНИИЛП

Приведены данные, характеризующие индивидуальную изменчивость содержания скипидаров и их компонентов в живице отдельных деревьев.

В ряде работ изучены монотерпены различных хвойных пород. Показано, что химическая характеристика монотерпенов позволяет более точно классифицировать древесные породы [6], расширить представления об их эволюции [4], оказать помощь в уточнении внутривидовой таксономии [1, 5].

Представляет интерес изменчивость количественного и качественного состава монотерпенов отдельных деревьев.

Нами сделана попытка проследить изменчивость состава скипидаров живицы, полученной от деревьев сосны обыкновенной, а также зависимости между количеством и составом скипидаров и лесоводственно-биологическими признаками деревьев. С этой целью в Высоко-Борском лесничестве Борского хмлесхоза Горьковской области в сосняке-черничнике II класса бонитета 100-летнего возраста с полнотой 0,7 и составом 9С1Б ед.Е была отведена площадка 0,6 га. На площадке все здоровые деревья сосны диаметром более 18 см были заподсочены. Подсочку вели в течение двух лет восходящим способом при нагрузке деревьев каррами 60% и паузе вздымки 3,5 дня сначала без химических стимуляторов, а затем с применением сульфитрина. Все отобранные деревья нумеровали и описывали с указанием диаметра, высоты, протяженности кроны, размеров проекции кроны, класса роста, протяженности по стволу грубой корки, наличия повреждений и координат размещения деревьев внутри площадки, отведенной для опыта.

В июле—августе 1973 г. для установления содержания в живице скипидара и его компонентов от всех деревьев были отобраны средние с четырех подновок пробы живицы. Мелкоизмельченную навеску в 50 г от каждой пробы помещали в медную колбу и заливали насыщенным раствором CaCl_2 , после чего скипидар отгоняли и определяли процентное содержание его в живице.

Качественный анализ скипидара осуществляли методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе ЛХМ-7А.

Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Среднее значение \bar{X}	Коэффициент вариации С
Выход живицы на карродециметрподновку при обычной подсочке	г	$7,7 \pm 0,2$	41,3
Содержание скипидара в живице	%	$16,1 \pm 0,2$	14,6
Содержание в скипидаре α -пинена *	"	$68,0 \pm 1,5$	26,8
Содержание в скипидаре Δ^3 -карена *	"	$15,2 \pm 1,3$	99,3

* В целях упрощения изложения материала приведены данные только по основным компонентам.

Рассматривая данные табл. 1 и данные ряда авторов [1—3], можем отметить, что для выбранных деревьев показатели выхода живицы, содержания скипидара и его основных компонентов близки к показателям для района проведения опытов.

Распределение деревьев по приведенным выше показателям указывает на различный характер изменчивости деревьев по смолопродуктивности и содержанию в живице скипидара, с одной стороны, и по содержанию в скипидарах α -пинена и Δ^3 -карена — с другой. Изменчивость деревьев по смолопродуктивности и содержанию в живице скипидара характеризуется кривыми, близкими к кривым нормального распределения, что свидетельствует об однородности совокупности деревьев по этим признакам. Различия же в содержании в скипидарах α -пинена и Δ^3 -карена описываются сложными кривыми, имеющими по два пика. Анализ этих кривых дает основание предполагать наличие в выбранной нами совокупности деревьев двух биогрупп, резко отличающихся друг от друга количеством компонентов в составе их скипидаров.

Это предположение побудило нас рассмотреть пространственное расположение деревьев с различным содержанием в их живице α -пинена («пиненовые») и Δ^3 -карена («кареновые»). Оказалось, что пиненовые и кареновые деревья произрастают в насаждении довольно четко обособленными группами.

Характеристика выделенных групп по содержанию в живице скипидара и в его составе α -пинена и Δ^3 -карена представлена в табл. 2. Данные этой таблицы указывают на близость средних показателей по рассматриваемым признакам у однотипных групп деревьев.

Таблица 2

Номер групп деревьев	Содержание в живице скипидара, %		Содержание в скипидаре, %			
	\bar{X}	С	α -пинена		Δ^3 -карена	
			\bar{X}	С'	\bar{X}	С
Пиненовые деревья						
1	16,4±0,4	14,7	81,1±1,1	7,4	1,2±0,1	52,5
3	17,0±0,8	14,8	80,9±1,6	6,5	1,8±0,6	69,1
5	17,6±0,4	10,1	83,6±1,1	6,6	1,3±0,2	59,7
6	16,2±0,8	19,2	82,7±1,5	7,1	1,4±0,3	67,6
Кареновые деревья						
2	15,1±0,3	11,5	51,0±1,1	13,8	32,1±1,0	18,7
4	15,2±0,4	14,4	51,5±1,8	19,1	30,8±1,1	18,9

В то же время деревья сосны, резко отличные друг от друга содержанием в их скипидарах лимонена, равномерно распределены в насаждении и не образуют отдельных биогрупп. Исследуемое насаждение однородно и по наличию в скипидарах β -фелландрена, камфена, β -мирцена и β -пинена.

