

МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

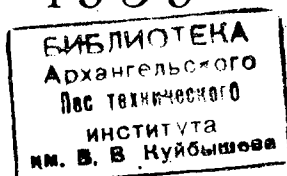
---

*Лесной журнал*

ГОД ИЗДАНИЯ ВТОРОЙ

2

1959



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

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

---

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

Выходит 6 раз в год.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“ № 2

(Год издания второй)

---

Сдано в набор 6/III-59 г. Подписано к печати 24/IV-59 г. Форм. бум. 70x80/16. Печ. л. 15,07.  
Уч.-изд. л. 13,869. Тираж 1300. Сл. 03017. Заказ 486. Цена 10 руб.

---

Типография ми. Склепина, г. Архангельск, Набережная им. Сталина, 86.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ  
ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ  
В ТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ

И. С. МЕЛЕХОВ

Академик ВАСХНИЛ,  
профессор, доктор сельскохозяйственных наук

«Предусмотреть использование лесных ресурсов из расчета не только полного удовлетворения текущих нужд страны, но и сбережения и возобновления лесов».

*Из контрольных цифр развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг., утвержденных XXI съездом КПСС.*

В текущем семилетии, как определено контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР, «Растущие потребности народного хозяйства и населения в лесных материалах будут покрываться за счет усиления заготовок и переработки древесины в многолесных районах Севера, Урала и Сибири», то есть преимущественно в таежных районах.

Основные лесосырьевые ресурсы, от которых зависит снабжение нашей страны древесиной, сосредоточены именно в таежной зоне.

Уже теперь в лесах этой зоны рубки осуществляются на значительной площади, достигающей не менее 2 млн. га ежегодно. Преобладают рубки концентрированные сплошные и условно-сплошные.

В связи с этим становится все более неотложной задачей полноценного облесения концентрированных вырубок. Эта задача занимает важное место и в системе мероприятий по повышению продуктивности таежных лесов. Объем предстоящих лесовосстановительных мероприятий, в связи с дальнейшим развертыванием лесозаготовок в таежной зоне, настолько значителен, что выполнение его силами только органов лесного хозяйства не представляется пока возможным. К решению этой проблемы должны быть привлечены также кадры и технические средства лесозаготовительных организаций, как это и предусматривается контрольными цифрами семилетнего плана.

Естественно, что при выполнении планов лесовосстановительных работ должны быть обеспечены не только количественные, но и качественные показатели. Для квалифицированного выполнения работ на высоком лесоводственно-техническом уровне необходимо использовать накопленный научно-производственный опыт.

Должна быть расширена и углублена теоретическая база таежного лесоводства, что является почетной и ответственной задачей наших

лесных исследовательских учреждений и лесных вузов, расположенных в северных и восточных районах страны.

Возобновление леса на концентрированных вырубках может быть естественным, комбинированным и искусственным. В районах применения концентрированных рубок в настоящее время ведущее место продолжает занимать естественное возобновление. Лесные культуры нужны в первую очередь там, где затруднено естественное возобновление.

Искусственное возобновление леса приобретает все большее значение в южно-таежных районах нашей страны. Но и в северных таежных массивах \*, в связи с более редким плодоношением древостоев и длительным периодом возобновления леса, может стать ощутимой потребность в комбинированном и искусственном возобновлении. Серьезная постановка вопросов искусственного возобновления леса при современных масштабах лесозаготовки связана с необходимостью механизации лесокультурных работ и прежде всего наиболее трудоемкой операции — обработки почвы.

Нашими научно-исследовательскими учреждениями сконструированы для таежных условий некоторые почвообрабатывающие лесные машины и орудия, но серийный выпуск производится еще в очень небольших масштабах. Органами лесного хозяйства принимаются меры к устранению этого недостатка, и надо надеяться, что он будет ликвидирован. Пока проблема механизации в таежном лесоводстве не будет решена, искусственное возобновление леса на концентрированных вырубках с использованием ручных орудий будет иметь только некоторое подсобное, а иногда просто символическое значение.

Помимо сказанного выше, искусственное возобновление леса в таежных районах не всегда успешно потому, что лесные культуры нередко создаются без учета и правильной оценки процессов естественного возобновления леса, без достаточного понимания особенностей природы концентрированных вырубок, их лесорастительных условий, единства леса и среды. Для правильного выбора методов возобновления леса необходимо знать главные, типичные особенности и закономерности облесения концентрированных вырубок в разных районах тайги, в разных типах леса и типах вырубок; к этому следует добавить необходимость учитывать, с одной стороны, требования лесозаготовок, с другой — лесоводственные требования.

Кроме того, надо обратить серьезное внимание на разработку методики экономического анализа возобновления леса, чтобы вооружить практику методами экономической оценки естественного и искусственного возобновления применительно к концентрированным рубкам.

Возобновление леса явление не только биологическое, но и географическое. Мероприятия по возобновлению леса должны строиться с учетом не только природно-географических, но и экономико-географических условий различных районов страны.

Обширные исследования, проведенные в таежных районах Европейской части СССР и частично на Урале и в Сибири, показали, что естественное облесение концентрированных вырубок в истекшей четверти века происходило в общем более или менее успешно, но в значительной части лиственными породами и нередко в длительные сроки.

В районах с климатическими и почвенными условиями, благоприятными для произрастания леса (к ним относится преобладающая часть европейской тайги и значительная часть тайги азиатской) возоб-

---

\* Это не относится к защитным предтундровым лесным массивам, где применение концентрированных рубок должно быть вообще исключено.

новление леса сравнительно долгие периоды отсутствует преимущественно в следующих случаях: на месте бывших катищ (особенно длительной службы); вблизи многих лесных поселков, где на вырубках систематически пасется скот (особенно козы); в местах постоянного сенокосения; на вырубках с часто повторяющимися палами, возникающими от паровозных искр, и весьма губительными для появившегося молодняка; в сильно заселенных хрущем участках; в некоторых сложных и травяных типах леса, в типах с плотным моховым покровом и с задержанием почвы, развивающимся на вырубке ранее появления молодняка леса. Эти места, если они предназначены под лес, особенно нуждаются в мерах содействия естественному возобновлению в искусственном облесении и охране от погравы, пожаров и пр.

Естественное возобновление леса на концентрированных вырубках происходит нередко без смены пород молодняком, как предварительной, так и последующей генерации.

Подрост дорубочного происхождения играет роль обсеменителя концентрированных вырубков. Но не меньшее, а часто большее значение: предварительное возобновление имеет и само по себе как потенциальный сырьевой резерв. Подготовка его не требует почти никаких дополнительных денежных затрат со стороны государства. В свое время проф. М. Е. Ткаченко указывал, что «использование подраста не только освобождает от затраты труда и средств на лесные культуры, но и сокращает период наступления эксплуатационной спелости древостоя на 20—40 лет». Подобные суждения высказывались и другими лесоводами.

Природа предварительного возобновления сложна, тем более, если учесть его перипетии в связи с концентрированными рубками. Оно меняется с изменением почвенно-климатических условий и вместе с тем находится в зависимости от тех климатических, почвенных и биотических условий, которые создаются самим лесом. Эти изменения выражаются в составе пород, количестве особей на единице площади, в разной энергии роста и т. д.

Возобновление под пологом леса идет во многих случаях успешно, особенно в сосняках — вересковых и лишайниковых — сосною, в зеленомошниках — елью и в зеленомошниках, испытавших действие низовых пожаров — елью, сосной, лиственницей и березой. Успешным в ряде случаев может быть и возобновление под пологом еловых лесов, в том числе и в высокопродуцирующих холмовых ельниках-кисличниках — елью, пихтой, а также в черничниках — елью. Проявляется некоторая тенденция к сокращению количества самосева и подраста ели в некоторых типах ельников с юга на север, что можно поставить в связь с особенностями изменения природы ельников, с различиями в их эволюции в разных географических условиях.

В северо-западных районах европейской тайги (Кольский полуостров, север Карелии, северо-запад Архангельской области) предварительное возобновление сосны имеет особенно большое значение.

Различия в возобновлении под пологом связаны не только с типами леса, но и с характером древостоя, в том числе с его возрастной структурой. Не на всех возрастных этапах древостоя под его пологом создаются благоприятные условия для возобновления даже теневыносливых пород. Но в общем под пологом древостоев, пришедших к рубке, мы часто застаем успешное естественное возобновление. Уже сама по себе разреженность многих таежных массивов благоприятствует возобновлению леса под пологом.

Большую роль в формировании возобновления под пологом леса сыграли низовые пожары (в сосняках), выборочные и отчасти условно-

сплошные рубки, создавшие в ряде случаев благоприятные предпосылки для заселения нового поколения леса (часто одновозрастного) под эологом.

Претерпеваемые предварительным возобновлением после сплошной рубки количественные и качественные изменения связаны с породой, возрастом, ростом, развитием, характером распределения подроста (устойчивые биогруппы и менее устойчивый рассеянный, единичный подрост), условиями среды и способом заготовки леса.

Более быстро оправляется после рубки сосновый подрост. В зеленомошниках (особенно в сосняках) он реагирует заметным увеличением прироста в высоту сразу же после рубки, а через пять лет прирост может увеличиваться более, чем вдвое (в ельниках) или даже вчетверо (в сосняках). Сравнительно мало меняется прирост в торфянистых сфагновых сосняках, что связано с малыми изменениями в световом режиме после рубки и с неблагоприятными почвенными условиями.

Еловый подрост оправляется после рубки обычно медленнее сосны. В первые 2—3 года часто наблюдается снижение прироста или очень малое увеличение. В последующие годы прирост заметно возрастает, причем наиболее усиленный прирост елового подроста наблюдается в зеленомошниках (лучше — в сосняках, несколько хуже — в ельниках).

В долгомошных сосняках и ельниках существенной разницы в ходе роста подроста нет.

Охарактеризованные изменения прироста ели на севере даны на основе анализа подроста, сохранившегося на лесосеках и не бывшего в очень сильном угнетении. У сильно угнетенного подроста в первые 4—5 лет после рубки прирост в высоту выражается обычно миллиметрами, заметное увеличение его наблюдается на пятый или чаще на шестой-седьмой годы.

Чем резче меняются после рубки условия произрастания, особенно условия, определяющие фотосинтез и транспирацию (световой режим, режим влажности почвы, прежде всего ее верхних горизонтов, и пр.), тем болезненнее переносит их подрост, тем скорее он отмирает.

Ослабление подроста усиливает опасность появления заболеваний грибного происхождения, а также нападения насекомых.

Известно, что часть подроста повреждается и уничтожается в процессе самой рубки леса — при валке деревьев, их трелевке и очистке лесосеки. Уменьшение этих потерь может быть достигнуто путем проведения ряда организационно-технических и культурно-просветительных мероприятий. Здесь также кроется большой резерв не только для восстановления леса, но и для повышения продуктивности его.

Однако, как бы ни было велико значение предварительного возобновления, только с его помощью невозможно решить проблему облесения концентрированных вырубок. Нельзя недооценивать предварительное возобновление, но не следует его и переоценивать.

Деревья, формирующиеся из подроста предварительной генерации, имеют ряд недостатков, к которым относятся: неравномерность в ширине и строении годичных слоев, нарастающих до и после рубки, повышенная суковатость и сбежистость.

В практике нельзя, таким образом, ориентироваться во всех случаях только на один вид возобновления. В одном участке может осуществляться предварительное возобновление, в другом последующее, а в третьем и то и другое вместе в определенных соотношениях.

Нельзя исключить даже такие случаи, когда может возникнуть необходимость полной замены имеющегося предварительного возобновления последующим возобновлением другой породы. Если, например,

после рубки остался хилый или даже жизнеспособный, но имеющий тугой рост, еловый подрост, из которого способен сформироваться еловый древостой лишь низкой производительности, — то может быть целесообразно будет уничтожить этот подрост, с тем чтобы подготовить почву для последующих культур сосны, если это будет экономически эффективным и приведет к образованию древостоя более высокой производительности. Таким образом, биологическая оценка подростка в практике лесоводства должна непременно дополняться оценкой хозяйственной.

Правильный учет всех отмеченных моментов на практике, причем не только и не столько после рубки, сколько заранее, перед назначением массива в рубку, поможет практическим работникам лесного хозяйства надлежаще оценивать и эффективно использовать предварительное возобновление леса.

Последующее возобновление леса на концентрированных вырубках идет, преимущественно, породами светолюбивыми, холодостойкими, с обильным и частым плодоношением, с легкими семенами, с способностью быстрого вегетативного размножения. До недавнего времени было принято считать, что последующее возобновление теневыносливых пород происходит на вырубках после образования полога светолюбивых пород, то есть через смену пород.

Однако это не единственный путь. В действительности и теневыносливые породы, прежде всего ель, а также и кедр, при наличии источников семян, могут в определенных условиях заселять рубку одновременно со светолюбивыми породами.

Последующее возобновление древесных пород связано с различиями в типах леса и типах вырубок. Разнообразие экологических условий концентрированных вырубок усиливается большой разнохарактерностью самих вырубок, их сложной природой, большое влияние на последующее возобновление оказывает сезон лесозаготовок, с которым связана степень поранения почвы. Там, где полезно обнажение почвы, чаще благоприятна летняя заготовка леса.

По характеру естественного облесения определенными породами в связи с типами леса рубки могут быть расположены в определенных рядах. Для равнинной части таежной зоны такие ряды увязываются с типологической классификацией акад. В. Н. Сукачева, что можно представить в виде особой схемы, которая была в свое время опубликована нами. Согласно этой схеме, при переходе от свежих типов леса к более сухим, количество самосева и подростка сосны возрастает, а количество молодняка березы уменьшается.

При повышении застойной влажности в почве идет процесс зарастания вырубок березой, хотя наблюдается также небольшое увеличение количества молодняка сосны в сравнении со свежими типами леса.

В травяных и приручейных типах леса с проточным увлажнением последующее возобновление сосны подавляется мощной травянистой растительностью, а предыдущего возобновления этой породы, как правило, не бывает, вследствие пожароустойчивости ельников, в особенности приручейных типов леса. Возобновление сосны здесь не может быть успешным без содействия человека.

Возобновление хвойными породами в сложных сосновых и елово-лиственнично-сосновых борах проходит неудовлетворительно.

На полноценное последующее возобновление ели можно рассчитывать в более или менее продуктивных типах леса — в сосняках и ельниках-зеленомошниках, в травяных ельниках и некоторых других, но период возобновления ели может очень сильно растянуться. Возможны следующие варианты последующего возобновления ели:

1) возобновление ели после заселения вырубki лиственными породами или молодняком других хвойных пород;

2) возобновление ели одновременно с лиственными породами; так как в юности лиственные растут быстрее ели, они очень скоро ее обгоняют в росте и образуют верхний полог, создающий благоприятные условия для начальных этапов существования находящейся под ним ели;

3) возобновление ели сразу после рубки при отсутствии последующего возобновления других пород или при слабом заселении их; обычно это наблюдается на почвах относительно легких по механическому составу, хорошо дренированных; при этих общих почвенных условиях возобновление ели зависит и от наземных, в том числе микролокальных, условий среды; возможны здесь и различные сочетания последующего возобновления с предварительным возобновлением ели, с сохранившимся подлеском и т. д.; в зависимости от этих условий ель может то в меньшей, то в большей мере выступать в роли пионера.

При этом интересно отметить, что наилучшие условия для поселения ели создаются на бровках трелевочных волоков при летней рубке.

В результате исследований, проведенных в 1929 и 1930 гг. в северных горельниках, была выявлена зависимость расселения ели от распределения порубочных остатков на площади лесосеки. Эта зависимость выражается кривой параболического вида. На этом основании нами был предложен в свое время метод комбинированной очистки лесосек.

Последующее возобновление и дальнейшее формирование леса особенно тесно связано с типом вырубki и с его изменениями.

К вырубке, как и к лесу, необходимо подходить как к природному единству.

Наиболее наглядным показателем этого единства является растительный покров вырубok (прежде всего напочвенный, не исключая и мертвого).

Разной средой для возобновления леса отличаются, например, вырубki с луговиковым покровом (*Déschampsia flexuosa* Trin.) и покровом из иван-чая (*Chamaenerium angustifolium* (L.) Scop), вейниковым (*Calamagrostis*) и вересковым (*Calluna vulgaris*) покровом и т. д.

Тип вырубki есть явление географическое; он характеризуется определенными почвенными условиями, рельефом, экспозицией, связан с типом леса, с особенностями рубки и происходящими после нее изменениями. Являясь результатом изменения среды, тип вырубki характеризуется в то же время своей особой, ему присущей, средой.