Насколько велики различия между кареновыми и пиненовыми деревьями судить пока трудно, так как нам не удалось установить существенных различий между ними по смолопродуктивности, развитию кроны, диаметру, высоте, протяженности по стволу грубой корки и некоторым другим биометрическим признакам.

Известно, что естественная ответная реакция организма сосны на механическое ранение (нанесение подновок) — выделение живицы на поверхность среза, связанное с новыми химическими, физическими и физико-химическими процессами, возникающими непосредственно в области ранения. Поэтому о реакции деревьев на ранения можно судить по изменению выхода живицы в течение сезона. Замечено, что одни деревья резко повышают выход живицы по сравнению с первоначальным, у других он остается неизменным, у третьих снижается. Это явление усиливается при ведении подсоски с химическими стимуляторами [3].

Как показал анализ, пиненовые деревья более резко меняют выход живицы по сравнению с первоначальным, чем кареновые.

В заключение следует отметить, что приведенные нами данные отражают результаты первоначальных опытов по вопросам, представляющим интерес для специалистов, занимающихся проблемами генетики, селекции, подсоски леса. Решение этих вопросов, по нашему мнению, будет способствовать более глубокому пониманию биологических особенностей сосны обыкновенной.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бардышев И. И. и др. — «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1969, № 7, с. 17—18. [2]. Бондарев В. Я., Поляков П. П., Раздрина Л. А. Зависимость качества живицы и продуктов ее переработки от технологии подсоски. — «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1972, № 6,

с. 12—13. [3]. Дрочнев Я. Г. Опыт подсочки с сульфитно-бардяными концентратами. — «Лесохимия и подсочка». Реф. информ. М., 1973, № 3 (ВНИПИЭИлеспром). [4]. Полтавченко Ю. А., Рудаков Г. А. Эволюция биосинтеза монотерпенов в семействе сосновых. — «Растительные ресурсы», 1973, т. 9, вып. 4, с. 481—493. [5]. Чудный А. В., Проказин Е. П. Географическая изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной на территории СССР. — «Растительные ресурсы», 1973, т. 9, вып. 4, с. 494—503. [6]. Mirgov N. T. Studies of the chemical composition of turpentines of the genus *Pinus* in relation to taxonomy. — *Congression Internationale de Botanique*, 1954, VIII, p. 47—49.

УДК 547.455

ОКИСЛЕНИЕ АРАБИНОЗЫ СУЛЬФАТОМ ЦЕРИЯ (IV) В КИСЛОЙ СРЕДЕ

В. И. КРУПЕНСКИЙ

Ухтинский индустриальный институт

Реакция окисления арабинозы сульфатом церия (IV) в кислой среде имеет первый порядок по углеводу и окислителю. Арабиноза образует с ионом $Ce(IV)$ комплекс состава 1:1.

Сульфат церия (IV), обладающий исключительно высоким окислительным потенциалом (около 1,5 В), применяют в качестве инициатора радикальной полимеризации при получении модифицированной древесины, в производстве новых материалов на основе целлюлозы. В связи с этим представляет интерес изучить превращения моносахаридов, входящих в состав растительных тканей, под влиянием $Ce(SO_4)_2$. Литературных данных по этому вопросу очень мало [4, 6, 7].

Окисление арабинозы сульфатом церия (IV) проводили при 20—40°C по описанной в работе [3] методике. Концентрация $Ce(SO_4)_2$ и арабинозы (квалификации «ч») составили 0,05—0,15 г-моль/л.

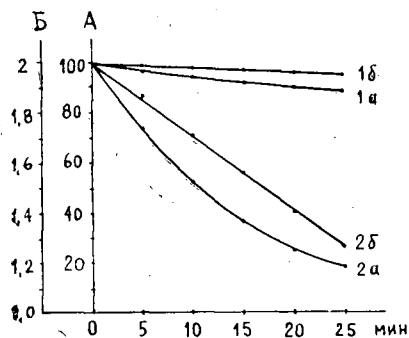


Рис. 1. Изменение компонентного состава реакционной смеси во времени.

а — кинетические кривые; б — полулогарифмические анаморфозы; 1 — арабиноза; 2 — ион Ce^{4+} ; А — концентрация, % от исходного; Б — логарифм концентрации. Условия: 25°C; [арабиноза] = 0,07 г-моль/л; $[Ce(SO_4)_2] = 0,1$ моль/л.