На формирование типа вырубki большое влияние оказывает огонь, вызывающий образование пирогенных или паловых типов. На основе изучения лесов и вырубok Севера эти связи можно отразить в виде следующей схемы (рис. 1). В левой части ее представлены типы вырубok, образовавшиеся без воздействия огня после рубки, в правой — пирогенные типы вырубok, явившиеся результатом сплошного пала. Схема, подтверждая наличие зависимости типа вырубki от типа леса, показывает, что:

1) в одном и том же типе леса после рубки образуются разные (но строго определенные) типы вырубki, в зависимости от того, подвергались или не подвергались они действию пала;

2) типологический диапазон вырубok, образующихся на месте одного и того же типа леса, расширяется с повышением производительности (бонитета) леса;

Поскольку в одном и том же типе леса после рубки лесорастительные условия могут складываться далеко не всегда одинаково, различия в них должны отражать и раскрывать типы вырубok.



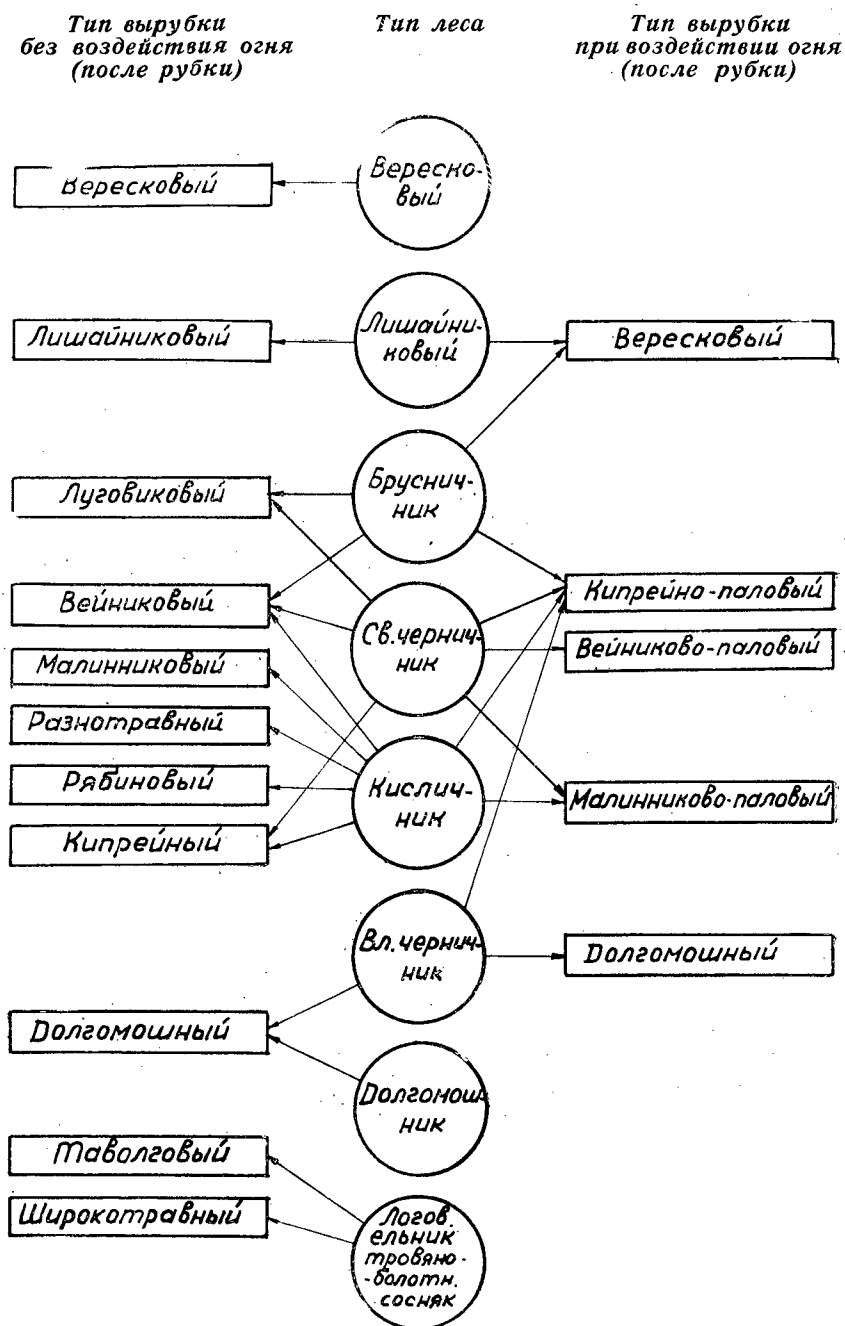


Рис. 1.

Так, например, в подзоне средней тайги кисличник может трансформироваться в 6—7 типов вырубok; вейниковый тип вырубki, кроме кисличника, может быть связан своим происхождением еще с двумя типами леса, а малинниковый, по-видимому, только с одним-двумя типами леса. Однако в более узких географических границах (в пределах лесничества или даже лесхоза) связь типа вырубki с типами леса яв-

ляется более четкой, определенной и потому практически легче устанавливаемой. Так, например, в Квандозерском лесничестве Плесецкого лесхоза (Архангельской области) на месте свежего сосняка или ельника-черничника после рубки, как правило, образуется при отсутствии пала только луговиковый тип, а после пала — кипрейно-паловый тип вырубки.

Характерные растения вырубок являются не только индикаторами условий среды, образующейся после рубки, но и эдификаторами, создателями определенных условий среды.

Тип вырубки определяет изменения в почве, в микроклимате, в составе наземной и почвенной флоры и фауны, в корневых выделениях и др., то есть изменения в условиях среды, от которых зависит возобновление леса.

Паловые вырубки необходимо отличать от беспаловых даже при одном и том же составе травостоя, так как среда для возобновления леса в них может быть различной. Это относится к кипрейным, вейниковым и некоторым другим типам.

Паловые вырубки, несмотря на внешнее сходство, могут сильно отличаться по своей природе друг от друга даже до появления на них растительного покрова. В одних случаях, благодаря достаточному прожиганию напочвенного покрова, они могут представлять идеальную среду для возобновления леса — естественного и искусственного, в других слегка обожженный покров с мощной подстилкой препятствует прорастанию семян; в-третьих — очень сильное прожигание, приводя к уничтожению органического вещества почвы, к ослаблению жизнедеятельности микроорганизмов, а иногда еще и к остеклению почвы, — ухудшает условия возобновления и роста леса.

В Финляндии, Швеции и некоторых других странах на сплошных концентрированных вырубках широко применяется сплошной пал в целях возобновления леса. Это производится обычно на месте зеленомошных типов леса с мощным моховым и грубогумусным покровом, препятствующим возобновлению и росту леса (особенно сосны). Таким путем финские лесоводы, например, добиваются повышения прироста древостоев, по их утверждению, в 10 раз. Если отнестись с осторожностью и уменьшить данную цифру хотя бы вдвое, то и в этом случае данный метод повышения продуктивности лесов заслуживает внимания. Из истории наших лесов мы знаем немало примеров образования высокопродуктивных древостоев, особенно сосновых, на старых пашнях-подсеках. Сильное прожигание покрова и последующее возобновление леса устраняет или ослабляет опасность задернения лесосек, образования, например, луговиковых вырубков. Таким образом, могут специально создаваться своеобразные паловые вырубки в целях содействия их облесению. Однако было бы неосторожно применять интенсивный сплошной пал на лишайниковых вырубках, особенно в условиях всхолмленного рельефа, так как это повело бы к ухудшению почвы и последующим затруднениям в возобновлении леса, к уничтожению имеющегося обычно в этих условиях предварительного возобновления и могло бы вызвать опасность эрозии почвы, причем не только в южных районах, но даже и на севере тайги. Легкое же поверхностное обжигание напочвенного покрова при отсутствии возобновления сосны и спокойном рельефе может быть допущено и в лишайниковых вырубках; оно может способствовать последующему возобновлению сосны.

Целевые паловые вырубки должны быть лишены недостатков, присущих стихийно-паловым вырубкам. Это достигается заблаговременной серьезной подготовкой к проведению пала и последующих лесовосстановительных мероприятий. Разумеется, не может быть речи об очень ши-

роком применении пала, тем более, что у нас поставлена проблема полной утилизации отходов лесозаготовок. Таким образом, намечается общая тенденция развития безогневых способов очистки лесосек. Но полностью исключать возможность разумного применения пала на лесосеках в отдельных северотаежных районах пока еще нет оснований. Поэтому изучение особенностей паловых вырубок имеет важное значение для лесокультурной практики.

Тип вырубки динамичен, он представляет собою определенный этап развития растительности, поэтому должен изучаться не только в пространственном распределении, но и во времени. Необходимо вовремя выявить начальную фазу этого этапа, дающую возможность представить дальнейшее потенциальное развитие типа вырубки, установить время апогея, спад и переход в новый этап.

Типы вырубок различают по продолжительности: одни из них существуют 3—5 лет, другие — до 10 лет и более.

В частности, луговиковый и долгомошный типы вырубок обычно отличаются большей длительностью существования, нежели кипрейный.

Выделение, изучение и практическое использование типов вырубок в той или иной мере имеет значение для всех лесных районов, где осуществляются сплошные рубки. Так, на Сахалине широко распространены вейниковые вырубки, образующиеся на месте некоторых типов темнохвойных лесов. Там же, по-видимому, целесообразно было бы выделение типа бамбуковых вырубок, создающих крайне неблагоприятную обстановку для возобновления леса.

На основании описаний растительного покрова сплошных вырубок в лесах Северного Кавказа можно прийти к заключению о правомерности выделения там типов вырубок: овсяницевого, кипрейного, вейникового, рододендрового, кавказско-черничного, малинникового, папоротникового и др. Одноименные типы вырубок в разных районах по своей природе имеют некоторые черты общности, что в определенных случаях позволяет более или менее одинаково пользоваться ими в практике лесовозобновления. Однако необходимо предостеречь против переоценки этой общности, так как в разных географических районах они могут настолько отличаться по своей природе, что практическая оценка их по районам окажется весьма различной. С другой стороны, в одном и том же районе, на разных этапах формирования, один и тот же тип вырубки может оказывать различное влияние на возобновление леса.

Знание типологии вырубок позволит лесоведам эффективно использовать благоприятные условия для возобновления леса и своевременно предотвращать неблагоприятные. Тип вырубки, отражая лесорастительные условия, не только указывает на возможности и пути возобновления леса в данный момент (что разумеется, очень важно и необходимо), но (в меру наших знаний по типологии леса и вырубок) позволяет также судить о прошлых и будущих изменениях лесорастительных условий и, следовательно, дает возможность предсказывать ход будущего возобновления и формирования леса.

Так, на месте влажного ельника-черничника после рубки образуется обычно долгомошный тип вырубки, а последний создает предпосылки для поселения березы (особенно *Betula pubescens*) и образования березняка-черничника как переходного этапа для восстановления ельника-черничника (но с новыми качественными особенностями, отличающими его от прежнего ельника-черничника).

Образование луговикового типа вырубки, как и ряда вариантов вейниковых вырубок, сильно препятствует последующему возобновлению леса. Чистые и смешанные типы оказывают неодинаковое влияние на

возобновление леса. Стационарные исследования кафедры лесоводства Архангельского лесотехнического института в учебно-опытном лесхозе-института показали, например, что период естественного возобновления хвойными на чистых луговиковых и вейниковых вырубках равняется 12—15 годам, а на смешанных луговиково-вейниковых и вейниково-луговиковых — 8—10 годам. Превращение луговиковой вырубки в лес может пойти несколькими путями: через непосредственное, но нередко довольно затяжное, естественное облесение ее, или через этапы заболачивания и последующего разболачивания, связанного с появлением березы и других древесных пород.

Процессы возобновления леса и напочвенные изменения, а также изменения в почве, взаимообусловлены. Смены растительного покрова и формирование леса (при последующем возобновлении) можно представить на примере некоторых типов леса в виде следующей схемы (рис. 2). Схема отражает этапные смены растительного покрова вырубок в ельниках-черничниках (без воздействия огня). Число таких схем может быть большим, но эти примеры показывают принципиально-методический подход к раскрытию закономерностей в изменении растительного покрова на концентрированных вырубках. Различия в растительных этапах, их взаимосмены сказываются и на продолжительности периода возобновления леса, который в природе может быть весьма различным. Сокращение периода возобновления хозяйственно-ценных пород — одно из важных средств повышения продуктивности лесов. Последующее, тем более нерастянутое, возобновление леса дает возможность обеспечить получение в будущем древесины высокого качества — с равномерным строением годичных слоев, малым количеством сучков и т. д. Эти преимущества последующего возобновления перед предварительным необходимо использовать. Но надо еще раз подчеркнуть, что и предварительное и последующее возобновление и их сочетание при правильной оценке могут успешно применяться в практике облесения концентрированных вырубок.

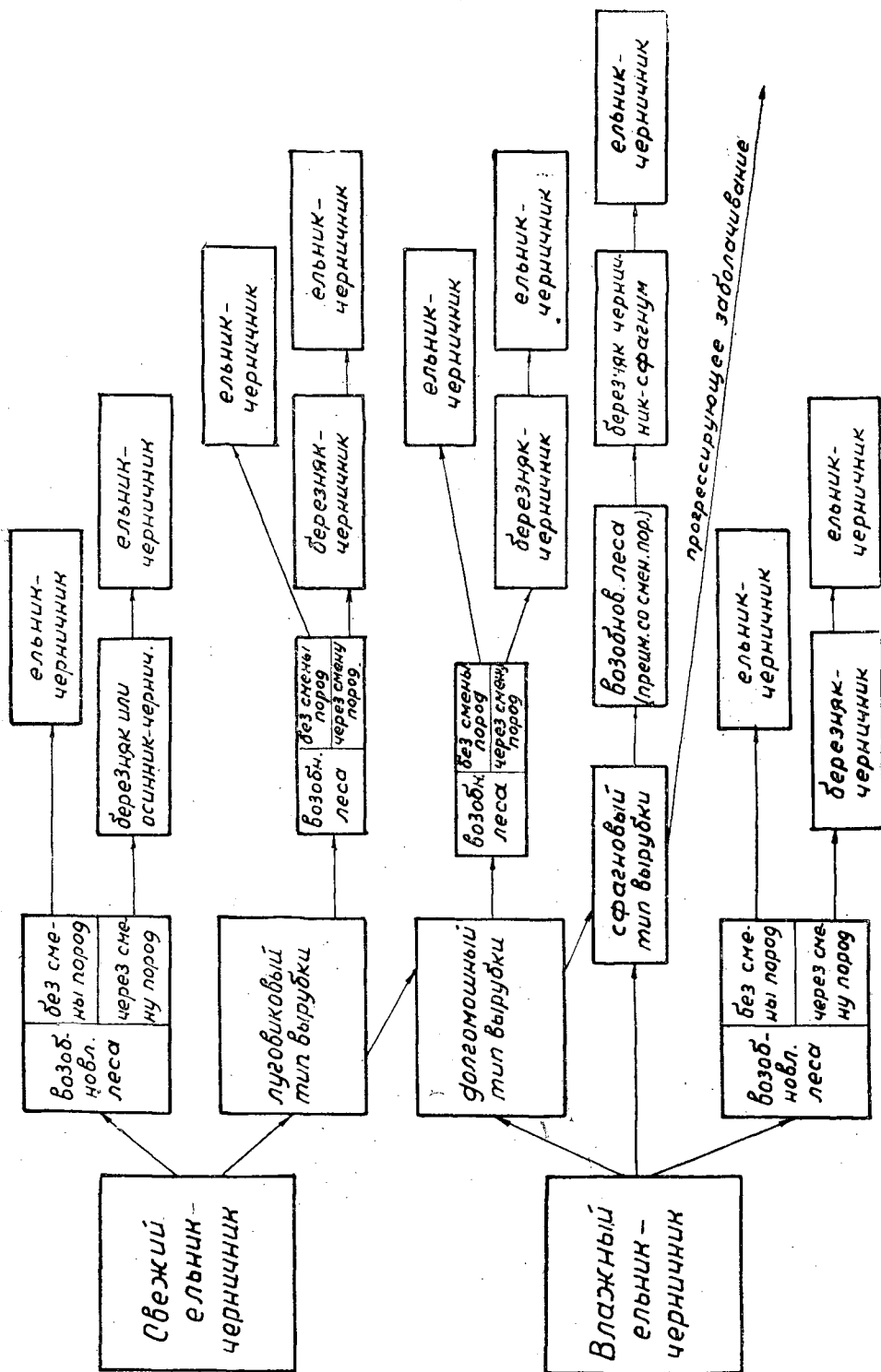
При проектировании возобновления леса важное значение имеет вопрос о выборе древесной породы, так как надо учитывать соответствие породы условиями произрастания и ее экономическую значимость.

В таежной зоне наибольшее хозяйственное значение имеют и долгое время будут иметь хвойные, особенно такие наши породы, как сосна, ель, лиственница, древесина которых имеет мировую славу; большое народнохозяйственное значение, особенно в Сибири, на Урале, имеет сибирский кедр, а на Дальнем Востоке — корейский кедр. Вместе с тем не следует пренебрегать положительными сторонами возобновления местных лиственных пород (особенно березы).

При возобновлении леса должны использоваться также древесные породы, которые не произрастают в районах проведения рубок, но могут дать больший эффект по сравнению с местными породами. К числу их можно отнести, например, нашу лиственницу (*Larix sukaczewii* Djil.), разведение которой заслуживает внимания не только в районах ее естественного распространения, но и за их пределами, например, в Карелии, Мурманской и Ленинградской областях, а также и в более южных районах страны; недаром шведские и финские лесоводы с особенной охотой вводят нашу лиственницу в состав своих лесов, часто отдавая ей предпочтение перед сосною и елью.

Надо обратить внимание на введение (интродукцию) в таежных районах нашей страны хвойных и из других стран, прежде всего в опытным порядке.

Необходимо иметь в виду, что одна и та же порода может иметь



разное хозяйственное значение не только в разных районах, но и в одном и том же районе. Так, например, после рубки в некоторых типах низкобонитетных ельников более целесообразным может быть не естественное возобновление ели, а искусственное возобновление сосны, если последняя дает при этих почвенных условиях насаждение более высокой продуктивности. В противоположных условиях предпочтение может быть отдано ели.

Одна и та же порода дает древесину неодинакового качества в разных типах леса, а в пределах одного типа — в древостоях разной сомкнутости. Следовательно, надо стремиться выбрать древесную породу с таким расчетом, чтобы при данных природных условиях она дала высокую не только количественную, но и качественную производительность древостоя.

Сложность вопроса усугубляется тем, что даже в таежных условиях не всегда выращивание одной древесной породы обеспечит наибольшую продуктивность леса. Речь может идти и о создании смешанных древостоев, наиболее полно отвечающих данным природным условиям и могущих обеспечить наибольший экономический эффект. Теория и практика создания таких древостоев для наших таежных районов еще мало разработана.

Поэтому необходимо проводить сравнительное изучение продуктивности чистых и смешанных древостоев в разных типах таежного леса, взаимоотношений древесных пород и смен растительного покрова, происходящих после пожаров и рубок (наподобие смен, например, показанных на рис. 2).

Имеющиеся данные позволяют уже теперь оценить и использовать в практике почвоулучшающую роль некоторых наших древесных пород, таких как береза, лиственница, серая ольха и др.

В ряде районов таежной зоны значительная часть лесных площадей заболочена и покрыта низкопродуцирующими древостоями. Эти территории будут требовать все большего лесоводственного внимания. В связи с развертыванием лесоосушительных работ, намечаемым контрольными цифрами развития народного хозяйства на 1959—1965 гг., необходимо начать продвижение этих работ к северу — в районы давней эксплуатации, где заметно сократилась площадь высокопродуктивных лесов. Совнархозы северных экономических районов Европейской части СССР уже теперь могли бы оказать серьезную помощь в постановке и развитии научно-производственных опытов по осушению и рациональному освоению заболоченных лесов.

За последние годы несколько продвинулась научная разработка вопросов агротехники искусственного выращивания леса в таежных условиях (ЛенНИИЛХ, ЛТА, Карельский филиал АН СССР, АЛТИ, Архангельский стационар АН и др.), на основе чего производству даны некоторые рекомендации. К этим вопросам должно быть привлечено и в дальнейшем внимание таежных научно-исследовательских организаций.

В процессе исследований и внедрения научных результатов в производство возможно еще пока придется преодолевать инертность в связи с не всегда верными, устаревшими представлениями. Так, до сих пор еще трудно преодолеть сложившееся неправильное представление о якобы повсеместной ветровальности ели и обязательной ветроустойчивости сосны, что мешает осуществлению эффективности для определенных условий методов возобновления леса.

За последнее время среди лесоводов довольно широко распространено мнение о невозможности и нецелесообразности содействия естественному возобновлению леса без подсева. В ряде случаев неудачи

действительно имеют место. Но обобщать такой вывод, по крайней мере, преждевременно. Кафедра лесоводства Архангельского лесотехнического института провела многолетние стационарные опыты по составлению семенников сосны и лиственницы, что в сочетании с минерализацией площадок на луговиковых вырубках учебно-опытного лесхоза АЛТИ дало очень хорошие результаты. Семенная проблема в условиях Севера является особенно трудной, и надо применять все возможные меры не только к повышению урожаев семян (чего в широкой практике таежного лесоводства мы еще не сразу достигнем), но и экономно, умело их использовать. Надо избегать одностороннего подхода. В одних условиях необходимо так называемое «содействие с подсевом», в других оно может быть совершенно излишним и т. д.

Таким образом, выращивание хозяйственно-ценных древесных пород, обеспечивающих при определенных почвенно-климатических условиях наиболее высокую количественную и качественную продуктивность древостоев, сокращение периода возобновления их, умелое использование предварительного и обеспечение последующего возобновления леса на основе типов леса и типов вырубок, осуществление дифференцированной очистки лесосек и применения агротехники с учетом производственных и природных условий, улучшение семенного дела — представляют собою основные пути решения поставленной задачи.

Эта статья не претендует на освещение всех сторон проблемы возобновления леса в таежной зоне. В частности, опущены вопросы оставления обсеменителей при механизированных лесозаготовках.

Важное значение приобретают вопросы очистки лесосек в связи с трелевкой с кронами и вообще лесоводственная оценка этого вида трелевки; они требуют постановки серьезного экспериментального изучения.

Хотелось бы в виде общего вывода подчеркнуть необходимость дифференциации лесовосстановительных мероприятий в таежных лесах в связи с природными и производственными условиями на основе отмеченных закономерностей в процессах естественного возобновления и формирования леса.

\* \* \*

Успех решения проблемы возобновления леса, как и других народнохозяйственных проблем в нашей стране, обеспечивается в конечном счете единством теории и практики. Необходимо шире развивать сотрудничество наших таежных научно-исследовательских учреждений и лесных вузов с производством.

В целях ускорения внедрения научных результатов в производство необходимо предоставлять научным учреждениям широкую возможность своевременной постановки опытов в полупроизводственных и производственных условиях (например, в масштабе лесничества, лесхоза, леспромхоза, группы лесхозов и леспромхозов).

Обеспечение лесохозяйственных, прежде всего лесовосстановительных, мероприятий в таежных лесах в намечаемых объемах и на надлежащем научном уровне может быть достигнуто на основе самого тесного сотрудничества лесоводов и лесозаготовителей.

Все это необходимо для выполнения величественных задач семилетнего плана.

Поступила в редакцию  
16 февраля 1959 г.

## ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ НАЧАЛЬНОГО ПЕРИОДА ВЕСНЫ \* И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫХ РАБОТ

А. В. ТЮРИН

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

Среди древесных и кустарниковых пород, произрастающих в лесах Европейской части СССР, первыми зацветают ольха серая, орешник-лещина и ольха черная. От времени их зацветания, как от начальной грани, можно вести надежный счет до наступления тех или иных явлений в жизни природы. На основании этого Северное опытное лесничество \*\* более 40 лет назад предложило делить весну на два периода: первый (начальный) от дня зацветания ольхи серой до дня зацветания березы, второй — от дня зацветания березы до дня зацветания сосны. Такое деление имеет смысл не только для северной, но и для средней полосы Европейской части СССР, только там в качестве указателя весны, наряду с ольхой серой (а южнее — взамен ее) могут служить орешник-лещина и ольха черная.

Время зацветания ольхи серой, орешника-лещины и ольхи черной, с одной стороны, и зацветание березы — с другой, образуют естественные грани периода, который с полным основанием может быть назван наилучшим для проведения лесокультурных работ. В это время оптимальные влажность и температура почвы создают благоприятные условия для посева и посадки главнейших древесных пород: сосны, ели, дуба, ильмовых, клена, ясеня, березы. Пробуждается жизнедеятельность корней дерева, наступает полное набухание листовых почек, которые у названных пород происходит, за редким исключением, до

Таблица I

Пункты наблюдений	Даты начала набухания почек у древесных пород						Дата зацветания березы
	береза	дуб	ясень	липа	клен остролистый	ильм	
Бобруйск . . .	13.IV	24.IV	28.IV	18.IV	13.IV	14.IV	24.IV
Гомель . . .	12.IV	18.IV	23.IV	14.IV	15.IV	—	23.IV
Раифа . . . .	19.IV	19.IV	—	21.IV	22.IV	—	2.V
Юматово . .	25.IV	3.V	—	26.IV	27.IV	27.IV	30.V

\* От зацветания ольхи серой, орешника-лещины и ольхи черной до зацветания березы.

\*\* Ныне Северная лесная опытная станция.



зацветания березы (табл. 1). Раскрытие же листовых почек этих пород происходит у клена остролистого и ильма почти одновременно с зацветанием березы, у липы, дуба, ясеня, сосны — несколькими днями позже, у самой березы — за несколько дней до зацветания [6].

О сроках зацветания названных пород в нашей литературе опубликовано очень немного данных. Они касаются, главным образом, некоторых северных, центрально-нечерноземных и северо-западных областей Европейской части СССР [7].

Значительный и притом однородный материал по сезонному развитию лесных пород был накоплен (начиная с 1948 г.) путем систематических наблюдений в следующих пунктах:

1. Сиверская Ленинградской обл., Сиверский опытный лесхоз.
2. Петрозаводск Карело-Финской АССР, Петрозаводская лесная опытная станция.
3. Обозерский Архангельской обл., Северная лесная опытная станция.
4. Котлас Архангельской обл., Котласская лесная опытная станция.
5. Бобрыйск Белорусской ССР, Осиповичский лесхоз, Жорновское опытно-производственное лесничество.
6. Горки Могилевской обл., Белорусской ССР, Горецкий лесхоз, Zubровское опытно-производственное лесничество.
7. Гомель Белорусской ССР, Ленинский опытный лесхоз.
8. Тростянец Сумской обл., Украинской ССР, Тростянецкий опытный лесхоз, Тростянецкой опытной лесной станции. Постоянный наблюдатель — старший научный сотрудник И. Г. Рудаков.
9. Шипов лес Воронежской обл., Шиповская лесная опытная станция. Постоянный наблюдатель — старший научный сотрудник К. В. Крыжановский.
10. Раифа Татарской АССР, Раифский опытный лесхоз Татарской лесной опытной станции.
11. Юматово Башкирской АССР, Юматовский опытный лесхоз Башкирской лесной станции.
12. Бузулукский бор Оренбургской обл., Боровая лесная опытная станция.
13. Вешенская Ростовской обл., Донская лесная опытная станция.
14. Скопин Рязанской обл., наблюдатель Н. А. Третьяков.
15. Раменское Московской обл., наблюдатель В. И. Долгошов.
16. Якша, Печеро-Ильичский госзаповедник.
17. Звенигородка Украинской ССР, метеостанция. Наблюдатель С. Е. Безверщенко.
18. Приокский Госзаповедник Московской обл.
19. Глухов Украинской ССР, агрометеостанция.
20. Житомир Украинской ССР, гидрометеостанция.
21. Шокино Смоленской обл., метеостанция.
22. Яренск Архангельской обл., гидрометеостанция.
23. Киров (обл.) наблюдатель А. И. Шернин.
24. Кувшиново Калининской обл., гидрометеостанция.
25. Алуксне Латвийской ССР, метеостанция, наблюдатель В. А. Биндеман.
26. Селичевка Киевской обл., Украинской ССР, наблюдатель И. С. Юречко.
27. Боярка Свердловской обл., наблюдатель В. А. Батманов.
28. Весенний Подол Полтавской обл., Украинской ССР, гидрометеостанция.
29. Шабердино Ижевского района, Удмуртской АССР, наблюдатель И. С. Глазырин.
30. Ленинград, Лесное.
31. Пушкино Московской обл., наблюдатель А. В. Тюрин.
32. Собакино Московской обл., метеостанция, наблюдатель Н. В. Савинский.
33. Семеновка УССР, гидрометеостанция.
34. Емецк Архангельской обл., гидрометеостанция.
35. Пинега Архангельской обл., гидрометеостанция.
36. Вилегодское Архангельской обл., гидрометеостанция.
37. Спас-Деменск Калужской обл., метеостанция.
38. Полтево-Пеньки Рязанской обл., наблюдатель М. В. Фролкин.
39. Шенкурск Архангельской обл., гидрометеостанция.
40. Вожега Вологодской обл., гидрометеостанция.
41. Каргополь Архангельской обл., гидрометеостанция.
42. Бологое Калининской обл., гидрометеостанция.
43. Максатиха Калининской обл., гидрометеостанция.
44. Бежецк Калининской обл., гидрометеостанция.

Первые четыре из перечисленных выше учреждений (1, 2, 3, 4) находятся в ведении Ленинградского научно-исследовательского института лесного хозяйства (ЛенНИИЛХ, г. Ленинград); следующие три (5, 6, 7) — в ведении БелНИИЛХ (г. Гомель); 8 — находится в ведении УкрНИИЛХ (г. Харьков); остальные (9, 10, 11, 12, 13) — в ведении ВНИИЛМ (г. Пушкино Московской обл.). Общее руководство осуществляет ВНИИЛХ\*.

В табл. 2 приведены результаты наблюдений за сроками зацветания ольхи серой, орешника-лещины, ольхи черной.

Там, где не было данных за все семь лет, средние даты за этот период выводились по ближайшим точкам, в которых наблюдения велись непрерывно. Для Котласа это было сделано по поселку Обозерскому, для Петрозаводска — по Сиверской, для Бобруйска и Горок — по Гомелю, для Тростянца и Вешенской — по Шипову лесу, для Житомира — по Звенигородке. Для Глухова, Шокина и Кувшинова средние выведены по шести годам, так как не было удовлетворяющих нас близких точек для приведения к семилетнему периоду. Полагаем, что это не вызовет ошибки большей, чем на один день.

Как производилось приведение к семилетнему периоду, можно видеть из следующего.

По наблюдениям за шесть последних лет средней датой зацветания ольхи серой для Петрозаводска можно считать 18.IV.; для Сиверской за эти же годы — 13,7. IV, то есть на 4,3 дня раньше. Но средняя дата зацветания ольхи серой для Сиверской за семь лет — 13,4. IV. Поэтому с большой вероятностью можно считать, что средняя дата зацветания ольхи серой для Петрозаводска, приведенная к семилетнему периоду, будет 17,7. IV, округленно 18. IV. В последнем столбце табл. 2 для сравнения приведены данные для ольхи серой.

Следует отметить, что при совместном произрастании ольха серая, орешник-лещина и ольха черная зацветают практически одновременно: сначала ольха серая, через два дня орешник-лещина и через день после него ольха черная [3], [7].

Это согласуется с данными, приведенными в таблице для ольхи черной. При сравнении дат зацветания ольхи черной и орешника в одних и тех же местах (опуская данные для Горок за 1950—1951 гг. как спорные и не согласующиеся со всеми другими данными), можно видеть, что в средней полосе ольха черная зацветает на один день позже орешника.

В таких местах, как Шипов лес, Тростянец, Вешенская — ольха серая в естественных лесах не встречается. Приведенные в табл. 2 даты ее зацветания относятся к культурным экземплярам.

На рис. 1 показаны линии одновременного зацветания (изолинии) ольхи серой в разных пунктах наблюдений, которые даны под номерами, приведенными на стр. 17. Эти изолинии могут характеризовать также ход зацветания орешника-лещины и ольхи черной (конечно, для тех мест, где эти породы произрастают), если даты приведенных для ольхи серой изолиний увеличить на два дня для орешника и на три дня для ольхи черной.

Изолиния 1. IV проходит по точкам 5 (2. IV), 7 (1. IV), 26 (30. III), 17 (1. IV).  
Изолиния 7. IV — по точкам 25 (7. IV), 30 (7. IV), 6 (5. IV), 19 (8. IV), 8 (4. IV), 9 (8. IV), учитываются показания точки 13 (10. IV).  
Изолиния 12. IV начинается от точки 1 (13. IV), идет к югу до г. Белого на р. Обше, затем обходит с юго-запада между точками 6 и 21 Валдайскую и Смоленско-Московскую возвышенности и проходит близ точек 18 (12. IV), 15 (13. IV), 14 (12. IV), 13 (10. IV).

\* Ныне Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ).