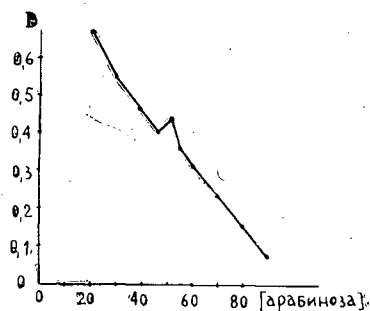


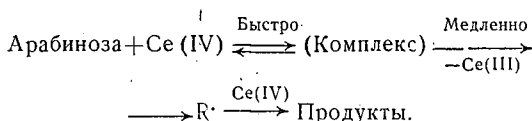
Рис. 2. Диаграмма изомольных серий.

$[Ce(IV)] + [арабиноза] = 2 \cdot 10^{-4} M$.
Условия: $\mu = 0,1 (H_2SO_4)$; 25±1°C;
pH = 1,5; $\lambda = 364$ нм; $l = 3$ см; прибор
ФЭК-56 М.

Реакция имеет первый порядок по обоим реагентам (рис. 1), константы скорости при 25°C: по иону Ce^{4+} — $6,80 \cdot 10^{-2}$ мин⁻¹; по арабинозе — $0,50 \cdot 10^{-2}$ мин⁻¹; константа скорости 2-го порядка — $1,0$ л·моль⁻¹·мин⁻¹; температурный коэффи-

циент — 2,0; энергия и энтропия активации соответственно 12,7 ккал/моль и —23,0 э. ед.; предэкспоненциальный множитель — $2,0 \cdot 10^9$ л · моль⁻¹ · мин⁻¹. Расход окислителя составил 9,7 г-ион Ce⁴⁺, на 1 моль арабинозы, что близко к наблюдаемому в работе [6]. Однако в наших опытах продукты окисления представлены не только одной муравьиной кислотой, как в работе [6]. В растворах со степенью восстановления Ce⁴⁺ равной 50—70%, найдены CO₂ (14%), гликолевая кислота (8%) и HCOOH (88 вес. % от окисленной арабинозы).

Спектрофотометрическое исследование растворов Ce(SO₄)₂, содержащих арабинозу, предпринятое с целью уточнения механизма реакции, показало, что сразу после смешения компонентов образуется комплекс состава 1 : 1 (рис. 2). По-видимому, скорость окисления лимитируется гомолитическим распадом этого комплекса, а дальнейшая деструкция образующегося при этом распаде радикала протекает значительно быстрее:



Эффективную константу нестойкости монокомплекса определяли, используя методы молярных отношений [5], А. К. Бабко [2], а также по изомолярным сериям [1]. Найденные размерными методами значения констант нестойкости расходятся незначительно. При $\mu = 0,1$ и $\text{pH} = 1,5$ $K_{\text{нест}} = (2,50 \pm 0,20) \cdot 10^{-5}$. В табл. 1 приведены данные расчета константы нестойкости комплекса по методу А. К. Бабко; $\mu = 0,1$ (H₂SO₄); $\text{pH} = 1,5$; $25 \pm 1^\circ\text{C}$; $l = 3$ см (ФЭК-56М); $\alpha = 0,95$.

Таблица 1

$\lambda_{\text{эф}}$ нм	$C_{\text{компонентов}}$ моль/л · 10 ⁴	D	Δ	$\alpha_{\text{дис}}$	$K_{\text{нест}} \cdot 10^5$
315	1,00	0,725	—	—	—
315	0,44	0,260	0,193	0,386	2,43
315	0,25	0,180	0,393	0,393	2,54
315	0,16	0,048	0,580	0,391	2,51
364	1,00	0,404	—	—	—
364	0,44	0,145	0,193	0,386	2,43
364	0,25	0,061	0,396	0,396	2,60