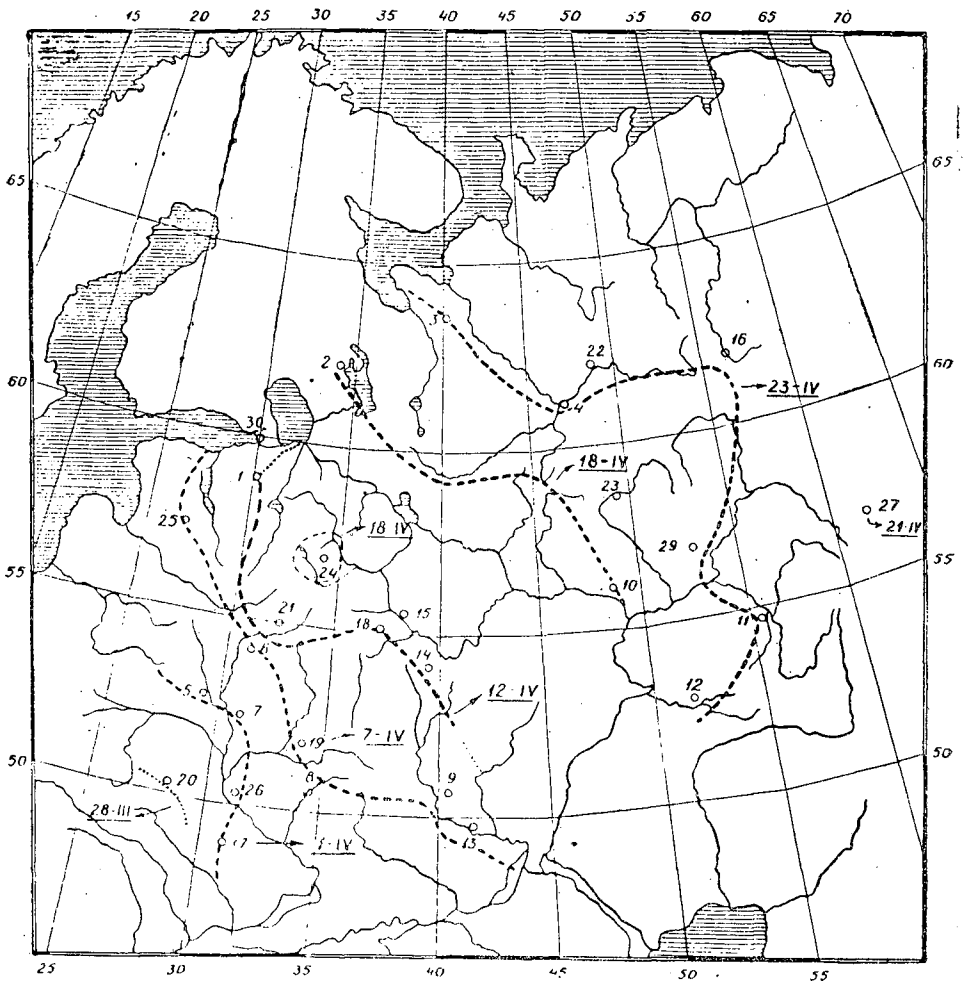


Рис. 1. Ход зацветания ольхи серой, орешника-лещины и ольхи черной (с 1948 по 1954 г.). Даты поставлены для ольхи серой. 1, 2, 3 и т. д. — пункты наблюдений.

Изолиния 18. IV проходит через точки 2 (18. IV), 10 (19. IV), причем учитываются показания точки 23 (20. IV). Было также принято во внимание то, что Череповец на р. Шексне и Никольск на р. Юг находятся (по данным А. А. Шиголева и А. П. Шиманюка) на одной изолинии зацветания ольхи серой. Верховье р. Волги — Кувшиново — (точка 24, 18. IV), выделено особо, как межзональное пятно, вызванное поднятием Валдайской возвышенности.

Изолиния 23. IV проходит через точки 3 (23. IV), 4 (24. IV), 16 (23. IV), 29 (22. IV), 11 (23. IV), 12 (22. IV).

Мы не проводили наблюдений над зацветанием ольхи серой или орешника на Бугульминско-Белебеевской, Приволжской, Подольской и Донецкой возвышенностях. Однако, судя по влиянию Валдайской возвышенности на сроки зацветания ольхи серой, можно полагать, что на этих возвышенностях сроки зацветания будут на 3—4 дня запаздывать в сравнении с соседними изолиниями, характеризующими равнинные места. Это соображение имеет значение не только для рассматриваемых в данном месте ольхи серой и орешника, произрастающих на

Таблица 2

№ пункта	Пункты наблюдений	Даты зацветания по годам						Средние даты, привнесенные к 7 годам		
		1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	для названных пород	для ольхи серой
Ольха серая										
1	Сверская	12.IV	2.IV	7.IV	15.IV	14.IV	14.IV	30.IV	13.IV	13.IV
2	Петрозаводск	—	13.IV	15.IV	15.IV	20.IV	15.IV	30.IV	18.IV	18.IV
3	Обозерское	14.IV	23.IV	19.IV	25.IV	23.IV	24.IV	1.V	23.IV	23.IV
4	Котлас	17.IV	24.IV	—	—	—	—	30.IV	24.IV	24.IV
15	Раменское	20.IV-47 г.	10.IV	11.IV	7.IV	19.IV	9.IV	18.IV	13.IV	13.IV
16	Якша	3.V	20.IV	19.IV	13.IV	5.V	15.IV	15.IV	23.IV	23.IV
21	Шокино	—	17.IV	8.IV	9.IV	23.IV	15.IV	20.IV	15.IV	15.IV
22	Яренск	6.V	1.V	22.IV	17.IV	22.V	24.IV	11.V	2.V	2.V
23	Киров	30.IV	25.IV	19.IV	2.IV	26.IV	19.IV	19.IV	20.V	20.V
24	Кувшиново	20.IV	25.IV	12.IV	—	20.IV	8.IV	21.IV	18.IV	18.IV
25	Алуksне	6.IV	1.IV	4.IV	10.IV	14.IV	8.IV	8.IV	7.IV	7.IV
27	Боярка	23.IV	27.IV	16.IV	7.IV	2.V	18.IV	24.IV	21.IV	21.IV
29	Шабердино	20.IV	18.IV	22.IV	26.IV	26.IV	22.IV	20.IV	22.IV	22.IV
30	Ленинград	8.IV	29.III	4.IV	10.IV	15.IV	8.IV	9.IV	7.IV	7.IV
Орешник-лещина										
5	Бобруйск	2.IV	5.IV	26.III	3.IV	15.IV	3.IV	—	4.IV	2.IV
6	Горки	6.IV	—	6.IV	5.IV	15.IV	6.IV	—	7.IV	5.IV
7	Гомель	3.IV	27.III	31.III	31.III	14.IV	3.IV	7.IV	3.IV	1.IV
8	Тростянец	1.IV	7.IV	2.IV	29.III	—	3.IV	17.IV	6.IV	4.IV

Продолжение табл. 2

№ пункта	Пункты наблюдений	Даты зацветания по годам							Средние даты, приведенные к 7 годам	
		1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	для названных пород	для ольхи серой
17	Звенигородка . . . . .	6.IV	27.III	1.IV	27.III	11.IV	2.IV	7.IV	3.IV	1.IV
18	Приокский заповедник . . . . .	8.IV	14.IV	15.IV	8.IV	23.IV	12.IV	18.IV	14.IV	14.IV
19	Глухов . . . . .	13.IV	13.IV	6.IV	31.III	—	11.IV	17.IV	—	8.IV
20	Житомир . . . . .	3.IV	—	24.III	26.III	12.IV	26.III	4.IV	30.III	28.III
9	Шилов лес . . . . .	10.IV	11.IV	7.IV	30.III	16.IV	15.IV	13.IV	10.IV	8.IV
10	Раيفا . . . . .	29.IV	24.IV	24.IV	5.IV	28.IV	15.IV	20.IV	21.IV	19.IV
11	Юмагово . . . . .	2.V	5.V	18.IV	12.IV	6.V	21.IV	22.IV	25.IV	23.IV
14	Скопин . . . . .	13.IV	10.IV	10.IV	10.IV	23.IV	16.IV	19.IV	14.IV	12.IV
26	Селгевка . . . . .	3.IV	27.III	22.III	27.III	13.IV	1.IV	7.IV	1.IV	30.III
28	Весенний Подол . . . . .	14.IV	26.III	21.III	1.IV	11.IV	9.IV	28.IV	7.IV	6.IV
Ольха черная										
12	Бузулукский бор . . . . .	3.V	2.V	19.IV	15.IV	29.IV	24.IV	26.IV	25.IV	22.IV
13	Вешенская . . . . .	—	—	7.IV	2.IV	22.IV	16.IV	15.IV	13.IV	10.IV
5	Бобрыйск . . . . .	4.IV	5.IV	25.III	29.IV	—	—	—	—	—
6	Горки . . . . .	9.IV	11.IV	17.IV	14.IV	—	—	—	—	—
7	Гомель . . . . .	—	—	4.IV	3.IV	—	6.IV	—	—	—
8	Тростянец . . . . .	—	—	—	1.IV	—	18.IV	—	—	—
10	Раيفا . . . . .	—	25.IV	20.IV	3.IV	—	—	25.IV	—	—

суходолах, но и для других пород, в том числе для березы. Для ольхи черной это, по-видимому, не имеет значения, так как она произрастает в понижениях. При сравнении линий одновременного зацветания наших пород с проходящими через Москву изотермами воздуха за март и апрель (изотерма марта идет от Ленинграда через Москву на Камышин, Калмыково на р. Урал, а изотерма апреля — от Риги через Псков, Москву на Казань, Орск на р. Урал), можно видеть, что изолинии (они все датированы апрелем) параллельны не апрельской, а скорее всего мартовской изотерме воздуха. Мы не знаем, к сожалению, изотермы почвенного слоя, где расположены корни деревьев и кустарников. Можно предположить, что изотермы почвенного слоя в апреле еще не имеют широтного направления, в то время как изотермы воздуха его уже обнаруживают. Весьма вероятно, что в апреле изотермы почвенного слоя имеют обычное для зимних месяцев направление с северо-запада на юго-восток. Этому направлению и следуют изолинии зацветания древесно-кустарниковых первоцветов: ольхи серой, орешника-лещины и ольхи черной. Уместно будет напомнить, что на европейском севере (Архангельская область) ольха серая часто зацветает при наличии снежного покрова (там почва нередко совсем не промерзает, а если и промерзает, то оттаивает под снегом [1]), в то время как в средней и южной полосе орешник зацветает обычно после того, как снег сойдет и почва (сильно промерзающая здесь зимою) уже оттаяла [4]. Поэтому изолинии зацветания ольхи серой, орешника-лещины и ольхи черной не параллельны линиям фронта таяния снежного покрова (как они показаны у Г. Д. Рихтера [5]), а пересекают их.

Результаты наблюдений о зацветании березы показаны в табл. 3. Даты фенофаз для березы приведены к семилетнему периоду таким же способом, как и в табл. 2. Это приведение сделано по Обозерскому для Емецка, Пинеги, Петрозаводска и Котласа; по Гомелю для Бобруйска; по Звенигородке для Тростянца; по Бузулукскому бору для Вешенской; по Вилегодскому для Яренска; по Глухову для Семеновки; по Бологому для Бежецка и Максатихи; по Шенкурску для Вожеги и Каргополя.

Таблица 3

№ пункта	Пункты наблюдений	Даты зацветания березы по годам							Средние даты, приведенные к 7 годам
		1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	
1	Сиверская . . . . .	6.V	29.IV	4.V	16.V	3.V	2.V	18.V	7.V
2	Петрозаводск . . . . .	—	7.V	16.V	20.V	24.V	14.V	21.V	16.V
3	Обозерская . . . . .	19.V	18.V	10.IV	10.IV	3.IV	20.V	22.V	27.V
4	Котлас . . . . .	—	10.V	—	—	—	—	18.V	24.V
5	Бобруйск . . . . .	13.IV	3.V	24.IV	26.IV	25.IV	1.V	4.V	27.IV
6	Горки . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	30.IV
7	Гомель . . . . .	—	29.IV	23.IV	28.IV	1.V	29.IV	4.V	27.IV
8	Тростянец . . . . .	—	—	19.IV	19.IV	—	3.V	5.V	27.IV
31	Пушкино . . . . .	5.V	4.V	27.IV	5.V	2.V	26.IV	10.V	3.V
10	Раифа . . . . .	3.V	12.V	27.IV	26.IV	16.V	4.V	6.V	5.V
11	Юматово . . . . .	6.V	8.V	27.IV	19.IV	15.V	27.IV	7.V	3.V
12	Бузулукский бор . . . . .	7.V	8.V	25.IV	22.IV	13.V	27.IV	5.V	2.V
13	Вешенская . . . . .	—	—	20.IV	5.IV	29.IV	29.IV	28.IV	24.IV
15	Раменское . . . . .	2.V	4.V	24.IV	27.IV	29.IV	26.IV	6.V	30.IV
32	Собакино . . . . .	5.V	6.V	25.IV	28.IV	30.IV	30.IV	8.V	2.V
17	Звенигородка . . . . .	18.IV	20.IV	16.IV	20.IV	27.IV	27.IV	1.V	24.IV
16	Якша . . . . .	15.V	18.V	12.V	15.V	26.V	6.V	22.V	16.V
19	Глухов . . . . .	22.IV	30.IV	20.IV	24.IV	29.IV	4.V	11.V	29.IV
33	Семеновка . . . . .	—	28.IV	23.IV	24.IV	28.IV	30.IV	4.V	27.IV
34	Емецк . . . . .	17.V	23.V	5.IV	29.V	10.V	—	27.V	28.V

Продолжение табл. 3

№ пункта	Пункты наблюдений	Даты зацветания березы по годам							Средние даты, приведенные к 7 годам
		1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	
22	Яренск . . . . .	16.V	18.V	15.V	—	10.IV	23.V	22.V	25.V
35	Пинега . . . . .	18.V	18.V	—	—	2.VI	27.V	27.V	30.V
36	Вилегодское . . . . .	20.V	17.V	13.V	4.IV	3.VI	14.V	24.V	22.V
23	Киров . . . . .	6.V	11.V	27.IV	28.IV	24.V	27.IV	9.V	6.V
37	Спас-Деменск . . . . .	4.V	2.V	1.V	26.IV	30.IV	2.V	6.V	2.V*
38	Полтево-Пеньки . . . . .	2.V	4.V	29.IV	1.V	3.V	2.V	7.V	3.V*
25	Алуксне . . . . .	4.V	8.V	26.IV	2.V	4.V	2.V	10.V	4.V
26	Селичевка . . . . .	17.IV	27.IV	19.IV	13.IV	25.IV	24.IV	25.IV	21.IV
27	Боярка . . . . .	12.V	10.V	29.IV	26.IV	19.V	8.V	17.V	9.V
29	Шабердино . . . . .	8.V	6.V	4.V	2.V	24.V	10.V	12.V	9.V
39	Шенкурск . . . . .	12.V	15.V	30.IV	20.V	3.V	10.V	23.V	12.V
40	Вожега . . . . .	14.V	14.V	2.V	4.V	26.V	12.V	—	14.V
41	Каргополь . . . . .	13.V	15.V	27.IV	28.IV	—	18.V	27.V	10.V
42	Бологое . . . . .	30.IV	5.V	24.IV	26.IV	30.IV	30.IV	10.V	1.V
43	Максатиха . . . . .	1.V	4.V	22.IV	30.IV	1.V	23.IV	—	30.IV
44	Бежецк . . . . .	8.V	11.V	24.IV	30.IV	4.V	28.IV	—	4.V
30	Ленинград . . . . .	8.V	7.V	28.IV	5.V	13.V	3.V	18.V	7.V

\* Указаны даты зеленения березы; как показали наблюдения в Боярках, во все годы даты зеленения и зацветания совпали.

В табл. 3 даты для Обозерского (20. V. 1953) и Бобруйска (4. V. 1954) из-за отсутствия прямых наблюдений поставлены приблизительно на основании косвенных признаков: для Обозерского — по дате начала облиствения березы, которое там в 1953 г. было 18. V; к этой дате прибавлено два дня с учетом того, что в Обозерском по данным за 1954 г. зацветание березы наступило через два дня после начала облиствения; для Бобруйска дата 4. V. 1954 г. взята по ближайшей точке — Гомелю. Для Горок не было прямых наблюдений за зацветанием березы; наблюдались лишь набухание и распускание почек и начало облиствения. За период с 1948 по 1951 г. наблюдения опубликованы. Эти наблюдения показывают, что в Горках весенние фенофазы березы наступают через три дня после Бобруйска. Этот вывод позволил поставить для Горок дату зацветания березы по средней дате для Бобруйска, прибавив к ней три дня. Дополнением к табл. 3 служит фенологическая карта (рис. 2). Она построена таким же способом, как и карта на рис. 1. Линии одновременного зацветания березы (рис. 2) проведены таким образом:

Изолиния 24. IV проходит через точки 13 (24. IV), 16 (24. IV).

Изолиния 27. IV — через точки 5 (27. IV), 7 (27. IV), 19 (27. IV), 18 (29. IV), 8 (27. IV); при этом учитываются показания точки 13 (24. IV).

Изолиния 30. IV идет по точкам 6 (30. IV), 25 (2. V), 15 (2. V), 14 (30. IV), 26 (3. V).

Изолиния 4. V проходит через точки 27 (4. V), 9 (3. V), 36 (4. V), 10 (5. V), 11 (3. V), 12 (2. V), обходит Валдайскую и Смоленско-Московскую возвышенность с юго-запада и юга.

Изолиния 7. V является предположительной и проведена с учетом того положения, что точки Ленинград, Череповец, верховье р. Юга (Аргуново) в отношении зацветания березы лежат примерно на одной изолинии [7]. Она начинается от точки 37 (7. V) и обрывается несколько севернее г. Кирова (точка 24 с датой 6. V).

Изолиния 16. V идет по точкам 2 (16. V), 32 (14. V) и 17 (16. V).

Изолиния 27. V проходит через точки 3 (27. V), 20 (27. V) с учетом показаний точек 22 (30. V) и 21 (25. V).

Районы около гг. Шенкурска (31) и Каргополя (33) показали более раннюю, чем следовало бы по географическому положению, дату зацветания березы. Они выделены особо. То же сделано с районом Бологое

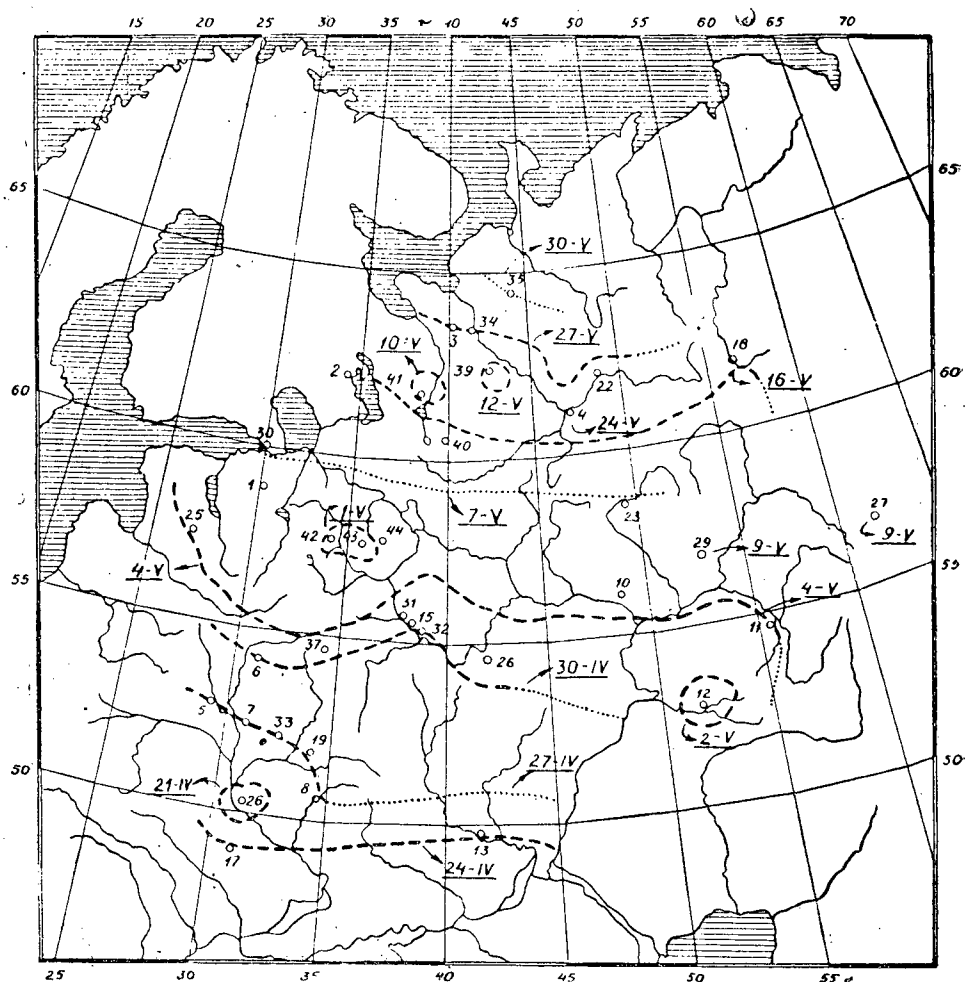


Рис. 2. Ход зацветания березы (с 1948 г. по 1954 г.).  
1, 2, 3 и т. д. — пункты наблюдений.

(34) и Максатихи (35) и с районом Селичевки (28), где обнаружено очень раннее зацветание березы, не наблюдаемое в соседних изолиниях. Причина существования таких теплых «гнезд» остается пока неясной. В дополнение к рис. 1 и 2 по данным табл. 4 составлена фенологическая карта продолжительности начального периода весны (рис. 3), которая показывает, что продолжительность его находится в зависимости от географического положения места наблюдений. Так, в северной полосе продолжительность этого периода доходит до 30 и более дней; на северо-западе, западе и юго-западе — около 25 дней; в центре нечерноземной полосы — около 20 дней; в лесостепи — около 15 дней; в восточном Заволжье — около 10 дней. Указанное явление надо рассматривать, конечно, как следствие более быстрого нарастания температуры и прогревания почвы и воздуха в начале весны на юго-востоке в сравнении с центральными, западными и северными областями Европейской части СССР.

Приводим также данные о средней продолжительности (в днях) начального периода весны за 1948—1954 гг., определенные нами в следующих пунктах:



Сиверская . . . . .	24	Горки . . . . .	25
Петрозаводск . . . . .	28	Тростянец . . . . .	23
Котлас . . . . .	30	Вешенская . . . . .	14
Бобруйск . . . . .	25	Глухов . . . . .	21
Гомель . . . . .	26	Яренск . . . . .	23

Кроме этого, для сравнения (по календарям природы за 1924—1938 гг. [7]) нами была вычислена продолжительность (в днях) начального периода весны для следующих точек:

Лапландский заповедник Мурманской области . . . . .	16	} Среднее для северо-запада 24—25
Ленинград . . . . .	23	
Глубокий ручей Ленинградской обл. . . . .	24	
Новгород . . . . .	24	
Псков . . . . .	27	
Батищево . . . . .	23	} Среднее для запада — 24
Белый . . . . .	24	
Горки . . . . .	24	
Борисовка Ярославской обл. . . . .	21	} Среднее — 21
Никола Корма » » . . . . .	22	
Нерехта Костромской обл. . . . .	21	
Никольск Вологодской обл. . . . .	22	
Аргуново » » » » . . . . .	22	
Череповец » » » » . . . . .	19	
Москва . . . . .	21	} Среднее — 18
Городенки Московской обл. . . . .	17	
Жиздра . . . . .	19	
Муром . . . . .	16	

Приведенные фенологические материалы дают повод для серьезных размышлений. Более чем столетний опыт производства лесных культур в Европейской части СССР дал возможность сделать ряд общих выводов, которые могут считаться бесспорными. Прежде всего выявилось превосходство весенних посадок и посева леса перед осенними. Выявилось также, что в северо-западных, западных и юго-западных областях приживаемость и дальнейший рост культур лучше, а в южных и особенно в юго-восточных и восточных областях производство лесных культур сопровождается частыми неудачами. Эти выводы, конечно, не явились неожиданными: они определились климатическими особенностями упомянутых областей. Агрономы раньше лесоводов обнаружили действие неблагоприятных условий климата юга, юго-востока и востока при производстве зерновых культур, особенно пшеницы. Они же первыми поняли значение для этих областей начального (первого) периода весны для успеха зерновых культур и выдвинули практическое предложение: «сеять весной как можно раньше и быстрее». Появились правила: «укладывайся весной с производством зерновых культур в 10,7 и даже 5 дней». Эти агрономические правила, выработанные практикой сельского хозяйства, выстраданные в неудачах и оправданные блестящими успехами, не остались неизвестными лесоводам и стали обязательными для них — особенно в последние годы — при производстве лесных культур на государственных полосах. Появился лозунг: «начинать весной работы по посеву и посадке леса как можно раньше и вести работы как можно быстрее». Эти соображения приведены для сопоставления их с фенологической картой (рис. 3) и табл. 4, которые являются хорошей иллюстрацией к характеристике начального периода весны в различных областях Европейской части СССР.

Действительно, как показывают приведенные фенологические материалы, период весны, наиболее благоприятный для производства лесных культур, неодинаков в разных областях и краях Европейской части

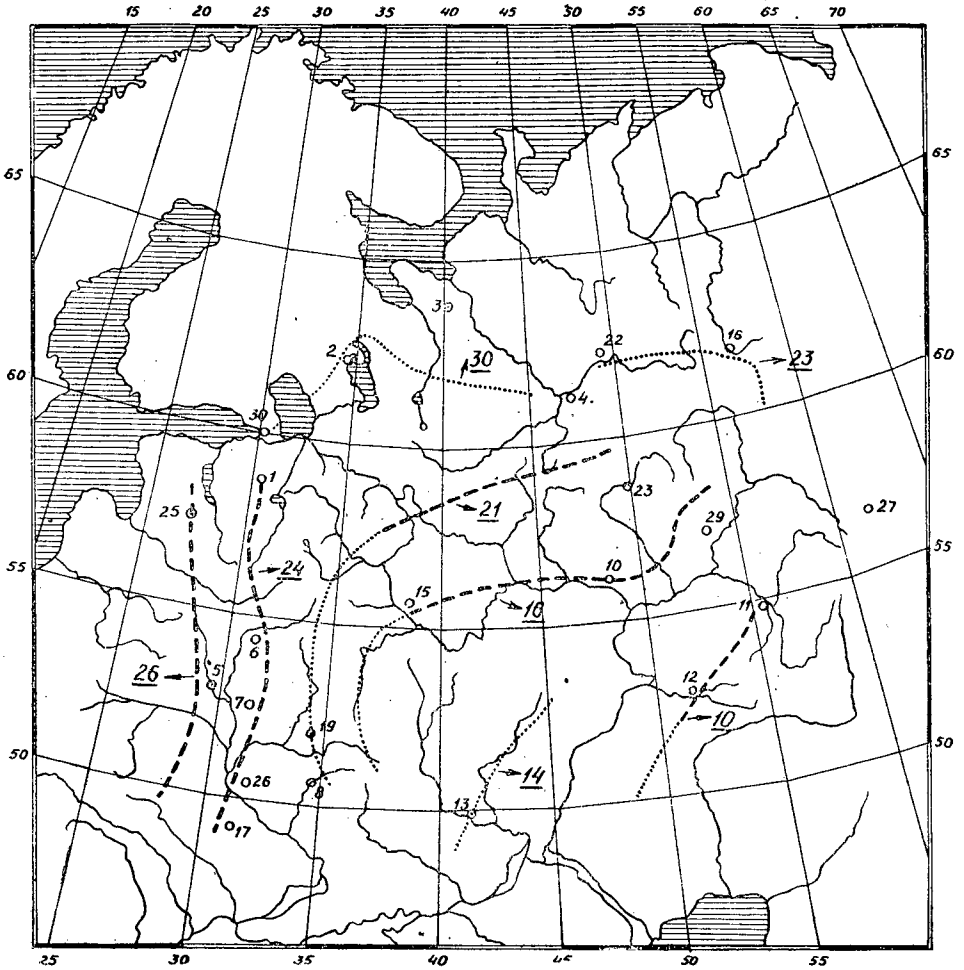


Рис. 3. Продолжительность начального периода весны в лесах Европейской части СССР (в днях). 1, 2, 3 и т. д. — пункты наблюдений.

Таблица 4 \*

Пункты наблюдений	Продолжительность (в днях) начального периода весны по годам							В среднем
	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	
Обозерское . . . . .	35	20	52	46	37	26	21	34
Раменское . . . . .	12	24	13	20	10	17	18	16
Раифа . . . . .	6	20	5	23	20	11	18	16
Юматово . . . . .	6	5	11	9	11	8	17	10
Бузулукский бор . . . . .	7	9	9	10	17	6	12	10
Звенигородка . . . . .	14	35	17	26	18	27	26	23
Якша . . . . .	12	28	23	32	21	21	28	24
Селичевка . . . . .	16	33	30	19	14	25	20	22

\* Таблица составлена по данным табл. 2 и 3.

Продолжение табл. 4

Пункты наблюдений	Продолжительность (в днях) начального периода весны по годам							В среднем
	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	
Алуксне . . . . .	28	37	22	22	20	24	32	26
Боярка . . . . .	19	13	13	19	17	20	23	18
Шабердино . . . . .	18	18	12	4	28	18	22	17
Киров . . . . .	6	16	8	26	28	8	20	16
Ленинград . . . . .	30	39	24	25	28	25	39	30

СССР. Чрезвычайно показательны колебания продолжительности начального периода весны (табл. 4). Оказывается, в некоторые годы продолжительность его доходит в Заволжье до 5—6 дней (Раифа — 1950 г., Юматово — 1949 г., Бузулукский бор — 1953 г.). По реке Урал, где создается самая восточная в Европейской части СССР государственная защитная лесная полоса (гора Вишневая — Каспийское море), этот период еще короче, а трудностей производства лесных культур, как уже выяснилось, еще больше. В таких условиях бороться за успех лесных культур можно только при надлежащей организации лесокультурных работ, осуществляя правило: начинать посев и посадку леса как можно раньше и проводить их как можно быстрее, укладываясь полностью в начальный период весны. Этот лучший для производства лесных культур период ограничен ясными естественными знаками: началом зацветания ольхи серой, орешника-лещины и ольхи черной — с одной стороны и зацветанием березы — с другой.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Алексеев. Обзор погоды за вегетационный период по наблюдениям в Северном опытном лесничестве, «Труды по лесному опытному делу в России», вып. 39, 1912; вып. 48, 1913; вып. 51, 1914; вып. 56, 1915. [2] В. И. Долгошов. Календарь цветения главнейших медоносных растений Подмосковья. Календарь русской природы, кн. 1, М., 1948. [3] В. И. Долгошов. Материалы по фенологии главнейших древесно-кустарниковых пород Подмосковья сравнительно с другими районами СССР. Календарь природы СССР, кн. II, М., 1949. [4] В. И. Иванов. Обзор погоды за вегетационный период по наблюдениям Шиповского опытного лесничества. «Труды по лесному опытному делу в России», вып. 39, 1912; вып. 48, 1913; вып. 51, 1914; вып. 56, 1915. [5] Г. Д. Рихтер. Роль снежного покрова в физико-географическом процессе. «Труды института географии АН СССР», 1948. [6] А. В. Тюрин. Сезонное развитие дуба и его спутников в Европейской части СССР. Гослесбумиздат, М.-Л., 1954. [7] А. А. Шиголов, А. П. Шиманюк. Сезонное развитие природы М., 1949.

Поступила в редакцию  
1 ноября 1958 г.

## К ВОПРОСУ О ХОДЕ РОСТА И СОРТИМЕНТНОЙ СТРУКТУРЕ СЕМЕННЫХ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

**М. В. ДАВИДОВ**

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Украинская академия сельскохозяйственных наук)

Таблицы хода роста насаждений широко применяются в нашей лесохозяйственной практике при инвентаризации лесного фонда. С помощью этих таблиц, предварительно проверенных на конкретном материале, можно с успехом произвести количественный учет запасов в таксируемых насаждениях; что же касается качественного учета запасов, необходимого для выявления сортиментной структуры насаждений, то для этой цели приходится закладывать специальные пробные площади или же пользоваться соответствующими товарными таблицами.

Однако этот путь не всегда может удовлетворить лесоустроителя, интересующегося не только выходом сортиментов из насаждений в данный момент, но и изменением его во времени, что весьма важно в целях правильного установления возраста технической спелости и возраста рубки. Знание динамики товарности насаждений особенно необходимо в настоящее время, когда в практику лесоустройства вводится составление генеральных планов развития лесного хозяйства областей, краев и республик.

В связи с этим на лесоустройство возлагается ответственная задача по обоснованию и установлению возрастов рубки леса; которые обеспечили бы получение наибольшего количества сортиментов древесины необходимого качества для удовлетворения все возрастающих потребностей народного хозяйства.

Поэтому техника учета запасов и выявление их товарной структуры должны быть значительно улучшены, а для этого необходимы и более совершенные таблицы. В современных таблицах хода роста насаждений должны быть представлены достоверные данные не только о запасах стволовой древесины, но и о товарной их структуре. Вопрос о составлении такого рода таблиц является вполне своевременным и назревшим. Потребность в них особенно остро ощущается в районах, где ведется интенсивное лесное хозяйство, как, например, на Украине.