$$\text{Средняя } K_{\text{нест}} = (2,50 \pm 0,10) \cdot 10^{-5}$$

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Астахов К. В., Вереникин В. Е., Зимин В. И. Спектрофотометрическое изучение комплексообразования неодама с бис-ацетилацетонэтилендиамном. — ЖНХ. 1961, 6 № 9, с. 2077. [2]. Бабко А. К. Физико-химический анализ комплексных соединений в растворах. Киев, Изд. АН УССР, 1955, с. 119. [3]. Крупенский В. И. Корольков И. И., Микуш Н. П. Окисление ксилозы и фурфурола ионами Ce (IV). — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1974, № 4, с. 163. [4]. Курлянкина В. И., Сарана Н. В., Козьмина О. П. Окисление гидроксилсодержащих соединений церием (IV). — ЖОХ, 1971, 41, № 6, с. 1315. [5]. Малинина Е. А., Богданович Н. Г., Печурова Н. И., Мартыненко Л. И. Исследование процессов взаимодействия в системе $\text{Ce}^{\text{IV}} - \text{SO}_4^{2-} - \text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$. — ЖНХ, 1969, 14, № 9, с. 2406. [6]. Mehrotra R. N. Kinetics and mechanism of oxidation of arabinose by ceric sulphate in aqueous sulphuric acid solution. — «Z. phys. Chem.» (DDR), 1965, 230, № 3—4, p. 221. [7]. Mehrotra R. N., Amis E. S. Kinetics of oxidation of aldo sugars by cerium (IV) in aqueous sulfuric acid. — «J. Org. Chem.», 1974, 39, № 12, p. 1788.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 634.0.62 (437)

ЦЕННЫЙ ВКЛАД ЧЕХОСЛОВАЦКИХ ЭКОНОМИСТОВ
В НАУКУ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

Постоянная комиссия СЭВ по сельскому хозяйству с 1959 г. осуществляет сотрудничество стран СЭВ в области научных исследований по лесному хозяйству. О результатах достижений каждой страны в порядке обмена опытом регулярно заслушивались доклады на научно-технических совещаниях и конференциях. Так, в 1967 г. в Познани обсуждались вопросы механизации заготовок, транспорта и первичной обработки тонкомерной древесины от рубок ухода; в 1969 г. в Кисловодске — о создании культур на крутых склонах; в Брно — в 1969 и 1972 гг. — о комплексной механизации при выращивании посадочного материала; в Берлине в 1971 г. и Потсдаме в 1972 г. — о прогнозировании в лесном хозяйстве и разработке принципов лесоустроительных проектов на тифологической основе, в Волгограде в 1967 г. и в Пушкино в 1972 г. — об определении эффективности полесозащитного лесоразведения и использования ЭВМ и математических методов и т. д.

В 1971 г. на сессии СЭВ был разработан перспективный план сотрудничества в области лесного хозяйства, предусматривающий создание коллективов ученых для решения конкретных задач. Результатом работ одного из таких коллективов явилась подготовка к изданию в Варшаве в 1972 г. монографии «Лесное хозяйство в системе планируемой экономики».

В работе впервые обобщены результаты социалистических преобразований в лесном хозяйстве европейских стран — членов СЭВ. Не меньший интерес представляют и разработки коллективов отдельных стран. Так, одним из проблемных вопросов последних 10 лет явился вопрос о совершенствовании управления лесным хозяйством. На эту тему написан ряд монографий в Советском Союзе и других социалистических странах.

Известные чехословацкие экономисты И. Руприх, М. Новотны и И. Порубьяк издали учебник «Управление лесным хозяйством». Этот капитальный труд вышел в Праге в 1977 г., содержит 16 глав, его объем 451 страница.

В первой главе приводятся основы теории управления, принципиальные различия сущности управления при социализме и капитализме, ленинские основы управления в социалистическом хозяйстве, критический разбор современных школ управления при капитализме. Вторая глава содержит характеристику социалистических предприятий лесного хозяйства и их организационные особенности. Особое внимание уделяется лесоустройству как специфической деятельности по инвентаризации лесных ресурсов. В основных главах (III—X) подробно разбираются отдельные функции управленческого труда в лесном хозяйстве — планирование, решение, финансирование, организация социалистического лесного хозяйства, оплата труда, анализ хозяйствования и организация контроля в лесном хозяйстве. Особое место занимают системы показателей и математические методы планирования. Ценно не только подробное рассмотрение каждого из методов, но и перечень вопросов, которые могут и должны решаться с их применением.

Последняя часть учебника (главы XI—XVI) посвящается вопросам использования вычислительной техники, автоматических систем в управленческой работе, организации деятельности руководящих органов и отдельных работников, участие трудящихся в процессе управления и совершенствование управления на базе научных исследований и технического прогресса.

Рецензируемый учебник приобретает особую значимость в силу того, что в нем отражена большая работа по совершенствованию управления лесным хозяйством Чехословакии, проведенная в 1974—1977 гг. В конце пятилетки 1971—1975 гг. в ЧССР была разработана комплексная организационная модель управления. Она проверена на практике, сделаны необходимые уточнения и доработки. Новая организация управления лесным хозяйством основана на трехступенчатой системе управления. Большое значение в управлении лесным хозяйством придается хозяйственному устройству лесов как одной из форм внутреннего и внешнего контроля. Этот контроль признается составной частью системы управления и одновременно, в порядке обратной связи, требует улучшения качества работ по хозяйственному устройству, что должно обеспечить не только повышение производительной способности лесов, но и заботу о других их функциях. Хозяйственное устройство лесов рассматривается как динамический

труд по внедрению всего нового и прогрессивного, с расширением специальных исследований по созданию и охране природной среды.

В целях более детального ознакомления широкого круга лесных специалистов с вышедшей работой желателен ее перевод на русский язык, хотя бы в сокращенном виде.

И. В. Воронин

Воронежский лесотехнический институт

УДК. 519 (049.3)

ЦЕННОЕ ПОСОБИЕ

В издательстве «Лесная промышленность» вышло новое учебное пособие по курсу математической статистики для лесных вузов*.

Перед автором стояла трудная задача кратко изложить весьма объемный и сложный материал для лиц, имеющих ограниченную математическую подготовку. Н. Н. Свалов с этой задачей успешно справился. В рецензируемой работе отчетливо прослеживается стремление показать, что главное — не формулы и вычисления, а понимание сути, роли, места и возможностей применения математико-статистических методов в научном объяснении изучаемых систем. Это самым положительным образом отличает книгу Н. Н. Свалова, хотя в ряде мест описание практических ситуаций лесного дела, соответствующих тем или иным статистическим моделям, могло бы быть более обширным и акцентированным.

Книга Н. Н. Свалова написана в соответствии с действующей учебной программой курса, в ней использована значительная по объему литература и богатый личный опыт преподавания этой дисциплины в Московском лесотехническом институте.

Учебное пособие состоит из введения и 12 глав. Иллюстративный и табличный материал, конкретные примеры из практики лесного дела облегчают понимание и изучение рассматриваемых вопросов.

Можно высказать ряд предложений и замечаний по работе. Не везде ощущается определяющее влияние ЭВМ в математико-статистических вычислениях. В настоящее время массовая статистическая обработка материала вручную практически не проводится. Думается, в пределах данного курса есть необходимость изложить основные сведения об особенностях обработки статистической информации на ЭВМ, или хотя бы адресовать студентов к основным литературным источникам. Более подробного изложения заслуживают, на наш взгляд, сведения о конкретных математико-статистических задачах, применение которых постоянно расширяется в отрасли (например, из опыта работы В/О «Леспроект»). Встречаются, к сожалению, опечатки (с. 112, 113, 122 и др.).

Однако в целом работа очень важна и своевременна. Вызывает сожаление весьма ограниченный тираж. Сразу же после выхода книга исчезла с прилавков магазинов, и потребность в ней не была удовлетворена. Видимо, уже сейчас нужно думать о ее переиздании, возможно, в несколько модифицированном виде. В связи с этим заметим, что традиционное название предмета — вариационная (а не математическая) статистика представляется несколько несовременным и ограничивающим подлинную суть курса, читаемого в вузах.

Думается, что пособие Н. Н. Свалова окажет заметное влияние на уровень подготовки специалистов лесного хозяйства и окажет значительную помощь научным работникам и практикам.

* Свалов Н. Н. Вариационная статистика. Учебное пособие для вузов. М., «Лесная промышленность», 1977. 176 с.

К. Е. Никитин, А. З. Швиденко, А. А. Строчинский

Украинская сельскохозяйственная академия

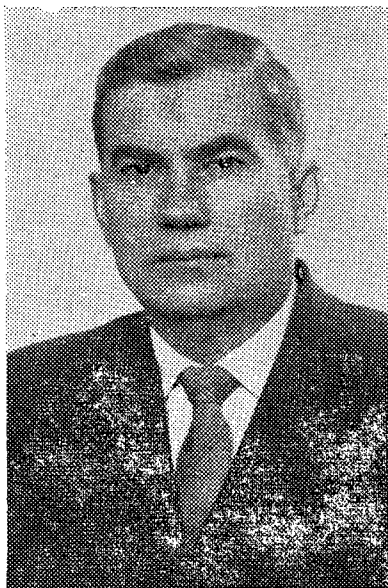
НЕКРОЛОГ

ПАМЯТИ

ИВАНА МИХАЙЛОВИЧА БОХОВКИНА

6 февраля 1979 года на 67-м году жизни при исполнении служебных обязанностей скончался ректор Архангельского лесотехнического института, ответственный редактор «Лесного журнала» профессор Иван Михайлович Боховкин.

Иван Михайлович родился 16 февраля 1912 года в селе Барятино Калужской губернии. В 1933 году окончил Рязанский государственный педагогический институт, затем аспирантуру Воронежского университета и работал заведующим кафедрой химии Красноярского пединститута. С 1938 по 1940 год служил в рядах Советской Армии.



С 1940 года его жизнь, работа, партийная и общественная деятельность тесно связаны с Архангельским лесотехническим институтом, где он работал последовательно заведующим кафедрой, деканом химико-технологического факультета, проректором по учебной работе и с 1966 года ректором.