В связи с этим Главное управление лесного хозяйства и лесозащитного лесоразведения при Министерстве сельского хозяйства СССР еще до начала работ по составлению Генерального плана развития лесного хозяйства республики поставило перед кафедрой лесной таксации Украинской академии сельскохозяйственных наук задачу — составить новые,

более совершенные таблицы хода роста и товарной структуры насаждений древесных пород, произрастающих на территории Украины.

В настоящее время эти таблицы составлены и опубликованы [1]. Они охватывают насаждения главнейших древесных пород УССР, в том числе и семенные дубовые насаждения, которые за последние годы явились предметом исследования не только в УССР, но и за ее пределами.

Одновременно с появлением в печати названных выше таблиц, в «Лесном журнале» опубликованы опытные таблицы хода роста и товарной структуры дубовых семенных насаждений СССР [2]. Эти таблицы составлены проф. И. М. Науменко по материалам, собранным в различных районах обширной лесостепной зоны Европейской части СССР, в том числе и в УССР.

Представляется необходимым сопоставить между собою данные тех и других таблиц, тем более, что для семенных дубовых насаждений до сих пор еще не было составлено отечественных таблиц хода роста.

Наши исследования, начатые еще в 1954 г., производились лишь в УССР, в дубравах Правобережного Украинского Полесья, Северной Правобережной и Южной Правобережной лесостепи. Было заложено около 70 пробных площадей в характерных для дубрав типах условий местопроизрастания.

Анализ обмеренных насаждений показал, что непосредственно для построения таблиц хода роста могут быть использованы 54 пробные площади. Распределение их по возрасту, бонитету и типам условий местопроизрастания представлено в табл. 1.

Таблица 1

## Распределение пробных площадей по классам возраста и бонитета

Бонитет	Тип условий местопроизрастания	Классы возраста по двадцатилетиям									Итого
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Число пробных площадей											
I	D <sub>3</sub>	3	5	10	3	2	—	—	—	1	24
II	D <sub>2</sub>	1	4	1	2	3	4	2	—	—	17
III	D <sub>1</sub>	1	4	2	3	1	1	—	1	—	13
Всего		5	13	13	8	6	5	2	1	1	54

Как показал анализ, обмеренные насаждения в пределах бонитета принадлежат к одному естественному ряду. Подавляющее большинство проб имеет высокую полноту (0,8—1,0). Пробные площади удовлетворяют также все остальные требования, предъявляемые обыкновенно при построении таблиц хода роста и при изучении динамики товарности исследуемых насаждений.

Здесь не представляется возможным привести таблицы хода роста, составленные нами для семенных дубовых насаждений УССР; в целях сравнения в табл. 2 и 3 даются лишь выдержки из них.

Анализ табл. 2 показывает, что разница средних высот насаждений не выходит за пределы допустимой погрешности, в то время как в средних диаметрах имеется существенное различие, которое носит систематический характер и наблюдается во всех бонитетах и возрастах. Это различие особенно заметно в I бонитете, где среднее расхождение по диаметрам составляет 13%.

## Изменение средних высот и средних диаметров с возрастом

Возраст насаждений, лет	Высота (в м) по таблицам		Отклонение в %	Диаметр (в см) по таблицам		Отклонение в %
	Давидова	Науменко		Давидова	Науменко	
I бонитет						
20	8,9	8,8	-1,1	8,2	6,0	-26,8
40	16,9	16,4	-3,0	17,7	14,0	-20,9
60	22,1	21,8	-1,3	26,3	22,0	-16,4
80	25,8	25,5	-1,2	34,4	30,0	-12,8
100	28,6	28,0	-2,1	41,9	37,9	-9,5
120	30,4	29,8	-2,0	49,0	44,5	-9,2
II бонитет						
20	7,1	7,1	-5,3	6,1	4,3	-29,5
40	14,0	13,5	-3,6	13,5	11,7	-13,3
60	18,9	18,6	-1,6	21,1	19,2	-9,0
80	22,6	22,3	-1,3	28,6	26,2	-8,4
100	25,5	25,2	-1,2	35,9	32,8	-8,6
120	27,5	27,2	-1,1	42,9	39,0	-9,1
III бонитет						
20	5,5	5,0	-9,1	3,6	3,4	-5,6
40	11,0	10,7	-2,7	10,0	9,4	-6,0
60	15,3	15,4	+0,7	17,0	15,7	-7,7
80	19,1	19,1	0	24,3	22,1	-9,0
100	21,9	21,9	0	31,5	28,3	-10,1
120	23,9	23,4	-2,1	38,4	33,5	-12,8

Очевидно, что в таблицах проф. Науменко представлен иной ряд развития дубовых насаждений, не характерный для дубрав Украины. Отмеченная выше разница в средних диаметрах имеет весьма существенное значение для производства, так как при прочих равных условиях выход сортиментов зависит, главным образом, от среднего диаметра насаждений.

## Сортиментная структура семян

Возраст насаждений, лет	Запас стволовой древесины в коре в м <sup>3</sup>			Деловая					
				крупная			средняя		
	по Давидову	по Науменко	отклонение в %	по Давидову	по Науменко	отклонение в %	по Давидову	по Науменко	отклонение в %
I бони									
60	314	321	+2	66	12	-82	162	157	-3
80	405	404	-0,2	198	109	-45	111	168	+51
100	478	468	-2	320	250	-22	50	82	+64
120	533	522	-2	392	331	-15	22	42	+91
II бони									
60	244	256	+5	19	—	—	119	102	-14
80	326	334	+2	82	44	-46	140	173	+24
100	397	396	0	197	148	-25	85	128	+51
120	450	442	-2	286	249	-13	40	69	+72

Примечание: за 100% приняты данные Давидова.

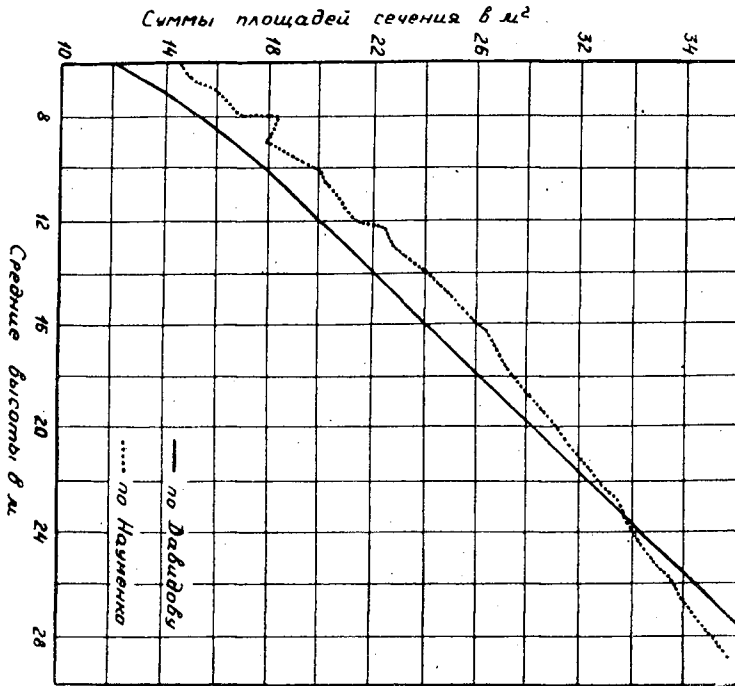


Рис. 1. График зависимости между средними высотами и суммами площадей сечения в насаждениях дуба семенного происхождения.

Как видно из табл. 3, наши данные величин запасов стволовой древесины одинакового возраста и бонитета и общих запасов деловой древесины не расходятся с данными проф. Науменко. Однако погрешность в сортиментации семенных дубовых насаждений УССР по его таблицам весьма значительно.

Таблица 3

ных дубовых насаждений (на 1 га)

древесина в м³					Дрова в м³			Отходы в м³		
мелкая		итого			по Давыдову	по Науменко	отклонение в %	по Давыдову	по Науменко	отклонение в %
по Давыдову	по Науменко	по Давыдову	по Науменко	отклонение в %						
т е т										
8	66	236	235	0	24	35	+46	54	51	-6
1	18	310	295	-5	30	44	+47	65	65	0
—	10	370	342	-8	36	56	+56	72	70	-3
—	8	414	381	-8	42	63	+50	77	78	+1
т е т										
22	85	160	187	+17	42	26	-38	42	43	+2
2	27	224	244	+9	50	37	-26	52	53	+2
—	12	282	289	+8	55	44	-20	60	63	+5
—	9	326	327	0	59	49	-17	65	66	+2

Исходя из общей площади, занятой в УССР приспевающими и спелыми семенными дубовыми насаждениями (около 100 тыс. га), среднего бонитета (II) и средней полноты (0,7), мы получили следующую характеристику сортиментного состава интересующих нас насаждений.

Таблица 4

**Сортиментный состав семенных дубовых насаждений  
УССР в приспевающем и спелом возрасте**

№ п/п.	Сортиментный состав	Единица измерения	По таблицам		Отклонения в %
			Давидова	Науменко	
1	Деловая древесина	млн. м <sup>3</sup>			
	крупная . . . . .	"	13,2	10,3	-22,0
	средняя . . . . .	"	6,2	8,6	+38,7
	мелкая . . . . .	"	0,5	1,1	+122,0
	Итого . . . . .	"	19,9	20,0	+0,5
2	Дрова . . . . .	"	3,8	3,0	-21,0
3	Отходы . . . . .	"	4,1	4,3	+5
	Всего стволовой древесины . . . . .	"	27,8	27,3	-1,8

На этом основании может быть сделан вывод о том, что таблицы проф. Науменко не могут быть рекомендованы для выявления сортиментного состава семенных дубовых насаждений УССР.

Необходимо также отметить, что эти таблицы имеют и другие недостатки.

Суммы площадей сечения стволов в них не выравнены. В этом можно убедиться, нанеся их на график в зависимости от средних высот насаждений (рис. 1).

Для сопоставления на этот же график нанесены данные из таблиц хода роста, составленные для УССР. Как видим, кривая сумм площадей сечений по данным Науменко имеет необычный вид (точка перегиба в пункте, соответствующем средней высоте 24 м), чего не должно быть при тщательном графическом выравнивании.

В рассматриваемых таблицах привлекает также внимание завышенное число стволов во всех бонитетах в молодом возрасте (15—20 лет). Таких густых молодняков (24—41 тыс. стволов на га, как показано в таблицах) на Украине, как правило, не встречается. В действительности число стволов в этом возрасте (по данным наших пробных площадей) в 2—3 раза меньше.

Такое несоответствие, по нашему мнению, могло получиться потому, что автор таблиц хода роста для насаждений высших бонитетов (Ia—I) указанного возраста не располагал необходимым материалом; кроме того, необходимо учесть, что в данных таблицах суммы площадей сечения для молодняков заметно преувеличены, а средние диаметры в них преуменьшены. По-видимому, этими причинами и вызвано такое преувеличение числа стволов в молодых насаждениях.

Неудачна также попытка автора увязать в своих таблицах типы условий местопроизрастания дубрав с классами бонитета. По данным, приведенным в таблицах, указывается, что тип условий местопроизрастания Д<sub>2</sub>, (наиболее распространенный на Украине), соответствует всем четырем бонитетам от Ia до III класса. В действительности, однако, семенные дубовые насаждения III класса бонитета встречаются преимущественно в типе Д<sub>1</sub>, а не в Д<sub>2</sub>, или тем более в Д<sub>3</sub>—С<sub>3</sub>.



В заключение необходимо высказать мнение о целесообразности составления «общих» таблиц хода роста для семенных дубовых насаждений.

Проф. Науменко, не найдя существенной разницы в ходе роста семенных дубовых насаждений Северной Германии (по Вимменауру) и лесостепной полосы Европейской части СССР, пришел к выводу о целесообразности составления такого рода таблиц для дубрав семенного происхождения, произрастающих во всей равнинной части Европы.

Однако вряд ли в настоящее время имеется надобность в составлении «общих» или «всеобщих» таблиц хода роста не только для дуба, но и для других древесных пород. На примере рассмотренных таблиц, составленных для семенных дубовых насаждений СССР, можно было видеть, что их, к сожалению, нельзя рекомендовать даже для УССР.

Какую же роль будут играть «общие» таблицы, насколько достоверны будут в них данные о сортиментной структуре насаждений? Об этом следует подумать, тем более, что обычные таблицы хода роста являются уже недостаточными, на что указывает и проф. Науменко в своей работе [2].

Современные таблицы хода роста должны сопровождаться развернутой сортиментной структурой запасов, а в «общих» таблицах хода роста насаждений этого сделать не представляется возможным.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Таблиці ходу росту і товарності насаджень деревних порід України. МСГ УРСР, Держсільгоспвидав УРСР, 1958. М. В. Д а в и д о в. Исследование хода роста семенных дубовых насаждений в УССР. Научные труды Украинской Сельхозакадемии, т. IX, 1958. [2]. И. М. Н а у м е н к о. Опытные таблицы хода роста и сортиментной структуры дубовых семенных насаждений СССР. «Известия высших учебных заведений», «Лесной журнал» № 1, 1958.

Поступила в редакцию  
9 мая 1958 г.

## СОСТОЯНИЕ НИЗКОСТВОЛЬНЫХ ДУБРАВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

**П. Н. УШАТИН**

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

**В. А. БУГАЕВ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Воронежский лесотехнический институт)

На территории центральной лесостепи дубовые насаждения занимают 41 % площади лесного фонда [6] и составляют около 20 % площади всех дубрав СССР.

В дубравах центральной лесостепи, вследствие усиленной лесозаготовки, начатой еще 150—200 лет назад, семенные дубовые девственные насаждения сменились порослевыми.

В левобережных борах этой зоны рубка леса [10] привела к смене высокопродуктивных сложных сосняков Ia—I бонитетов порослевыми дубняками III—IV бонитетов. В южных районах центральной лесостепи усиленная лесозаготовка и дальнейшая распашка земель для сельскохозяйственного пользования способствовали исчезновению леса на водоразделах; здесь дубняки сохранились в виде мелких участков, приуроченных к овражно-балочной системе или пойме рек. Поэтому современные дубовые насаждения центральной лесостепи по характеру расположения можно разделить на четыре категории: нагорные, боровые, байрачные и пойменные.

Нагорные дубравы, располагающиеся на темно-серых суглинках и деградированных черноземах, отличаются значительной продуктивностью. Примером их в Воронежской области являются массивы Шипова и Теллермановского леса, а также Анненского лесхоза; в Белгородской области — массивы Алексеевского, Валуйского и Шебекинского лесхозов. Для насаждений этой категории характерно наличие большой площади высокоствольников (дубовых культур и сохранившихся естественных семенных насаждений), а также порослевых дубняков первого-третьего поколений. Так, в перестойных дубняках Теллермановского массива семенные экземпляры составляют до 90 % (по количеству стволов). Старовозрастные дубовые насаждения Шипова леса, представляющие второе порослевое поколение, содержат деревьев семенного дуба 25—30 %, средневозрастные и молодяки этого массива, относящиеся уже к третьему поколению, имеют семенных деревьев лишь 12—15 %.

В боровых, байрачных и пойменных дубравах, возникших при рубке предшествующих поколений в период их наибольшей порослевой способности, количество семенных экземпляров незначительно. Таким обра-

зом, большинство исследуемых дубрав, вне зависимости от условий местопроизрастания и характера расположения, представлено порослевыми насаждениями. Поэтому неудивительно, что в Воронежской области в хозяйстве на дуб высокоствольники составляют лишь 32% лесопокрытой площади. В связи с этим, ясно, насколько важное хозяйственное значение приобретают дубовые низкоствольники.

Нами в последнее время было проведено обследование низкоствольных дубрав ряда лесхозов Воронежской и Курской областей. По данным лесоустройства и учета лесного фонда на 1. I. 1956 г., в Воронежской области из общей лесопокрытой площади в 286,4 тыс. га дубравы составляют 165,6 тыс. га, из них насаждений на темно-серых лесных суглинках и деградированных черноземах занимают 50%, в условиях влажной поймы и тальвегов балок — 24%, на солонцеватых и светло-серых суглинках — 14%, на боровых почвах — 9% и в судубравных условиях, на гумусированных супесях и легких суглинках — 3%. О продуктивности дубрав области можно судить по характеру распределения лесопокрытой площади по бонитетам и полнотам (табл. 1).

Таблица 1

Бонитет	В %	Полноты	В %
Ia — I	6	0,3	1
II	46	0,4	4
III	32	0,5	7
IV	12	0,6	14
V — Va	2	0,7	39
Средний		0,8	30
II,5		0,9	4
		1,0	1
		Средняя	
		0,70	

Характеристика дубрав по бонитету и полноте указывает на их невысокую продуктивность и наличие значительной площади изреженных насаждений.

Исследования порослевых дубрав центральной лесостепи, проводимые Б. А. Шустовым [12], В. П. Краснопольским [4], И. М. Науменко [5], А. М. Асосковым [1], и др., показали, что эти насаждения (по сравнению с высокоствольниками) характеризуются малой продуктивностью, недолговечностью и низкими техническими качествами.

Б. А. Шустов [12], обследовавший порослевые дубняки Шипова леса, обратил внимание на то, что каждое последующее порослевое поколение характеризуется большей изреженностью, меньшей продолжительностью жизни: форма и состав таких насаждений упрощается. Все эти признаки уже тогда говорили исследователю о регрессии порослевых дубяков лесостепи.

Подобное явление можно наблюдать и в современных низкоствольниках. Как показывают лесостроительные материалы ряда дубравных лесхозов Воронежской области (Анненский, Острогжский), средняя полнота в разных классах возраста неодинакова, причем более изреженными являются молодняки I—II классов возраста. Например, в Острогжском лесничестве молодняки до 20 лет характеризуются средней полнотой 0,66—0,65, в то время как спелые, относящиеся к предшествующему порослевому поколению, имеют высокую полноту, в среднем около 0,8. Среди молодняков I класса изреженные насаждения с

гольной 0,3—0,5 занимают 31%, высокополнотные (0,9—1,0) лишь 16%. Данные для некоторых лесхозов Курской и Воронежской областей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Лесхоз	Возраст, лет	Бонитет	Полнота	Количество стволов на 1 га		Разница в количестве стволов в %*
				по таблицам хода роста Шустова	по нашим данным	
Валуйский . . . . .	15	II	0,66	3854	2270	—41
" . . . . .	20	II	0,65	2401	1396	—42
Старо-Оскольский . . . . .	35	II	1,0	1464	1072	—27
" . . . . .	45	II	1,0	1018	672	—34
" . . . . .	55	II	1,0	765	660	—14
Анненский . . . . .	35	III	0,83	1460	920	—37
" . . . . .	45	III	0,85	1082	594	—45
" . . . . .	45	III	0,82	1082	646	—40
Валуйский . . . . .	55	III	0,87	810	704	—13
" . . . . .	55	III	0,85	794	626	—22
Анненский . . . . .	65	III	0,71	548	505	— 8
Старо-Оскольский . . . . .	65	III	0,96	742	708	— 5

\* За 100% приняты данные проф. Шустова.

Из таблицы видно, что в молодых насаждениях (до 30—40 лет) количество деревьев на гектаре значительно меньше, чем в приспевающих и спелых. Это уменьшение количества стволов при каждой новой смене поколения говорит о регрессии порослевых дубняков.

Проведение главных рубок в насаждениях, имеющих возраст, превышающий их возобновительную спелость, значительно ухудшило состояние низкоствольников. О порослевой способности дубняков в зависимости от возраста рубки можно судить по данным обследования лесосек Анненского, Валуйского, Старо-Оскольского лесхозов (табл. 3).

Исходя из данных таблицы, можно считать, что исследуемые дубняки достигают возобновительной спелости в 55—65 лет. В этом же возрасте получают деловую древесину в виде средних и крупных сортиментов. Рубка низкоствольников старше 70-летнего возраста ведет к слабому порослевому возобновлению. Так, например, в Валуйском лесхозе молодняки, возникшие при рубке материнских насаждений в 75—80 лет, отличались слабой сомкнутостью (не более 0,4—0,5), основной фон создавали подлесочные породы, местами вкрапливалась куртинами осина.

На состояние низкоствольников и их порослевую способность отрицательное влияние оказали периодически повторяющиеся процессы усыхания.

А. И. Стратонович и Е. П. Заборовский [11] отмечали в Шиповом лесу в 1928—1930 гг. усыхание различной степени на площади 4,5 тыс. га, в результате чего за три последующих года пришлось вырубить 600 тыс. м<sup>3</sup> сухостоя. В 1944—1946 гг. дубняки были охвачены новой вспышкой усыхания. Так, в отдельных лесхозах Воронежской области усохло до 10—30% площади дубняков [7]. Например, в Первомайском лесничестве Анненского лесхоза усыхание дуба было отмечено на площади 600 га, при этом масса выбранного за два года сухостоя составила 30 тыс. м<sup>3</sup>. В дубняках Учебно-опытного лесхоза усыхание затронуло около 1000 га; в пределах Воронежского заповедника общая площадь усыхающих дубовых насаждений составила 1520 га, с запасом усыхающих деревьев около 100 тыс. м<sup>3</sup>.

Таблица 3

№ п/п.	Класс возраста насаждений, поступающих в рубку	Количество пней (на га)		
		общее	давших поросль	
			штук	в %
1	V	588	564	96
2	"	460	448	97
3	"	820	820	100
4	"	572	572	100
5	"	388	384	98
6	"	304	300	98
7	"	632	632	100
8	"	810	647	80
9	"	180	154	86
10	VI	508	467	92
11	"	498	453	91
12	"	450	414	92
13	"	670	610	91
14	"	476	456	95
15	"	292	288	98
16	"	584	488	82
17	"	194	186	96
18	"	272	251	92
19	"	424	303	72
20	VII	370	327	91
21	"	630	520	83
22	"	600	500	83
23	"	640	520	81
24	"	204	152	74
25	VIII	385	288	75
26	"	402	329	82
27	"	420	298	71
28	"	370	251	68
29	"	391	230	59
30	"	348	181	52

Этот стихийный процесс усыхания дубрав привел к значительному изреживанию насаждений. Так, по данным нашего обследования мест рубок после усыхания в Воронежском заповеднике и Учебно-опытном лесхозе количество пней, давших поросль, не превышало 2—16% от общего количества срубленных деревьев. Прошло более 10 лет, но последствия усыхания не ликвидированы до сего времени: изреженные дубняки и сейчас занимают большую площадь.

В итоге нашего краткого обзора состояния порослевых дубрав центральной лесостепи считаем, что лесному хозяйству этой зоны пора отказаться от ориентации на порослевое возобновление, в результате которого формируются недолговечные, с низкими техническими качествами насаждения, с каждым последующим поколением все более изреживающиеся. Необходимо улучшить ведение хозяйства в дубравах, причем главное внимание следует обратить на выращивание семенных насаждений. Этому благоприятствуют хорошие лесорастительные условия: ведь почти 50% площади современных дубрав только Воронежской области относится к типу Д<sub>2</sub>, в котором семенные насаждения характеризуются I—II бонитетами, а нередко и Ia (И. М. Науменко [9]). Именно эти площади должны быть заняты семенными дубравами в первую очередь. Для осуществления мероприятий по улучшению дубрав лесхозы должны увеличить объем работ по созданию лесных культур и реконструкции насаждений. Важную роль в этом играет использование естественного семенного возобновления. Как показали исследования Г. Ф. Морозова,

Г. А. Корнаковского, В. И. Иванова, С. И. Краснопольского, К. Б. Ло-  
сицкого и др., в дубравах всегда имеется достаточное количество семен-  
ного подроста, который нуждается лишь в своевременном уходе на ле-  
сосеках и в сбережении от потрав скотом. Проводимое нами обследо-  
вание лесосек также показало, что в большинстве случаев количество ду-  
бового самосева было до 5—8 тыс. шт. на 1 га.

Следующим мероприятием является постепенный перевод поросле-  
вых пойменных дубняков в семенные. Поскольку создание лесных куль-  
тур в условиях затопляемой поймы затруднено, то возможен лишь один  
метод восстановления дубрав — путем использования естественного се-  
менного возобновления. Как показали исследования Е. Н. Науменко [8],  
в пойменных дубняках имеется вполне достаточное количество семенно-  
го подроста, отличающегося большой долговечностью.

По нашим исследованиям пойменных порослевых дубняков р. Мед-  
ведицы (притока р. Дона) под пологом 35—65-летних насаждений са-  
мосева дуба на 1 га оказалось до 10—18 тыс. шт., в том числе около  
30—40% в возрасте 3—5 лет и 20—25% — 6—10 лет. На вырубках на-  
считывалось самосева не менее 5—10 тыс. шт., причем около 30—40%  
в возрасте 6—10 лет. Следует отметить (как пример шаблонного подхо-  
да к лесовозобновлению в этих насаждениях), что местный лесхоз  
ориентируется только на порослевое возобновление, совершенно забы-  
вая о наличии прекрасного подроста.

Обследование семенного возобновления в байрачных порослевых  
дубравах южных районов Воронежской области (Ольховатском, Россо-  
шанском) показало, что на 1 га имеется до 3—10 тыс. шт. подроста ду-  
ба, причем лишь 10% его имело возраст более 5 лет. Поэтому вопрос о  
переводе этих насаждений в семенные следует считать пока преждевре-  
менным, учитывая, что искусственное возобновление в байрачных дуб-  
няках затруднено. Что же касается дубрав на солонцеватых и светло-се-  
рых суглинках, то перевод их в семенные вряд ли будет экономически  
оправдан ввиду небольшой площади, занимаемой ими, и неблагоприят-  
ных лесорастительных условий. В этих насаждениях необходимо ориен-  
тироваться на порослевое возобновление, однако возраст рубки должен  
быть строго увязан с возобновительной спелостью (по крайней мере, он  
не должен превышать 50—60 лет).

Дубняки, расположенные на борových почвах и отличающиеся низ-  
кой продуктивностью, должны быть, без сомнения, заменены сосновыми  
насаждениями.

В качестве действенного метода можно рекомендовать постепенное  
изреживание дубового полога, с целью вывобождения имеющегося со-  
снового подроста [12]. При отсутствии его борových дубняки следует вы-  
рубать в более молодом возрасте. Так именно поступили лесоустроите-  
ли в 1957—1958 гг. в ряде лесхозов Воронежской области, образовав вре-  
менное хозяйство на дуб из насаждений III—IV бонитетов на борových  
почвах, назначив возраст рубки 50 лет, с последующими лесными куль-  
турами сосны.

Кроме перечисленных рекомендаций по восстановлению дубрав,  
следует обратить внимание на изреженные насаждения (с полнотой  
0,3—0,5), которые составляют в пределах только Воронежской области  
не менее 12% площади дубрав. Во всех этих участках должны быть  
проведены мероприятия по реконструкции методом частичных или полос-  
ных культур с использованием благонадежных порослевых экземпля-  
ров. В ряде мест можно рассчитывать на предварительное возобновле-  
ние, а уборку верхнего яруса производить после успешного развития  
подроста. При проведении реконструкции насаждений следует иметь в

виду, что это мероприятие должно быть целенаправленным: после ввода главной породы реконструированное насаждение необходимо включить в категорию участков, нуждающихся в частых и интенсивных рубках ухода.

Между тем обследование летом 1957 г. некоторых участков (где были произведены 5—7 лет назад под пологом леса культуры дуба площадками) показало, что отсутствие своевременного ухода привело к притуплению роста и даже гибели культур (Анненский лесхоз, кв. 45, Учебно-опытный лесхоз, кв. 53 и др.). Таким образом, к проектированию мероприятий по замене порослевых дубняков семенными необходимо подходить дифференцированно в зависимости от лесорастительных, экономических и других условий. В настоящее время в ряде лесхозов Центральной лесостепи проводятся работы по ревизии лесоустройства, поэтому лесоустроители при разработке мероприятий в дубравах должны коренным образом пересмотреть существующую до последнего времени ориентацию на порослевое возобновление.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Асоков. Порослевая способность наших древесных пород. Исследования по лесоводству. Сельколхозгиз, М.-Л., 1931. [2]. Дубравы СССР, т. III, вып. 30, ВНИИЛХ, Гослесбумиздат, 1951. [3]. Г. А. Корнаковский. О возобновлении дубовых насаждений в Теллермановской роще. «Лесопромышленный вестник» № 43, 44, 46; 1904. [4]. С. Н. Краснопольский. Золотой куст (о дубняках Шипова леса). «Лесоведение и лесоводство» (сборник лесного общества в Ленинграде), вып. 3, приложение № 2/3 журн. «Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо», 1926. [5]. И. М. Науменко. Ход роста порослевого и семенного дуба в Шиповом лесу Воронежской губернии. «Записки Воронежского Сельскохозяйственного Института», т. VIII, Воронеж, 1927. [6]. И. М. Науменко. Дубравы центральной лесостепи: их состояние и пути восстановления. «Научные записки Воронежского лесохозяйственного института», т. IX, Воронежское книжное изд-во, 1946. [7]. И. М. Науменко. Усыхание дуба в лесах Воронежской области, его размер, характер и причины. «Научные записки ВЛХИ», т. XI, 1950. [8]. Е. Н. Науменко. Ход роста, возобновление и состояние дубрав среднего Дона и его притоков. «Научные записки Воронежского лесохозяйственного института», т. XIII. Воронежское областное книгоиздательство, 1952. [9]. И. М. Науменко. Опытные таблицы хода роста и сортиментной структуры дубовых семенных насаждений СССР. «Известия высших учебных заведений», «Лесной журнал» № 1, 1958. [10]. М. М. Путилин. О повышении продуктивности лесной площади левобережных боров лесостепи. «Лесное хозяйство» № 2, 1956. [11]. А. И. Стратонович и Е. П. Заборовский. Причины усыхания Шипова леса. («Отчет экспедиции научно-исследовательского института лесного хозяйства и лесной промышленности», Ленинградский филиал). «Труды и исследования по лесному хозяйству и лесной промышленности», вып. 9, 1931. Изд. Ленинградского филиала Всесоюзного научно-исследовательского института лесного хозяйства и лесной промышленности. [12]. Б. А. Шустов. Порослевые дубовые насаждения южной России. «Труды по лесному опытному делу России», вып. 52, 1914.

Поступила в редакцию  
27 мая 1958 г.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОТАКСАЦИОННОГО ОПИСАНИЯ ПРИ ОХОТООУСТРОЙСТВЕ

**Д. Н. ДАНИЛОВ**

Кандидат биологических наук

(Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации  
лесного хозяйства)

С каждым годом увеличивается размах охотоустроительных работ. В настоящее время охотоустройство ведется в Якутской АССР, Магаданской области, Хабаровском крае, Бурят-Монгольской АССР и на Европейском севере. Приступили к устройству государственных охотничьих, лесо-охотничьих и заповедно-охотничьих хозяйств, созданных в конце 1957 г. На очереди устройство 94 комплексных (где, главным образом, будут охотиться и производить заготовку кедровых орехов) промысловых хозяйств потребкооперации, которые будут организованы в 1958—1960 гг. На очереди устройство спортивных охотничьих хозяйств, закрепленных за коллективами охотников. Остро встал вопрос о согласовании охотоустройства с лесоустройством. Не имея собственного большого опыта, сравнительно молодое охотоустройство опирается в своем развитии на богатый опыт и хорошо разработанную теорию лесоустройства.

В настоящей статье мы даем решение некоторых методических вопросов охотоустройства, основываясь на личном многолетнем опыте проведения лесоустроительных и охотоустроительных работ.

При устройстве охотничьих хозяйств в лесной зоне инвентаризация угодий производится обычно на основании лесоустроительных материалов. Главным документом, содержащим характеристику лесного фонда, является таксационное описание. Из него охотоустроитель может почерпнуть необходимые сведения о кормовых и защитных свойствах различных участков леса, о качестве их как охотничьих угодий.

Необходимо, однако, иметь в виду, что таксационное описание имеет целью дать полную и разностороннюю характеристику запаса древесины, товарности леса, его сортиментации, наметить меры ухода за лесом и установить лесотехнические приемы рубки и возобновления насаждений. Этими требованиями определяется и дробность выделов и содержание таксационного описания. Поэтому, чтобы правильно использовать лесотаксационное описание при охотоустройстве, необходимо критически разобрать его элементы с целью дать им охотоведческую трактовку.

Чем интенсивнее лесное хозяйство, тем детальнее ведутся лесоустроительные работы, тем меньше площадь выделов, тем они однороднее. Выделяя мелкие таксационные участки, лесовод стремится уловить в на-



саждениях даже незначительные различия в запасе древесины и ее качестве. Охотовед же руководствуется, главным образом, кормовыми и защитными свойствами угодий и, используя лесотаксационное описание, объединяет лесоводственные выделы в более крупные участки леса, которые служат станциями обитания зверей и птиц, ведущих довольно подвижный образ жизни. Опытным путем установлено, что выделы на планах охотничьих угодий получают в среднем в три раза крупнее, чем на исходных планах лесонасаждений. Ниже, при рассмотрении отдельных таксационных элементов, даются придержки для объединения лесоводственных выделов в выделы охотничьих угодий.