Профессор Боховкин был крупным педагогом. Его лекции отличались глубиной содержания и всегда находились на уровне последних достижений науки. Этому он требовал от всех преподавателей, этому внимательно и кропотливо учил своих коллег.

Много сил и внимания уделял И. М. Боховкин делу коммунистического воспитания студенческой молодежи.

Как ученый он проявил себя талантливым исследователем в области физической химии. Его перу принадлежат свыше 220 печатных работ. Особое внимание И. М. Боховкин уделял актуальным проблемам использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Иван Михайлович Боховкин был прекрасным организатором и руководителем. Благодаря его энергии значительно вырос контингент студентов Архангельского лесотехнического института, заметно повысился уровень квалификации профессорско-преподавательского состава, укрепилась материальная база.

Член КПСС с 1939 года И. М. Боховкин принимал активное участие в общественной жизни Архангельска и области. Он неоднократно избирался членом Архангельского областного и городского комитетов партии, депутатом областного совета народных депутатов, был ярким пропагандистом политических и научных знаний.

С 1966 года И. М. Боховкин был ответственным редактором «Лесного журнала». Он много сделал для повышения научного и идейно-воспитательного уровня журнала, развития его как единого комплексного печатного органа высшей школы по всем отраслям науки о лесе и древесине.

Большие заслуги И. М. Боховкина в деле подготовки инженерных кадров, его научная деятельность высоко оценены Советским правительством. Он был награжден орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», многими медалями. Профессору И. М. Боховкину было присвоено звание почетного гражданина города Архангельска.

Светлая память об Иване Михайловиче Боховкине — известном ученом, замечательном человеке, талантливом педагоге и организаторе, верном сыне Коммунистической партии навсегда сохранится в наших сердцах.

**Ректорат, партком, местком, комитет ВЛКСМ, профком
Архангельского лесотехнического института, редколлегия
«Лесного журнала»**

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Е. С. Романов. За дальнейшее повышение эффективности и качества работы 3

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

П. Н. Львов. Научные основы планирования и оптимизации работ по естественному и искусственному воспроизводству лесных ресурсов 5

А. Ф. Чмыр, А. А. Скиба. Влияние состава и структуры древостоя на влагообеспеченность ели в культурах под пологом леса 10

В. П. Рябчук. Влияние подсоски на фенологическое состояние лиственных пород 15

Е. Н. Науменко, В. В. Успенский. Итоги 48-летних наблюдений на постоянных пробных площадях в культурах сосны Учебно-опытного лесхоза ВЛТИ 18

Т. С. Гутман. Особенности роста зеленой изолированной ткани хвои ели (*Picea abies* (L.) Karst.) в каллусной и суспензионной культуре 22

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

В. И. Жабин, Г. А. Калинин. Воздействие подвижного состава на временные пути УЖД 27

А. В. Жуков, Ю. Ю. Бельский, А. Б. Азбель, А. И. Петрович. Оценка плавности хода лесовозных автопоездов 31

Е. И. Шелопаев. Расчет дорожных одежд на морозоустойчивость и осушение 36

Р. В. Бейшер, А. П. Елисеев, В. П. Морозов, В. И. Лоскутов. О возможности использования малопрочных известняков при строительстве лесовозных дорог 40

Г. Ф. Кислицына, П. М. Мазуркин. Экспериментальное исследование силовых характеристик импульсных струй жидкости применительно к окорке лесоматериалов 44

А. В. Питухин, А. Ф. Фрейндлинг. Выбор оптимальной периодичности профилактических работ для оборудования 48

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

Э. Я. Есафова, Н. Е. Высотин, В. Д. Есафов. К вопросу применения инерционного привода в круглопильных станках циклического действия 51

В. И. Онегин, В. А. Егоров. Определение адгезионного натяжения полиэфирного лака на подложке из полеметилметакрилата 56

М. П. Янговская. К расчету диспергирующей способности электрораспылителя 58

А. В. Апостол, В. П. Козлов. Влияние пропитки древесины березы уксусной кислотой различной концентрации на некоторые физико-механические свойства 64

В. Б. Кунтыш, А. Э. Пиир, В. Г. Зайцев. Эффективные оребренные поверхности для теплорекуперационных агрегатов бумагоделательных машин 66

В. Г. Уласовец. Характер поступления сырья на лесопильное предприятие 69

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

М. Е. Ратнер, С. С. Сметанина, В. Е. Ковалев, О. Н. Коротова. Получение синтанов на основе фенолов растворимой смолы и древесносмоляного пиролизата 72

Ю. Г. Хабаров, Г. Ф. Прокшин, И. М. Боховкин, О. Ф. Горбунова. О взаимодействии некоторых модельных веществ и лигнина с феррицианидом калия в присутствии сульфида натрия 77

С. А. Сапотницкий, Л. И. Крюкова, Б. А. Геденов. Свойства лигносульфонатов двухступенчатых варок еловой древесины с высокотемпературной первой ступенью 79

Л. В. Семенихина, Р. З. Пен. Свойства бисульфитной целлюлозы из древесины переменного породного состава 83

- И. А. Алексеева, С. П. Кречетова, Т. А. Симицына, С. А. Пузырев.* Об использовании модифицированных экстракционных канифоли и мисцеллы для проклейки бумаги 87

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

- В. И. Шустов, Ю. В. Лебедев, Г. Н. Чикин.* Применение теории массового обслуживания в исследовании многопоточных лесообрабатывающих линий 92
- В. К. Хегай.* К вопросу вертикальной динамики валочно-пакетирующих машин при гравитационном пакетировании деревьев 95
- С. С. Лебедь, В. Н. Козлов.* Теоретическое обоснование процесса обвязки лесоматериалов методом бесконечной спирали 100

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Л. И. Ильев, Р. Н. Гордиенко.* О лесном кадастре страны 106
- Э. В. Воробьева.* О планировании технического перевооружения производства на уровне предприятия 109
- А. Закиров.* Некоторые проблемы формирования и развития лесопромышленных узлов 112

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Г. М. Давидов.* Расчет выхода березового сока по таксационной характеристике древостоя 116
- И. И. Бардышев, А. Н. Булгаков, Б. Г. Ударов, Н. Г. Зимица.* О химическом составе живицы, продуцируемой индивидуальными деревьями вида сосна обыкновенная (подвиды — лесная и сибирская) 117
- В. И. Корбут.* Биоэлектрический потенциал как показатель степени повреждения деревьев сосны пожаром 121
- В. С. Жаденов, В. М. Маркин.* Результаты применения бензосучкорезок на рубках ухода 124
- Я. М. Ширяев, Видони Петер.* Применение метода конечных элементов к анализу напряжений в рамной пиле 126
- Л. С. Каторина, Л. Б. Зарудный.* Использование циклонных потоков для переработки древесных отходов 128
- А. А. Зайцев.* Влияние одиночного косонаправленного фильтрующего сооружения на скоростной режим речного потока с неразмываемым руслом 130
- Я. Г. Дрочнев, С. И. Рябова, Т. В. Хворостухина.* Об изменчивости состава скипидаров сосны обыкновенной 134
- В. И. Крупенский.* Окисление арабинозы сульфатом церия (IV) в кислой среде 136

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- И. В. Воронин.* Ценный вклад чехословацких экономистов в науку управления лесным хозяйством 138
- К. Е. Никитин, А. З. Швиденко, А. А. Строчинский.* Ценное пособие 139

НЕКРОЛОГ

- Ректорат, партком, местком, комитет ВЛКСМ, профком Архангельского лесотехнического института, редакционная коллегия «Лесного журнала».* Памяти Ивана Михайловича Боховкина 140

CONTENTS

<i>E. S. Romanov</i> . For rising effectiveness and quality of work	3
---	---

FORESTRY

<i>P. N. Lvov</i> . Scientific principles and optimization of work on natural and artificial reproduction of forest resources	5
<i>A. F. Tchmyr, A. A. Skiba</i> . Influence of structure and composition of treestand on water supply of spruce in cultures under forest canopy	10
<i>V. P. Ryabchuk</i> . Tapping influence on the phenological state of hard woods	15
<i>E. N. Naumenko, V. V. Uspensky</i> . Results of 48-year investigations on permanent plots in the pine plantations of the VLTl Forest experiment farm	18
<i>T. S. Gutman</i> . Growing peculiarities of green isolated tissue of <i>Picea abies</i> (L.) Karst. needles in callus and suspensor culture	22

FOREST EXPLOITATION

<i>V. I. Zhabin, G. A. Kalinin</i> . Influence of the rolling-stock upon temporary narrow-gauge tracks	27
<i>A. V. Zhukov, Yu. Yu. Belenky, A. B. Azbel, A. I. Petrovich</i> . Estimation of smoothness in motion of timber-transporting trains	31
<i>E. I. Shelopaev</i> . Calculation of pavements for drainage and frost-proof	36
<i>R. V. Betsher, A. P. Eliseev, V. P. Morozov, V. I. Loskutov</i> . On possibility of using weak limestones at the construction of logging roads	40
<i>G. F. Kislitsina, P. M. Mazurkin</i> . The analysis of force characteristics of impulsive fluid jets in conformity with barking timber	44
<i>A. V. Pitukhin, A. F. Freindling</i> . Choice of optimum periodicity of care and maintenance work for equipment	48

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>Z. Ya. Esafova, N. E. Vysotin, V. D. Esafov</i> . On the problem of applying inertia drive in circular saws of cyclic action	51
<i>V. I. Onegin, V. A. Egorov</i> . The determination of adhesive tension of polyester laquer on the ground of polymethyl metacrylate	56
<i>M. P. Yantovskaya</i> . On the calculation of dispersing ability of an electric sprayer	58
<i>A. V. Apostol, V. P. Kozlov</i> . The influence of saturation of birch wood with acetic acid of different concentration on some mechanical and physical properties	64
<i>V. B. Kuntyshev, A. E. Pur, V. G. Zaitsev</i> . Effective ribbed surfaces for heat-recuperation aggregates of paper machines	66
<i>V. G. Ulasovets</i> . The manner of raw material coming to a sawmill	69

CHEMICAL WOODWORKING

<i>M. E. Ratner, S. S. Smetanina, V. E. Kovalev, O. N. Korotova</i> . Sintans on the phenolic base of soluble resin and wood resin pyrolysisate	72
<i>Yu. G. Khabarov, G. F. Prokshin, I. M. Bokhovkin, O. F. Gorbunova</i> . On interaction of some model substances and lignin with ferricyanide potassium in the presence of sodium sulphide	77
<i>S. A. Sapotnitsky, L. I. Kryukova, B. A. Gedeonov</i> . The properties of ligno-sulphonates of two-stage cooking of sprucewood with high-temperature first stage	79
<i>L. V. Semenikhina, R. Z. Pen</i> . The properties of bisulphite cellulose from wood with alternative species composition	83
<i>I. A. Alekseeva, S. P. Krechetova, T. A. Sinitsyna, S. A. Puzyrev</i> . On using modified extraction colophony and miscella for sizing paper	87

Content

**COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION
OF PRODUCTION PROCESSES**

V. I. Shustov, Yu. V. Lebedev, G. N. Chikin. Using the theory of mass maintenance service for investigating the work of logging conveyor lines . . .	92
V. K. Khegay. On the question of felling and bunching machines vertical dynamics under the gravitational bunching of trees	95
S. S. Lebed, V. N. Kozlov. Theoretical grounds of timber tying process by the infinite spiral method	100

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

L. I. Iliev, R. N. Gordlenko. On country's forest cadastre	106
E. V. Vorobieva. On planning technical reequipment of production of the level of an enterprise	109
A. Zakirov. Some problems of formation and development of forest industry complexes	112

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

G. M. Davtdov. Estimation of sap yield according to taxation characteristic of a stand	116
I. I. Bardyshev, A. N. Bulgakov, B. G. Udarov, N. G. Zimina. On chemical composition of oleoresin produced by the individual trees of <i>Pinus silvestris</i> species (forest and sibirica subspecies)	117
V. I. Korbut. Bioelectric potential as a degree index of pine trees injury with fire	121
V. S. Zhadenov, V. M. Markin. Results of exploitation of gasoline pruning saws for cleaning cutting	124
Ya. M. Shiryaev, Vidoni Peter. The application of the finite element method to the analysis of gang-saw stresses	126
L. S. Katorina, L. B. Zarudny. Using cyclone currents for working wood waste	128
A. A. Zaitsev. Influence of filtering construction on speed regime of a stream .	130
Ya. G. Dnochnev, S. I. Ryabova, T. V. Khvorostukhina. On variability of composition of turpentine of <i>Pinus silvestris</i>	134
V. I. Krupensky. Oxidation of arabinose with cerous sulphate (IV) in acid medium	136

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

I. V. Voronin. Valuable contribution of Czechoslovak economists to the organization of forestry management	138
K. E. Nikitin, A. Z. Shvidenko, A. A. Stochinsky. Valuable text-book	139

NECROLOGY

Reclorate, Trade Union, Communist Party and Comsomol organizations, Editorial Board of „Forest journal“. Memory of I. M. Bokhovkin	140
--	-----

ISSN 0536—1036

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

1

1979

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений.

Статьи, представляемые в журнал, следуют оформлять в соответствии с введенными новыми ГОСТами. Статьи не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера должны быть не более 3 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) на русском и английском языках и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны, на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как: *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, *l* и *I*, *z* и *z*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) представлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и математических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п.,

упоминаемые в тексте статьи в первый раз, нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом и содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры: должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации (не более трех) представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

К статье должны быть приложены краткий реферат, аннотация и рекомендация кафедры.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 10 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал на 1979 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

Индекс 70368

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, отдельные номера журнала высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163007, Архангельск-7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».