По составу древостоя таксатор делает выдел в том случае, когда различие двух смежных участков по преобладающей породе равно не менее 2/10. Состав насаждений определяет кормовые и защитные свойства угодий. Однако наши знания экологии промысловых животных и уровень биотехнических приемов не настолько совершенны, чтобы оправдать хозяйственными соображениями выделение двух участков, различающихся на 2/10 состава. Поэтому охотничьи угодья достаточно делить всего на две категории:

1) насаждения, где какая-либо порода составляет не менее 6/10 состава, а примесь других пород, следовательно, не превышает 4/10;

2) смешанные насаждения, состоящие из нескольких пород, из которых ни одна не получает абсолютного преобладания в составе. Название смешанному лесу следует давать по двум-трем породам, имеющим наибольшие доли участия в древостое.

При лесоустройстве выделяются насаждения, различающиеся на один класс возраста. Возраст имеет важное значение при оценке леса как охотничьего угодья. Отдельные возрастные стадии леса при одних и тех же условиях произрастания различаются между собой как станции промысловых животных в значительно большей мере, чем насаждения одного возраста, относящиеся к различным типам леса. В этом легко убедиться, если сопоставить такие угодья, как сосновый молодняк со старым сосновым насаждением, лиственные молодняки со средневозрастным лиственным лесом, если проследить смену ели и сосны лиственными породами при сплошно-лесосечных рубках. При описании вполне достаточно подразделить охотничьи угодья на три возрастные группы: молодняки, средневозрастные и старые насаждения. К молоднякам при этом следует относить хвойные и лиственные насаждения в возрасте до 20 лет, к средневозрастным — хвойные насаждения от 20 до 60 лет и лиственные от 20 до 40 лет, к старым — хвойные и лиственные насаждения всех остальных возрастов. Охотничьи угодья, выделенные применительно к этим возрастным группам, резко различаются между собою по совокупности условий обитания в них зверей и птиц.

Молодняки характеризуются обычно обилием древесно-веточных кормов, наличием грибов и ягод, большим количеством мышевидных грызунов и хорошими защитными условиями. Это излюбленные станции копытных, зайца-беляка, куньих, тетерева. Молодняки какой-либо породы очень сходны между собой как станции промысловых животных. На качество их как охотничьих угодий значительно большее нивелирующее влияние имеют густота и примесь в составе других пород, чем условия рельефа и почвы. Поэтому молодняки надо выделять в отдельный тип охотничьего угодья для каждой породы, независимо от условий произрастания.

Средневозрастные леса находятся в стадии максимального прироста древесины и наибольшей сомкнутости крон. Подросто-подлесочный ярус в них неразвит, травяной покров беден, ягодники не плодоносят,

урожаи семян, да и то слабые, дают лишь единичные наиболее развитые деревья. Такие леса бедны кормами и дичью. Они ценны лишь высокими защитными свойствами. Звери и птицы находят здесь укрытие в зимнее время. Средневозрастные насаждения, так же как и молодняки, в пределах каждой древесной породы выделяются в отдельный тип охотничьего угодья. Но так как условия произрастания здесь сказываются заметным образом на росте и развитии древостоев, то при описании средневозрастного леса надо указывать группу типов леса, к которой насаждение данного выдела относится. Таким образом, в одном типе охотничьего угодья — средневозрастный лес — могут быть выделены варианты по условиям произрастания.

В старых лесах по мере изреживания древостоя появляется подрост, формируется ярус подлеска, развивается травяной покров, усиливается плодоношение деревьев и кустарников. Вместе с этим увеличивается и плотность заселения их промысловой фауной. Старые насаждения каждой породы подразделяются на типы охотничьих угодий в зависимости от резких различий в местоположении и почвенно-грунтовых условиях, как это указано ниже.

Значение полноты насаждения как экологического фактора изучено мало, и мы не можем сейчас установить рубежи, на которых количественные изменения полноты вызывают появление качественно нового свойства в охотничьем угодье. Поэтому при охототаксации можно ограничиваться делением древостоев на три группы: а) насаждения сомкнутые или густые, имеющие полноту 0,8 и выше, б) насаждения средней сомкнутости, с полнотами 0,5, 0,6, 0,7, и в) насаждения редкостойные с полнотой 0,4 и меньше. При устройстве промысловых хозяйств в северной части лесной зоны, в целях создания более резкого различия между участками угодий, можно выделять по этому признаку всего две группы: а) редкостойные насаждения, резко отличающиеся по совокупности экологических и промысловых свойств, б) густые и среднесомкнутые. Подросто-подлесочный ярус в охотничьих угодьях имеет защитное значение и дает древесно-веточные корма. Описывается он возможно более подробно, с использованием всех данных, приведенных лесостроителем.

Характеристика напочвенного покрова, даваемая в таксационном описании, представляет для охотоведа двойной интерес: во-первых, многие травянистые растения поедаются промысловыми животными; во-вторых, видовой состав живого покрова характеризует почвенно-грунтовые условия. Таксаторы очень кратко описывают живой покров в каждом выделе. Они ограничиваются названием нескольких растений, указывающих на принадлежность данного участка к тому или иному типу леса. Поэтому охотоустроитель должен особенно внимательно ознакомиться со списками травянистых растений данного типа леса, а для каждого выдела отмечать лишь отклонения от нормы.

Важной для лесохозяйственной практики таксационный элемент — бонитет насаждения, отражающий производительность древостоев, для охотоведа представляет лишь второстепенное, вспомогательное значение при установлении типов охотничьих угодий. Прямого отношения к качеству угодий бонитеты насаждений не имеют.

Лесная типология служит основой для классификации охотничьих угодий, для установления их типов и наименования. Поэтому типы леса должны быть в центре внимания охотоустроителя при чтении лесотаксационного описания. Однако необходимо иметь в виду, что типы леса — это сравнительно мелкие классификационные единицы, поэтому типы охотничьих угодий должны соответствовать группам типов

леса. Наиболее удачной классификацией групп типов леса является классификация В. Н. Сукачева, принятая в лесоустройстве.

Опираясь на эту классификацию и обобщая опыт выделения типов охотничьих угодий, накопленный при охотоустройстве на севере Европейской части СССР, можно выделить следующие семь главных типов условий местопроизрастания еловых и сосновых лесов, которые соответствуют основным типам охотничьих угодий (см. табл. 1).

Таблица 1

№ п/п.	Условия местопроизрастания	Характер древостоя	Типы леса	Тип угодья
1	Рельеф достаточно развит; почвы относительно богатые, хорошо дренированные	Древостои хорошего роста, с большей или меньшей примесью лиственных пород	Зеленомошники	Зеленомошный лес
2	Рельеф мало развит; почвы слабо дренированные с признаками заболачивания; живой покров представлен моховым покровом из кукушкина льна	Древостои ниже средней производительности	Долгомошники	Долгомошный лес
3	Рельеф равнинный, дно котловин; почвы заболоченные	Насаждения низко-рослые и редкостойные	Сфагновые	Заболоченный лес
4	Долины лесных речек и ручьев, дно логов; травяной покров хорошо развит	Древостои средней производительности	Болотно-травянистые	Пойменный лес
5	Почвы богатые, хорошо дренированные	Насаждения двухъярусные с густым и разнообразным подлеском	Сложные	Сложный лес
6	Вершины холмов с сухими и бедными почвами	Древостой разреженный, угнетенного роста	Лишайниковые	Сухой или лишайниковый лес
7	Рельеф гористый, крутые склоны; почвы каменистые	Древостой средней производительности	Злаковые	Каменистый лес

Выделять по условиям местопроизрастания в пределах одной породы более семи-восьми типов охотничьих угодий нет надобности. Это может привести к излишней детализации, создающей только видимость большей точности, но практически нецелесообразной.

Как было отмечено выше, при выделении типов охотничьих угодий, помимо условий местопроизрастания, надо принимать во внимание состав, возраст и полноту насаждений. В этом существенное отличие охотоведческого подхода к типологии от лесоводственного и геоботанического. Классификация охотничьих угодий, предлагаемая нами, показана на рис. 1.

Выделяя типы угодий по растительности, нельзя забывать о том, что выделение это в дальнейшем должно быть подкреплено учетом уро-

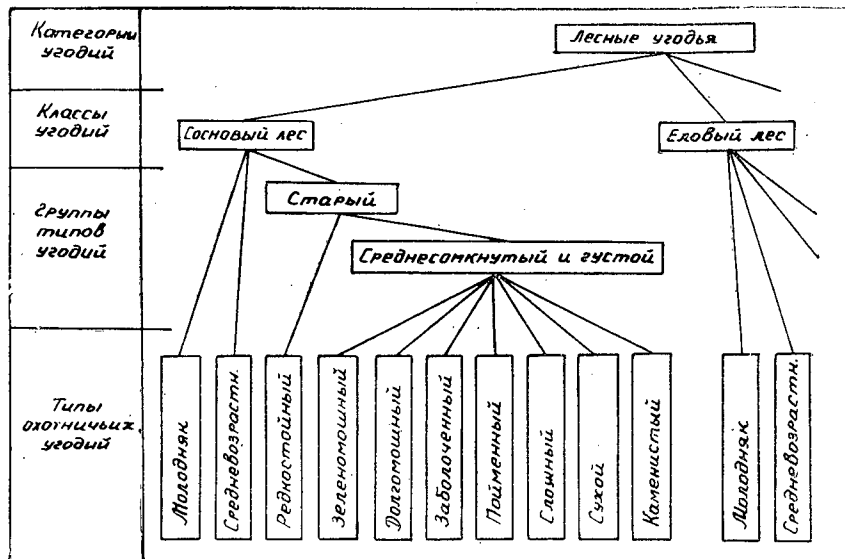


Рис. 1.

жайности кормов, режима снежного покрова, оценкой защитных условий и других факторов, влияющих на численность промысловых животных в том или ином типе угодья.

Особенно важно правильно учесть запас кормов в угодьях, так как в прямой зависимости от кормовых условий находится численность зверей и птиц и размещение их по территории. Степень обилия и разнообразия кормов в угодьях влияет на поведение животных, на их активность и отношение к привадам и приманкам, а, следовательно, и на способы их добывания. Основными видами растительных кормов являются плоды и семена древесных пород и ягоды. Рассмотрим простейшие способы их учета, применяемые при описании охотничьих угодий во время полевых работ охотостроителя.

Плоды и семена древесных и кустарниковых пород охотно поедаются большинством зверей и птиц (а для некоторых являются основной пищей), так как эти корма отличаются высокой питательностью и калорийностью (семена хвойных, орехи, желуди и др.), богаты витаминами (черемуха, шиповник, смородина, малина и др.). В урожайные годы запасы плодов и семян в угодьях исчисляются десятками и сотнями килограммов на гектар. Семена некоторых древесных пород сохраняются в течение всей зимы на деревьях или в лесной подстилке и служат источником питания в этот трудный для животных период жизни. Наибольшее значение в этой группе кормов имеют хвойные породы, а также дуб, бук, лещина, малина и рябина.

Самый простой и широко распространенный среди охотоведов метод оценки урожая семян древесных пород состоит в глазомерном определении величины урожая по общеизвестной шкале В. Г. Каппера. Оценку урожая шишек хвойных пород производят в сухие солнечные дни, так как в такую погоду легче отличить новые шишки от старых, обычно расщепленных и имеющих темный цвет. Осматривать кроны деревьев лучше с южной стороны, так как на них шишки более заметны.

Одновременно с количественной оценкой урожая у хвойных надо определить качество урожая, которое меняется по годам в зависимости от степени повреждения шишек личинками насекомых и грибами.

Чем больше повреждены шишки, тем меньше полноценных в кормовом отношении семян они содержат \*.

Приведем в качестве иллюстрации один пример. На постоянной пробной площади, заложенной в чистом ельнике-зеленомошнике в Калининской области, два года подряд нами производилась точная оценка плодоношения и учитывалось количество и качество шишек и семян. В первый год наблюдения урожай шишек был средний. Этому году предшествовал год полного неурожая семян, когда на пробе не было зарегистрировано ни одной шишки. В следующий, второй год наблюдения, урожай был хороший (табл. 2).

Таблица 2

Годы наблюдения	Число плодоносящих стволов	Средняя урожайность одного дерева (количество шишек)	Общее число шишек на 1 га	Оценка урожая по шкале Каппера
1	212	79	16800	3
2	280	113	31720	4

Все данные таблицы указывают на то, что во второй год условия для плодоношения были более благоприятны. Большое число плодоносящих деревьев, при более высокой средней урожайности их, привело к общему увеличению числа шишек в два раза. Но качество шишек во второй год было гораздо худшим, и общий урожай чистых семян значительно снизился (см. табл. 3). Это произошло потому, что шишки в год хорошего урожая были значительно больше повреждены еловой огневкой (*Dioroctria abietella* S. V.), шишкоедом (*Anobium abietis* Fbr.) и еловой плодояркой (*Grapholitha strobiliana* Rätz.).

Таблица 3

Годы наблюдения	Средняя длина шишек в см.	Среднее число чистых семян в одной шишке	Вес 1000 чистых семян в г	Общее число чистых семян на 1 га в тыс. шт.	Общий вес чистых семян на 1 га в кг
1	10,3	133	6,65	2234,4	14,86
2	7,9	41	3,26	1300,5	4,24

В результате уменьшения длины шишек и поврежденности их понизилось среднее количество чистых семян в одной шишке. Одновременно уменьшился вес семян. Вследствие этого количество корма на 1 га насаждений в год хорошего урожая шишек оказалось в 5 раз меньше, чем в год среднего урожая \*\* (см. табл. 4).

Таблица 4

Годы наблюдения	Полнозернистость семян в %	Вес 1000 полных семян в г	Общее число полных семян на 1 га в тыс. шт.	Общий вес полных семян на 1 га в кг	Вес ядра, в % от общего веса семян	Запас корма на 1 га в кг
1	92,0	7,0	2050,0	14,35	70	10,04
2	36,4	6,13	475,8	2,95	70	2,6

\* Поврежденные шишки имеют меньшие размеры и неправильную форму, бывают залиты смолой и осыпаны бурым порошком — испражнениями гусениц.

\*\* Качество урожая определяется глазомерно следующим образом: хорошее — когда менее 1/3 шишек повреждено, среднее — когда от 1/3 до 2/3 шишек повреждено, и плохое — когда все или почти все шишки повреждены.

В табл. 5 составленной по нашим данным \*, показано среднее число урожаев за десятилетие.

Таблица 5

Части ареала	Древесные породы.	Среднее число урожаев за десятилетие		
		хороших	средних	плохих
Европейская часть СССР и Урал	Кедр	1	3	5—6
	Сосна	2	4—5	3—4
	Ель	3	3	4—5
	Лиственница	1—2	3—4	5
Забайкалье	Кедр	3	4	3
	Сосна	4	4	2—3
	Ель	2—3	5	3
	Лиственница	3—4	4	2—3

Как видно из таблицы, частота семенных лет хвойных пород в СССР увеличивается с запада на восток. Большое значение в питании такого важного промыслового животного, как белка, особенно в годы, следующие за хорошими урожаями шишек, имеют «кислые» шишки, то есть здоровые шишки, сбитые птицами и пролежавшие год в лесной подстилке. Роль кормов этой категории особенно значительна потому, что при отсутствии шишек нового урожая (что обычно наблюдается после семенных лет) они являются часто единственным видом высококалорийного корма в лесу. Оценка обилия «кислых» шишек делается глазомерно, отдельно для каждой древесной породы, по трем градациям: 1) мало (шишки в небольшом количестве имеются под единичными деревьями); 2) среднее количество (шишки встречаются под значительным количеством деревьев); 3) много (шишки в значительном количестве имеются под большинством деревьев).

Урожайность ягод находится в тесной зависимости от условий произрастания, поэтому рассматривать ее необходимо применительно к типам угодий. Оптимальные условия для произрастания лесных ягод — брусники и черники создаются в лесах с покровом из зеленых мхов. Приуроченность ягодников к этим лесам настолько постоянна, что в народе они называются ягодными. Урожайность брусники в таких лесах доходит до 500 кг, а черники до 400 кг на гектар.

Брусника и черника лучше плодоносят на хорошо освещенных местах, поэтому наибольшее количество этих ягод встречается на тех участках в лесу, которые приурочены к просветам и «окнам» в древесном пологе. В лесах группы долгомошников брусника и черника развиваются хуже. В этих условиях значительные урожаи ягод дает голубика. В заболоченных сфагновых лесах, а так же во всех переходных к верховым болотам ассоциациях растут голубика, морошка и клюква. В урожайные годы морошка может давать урожай от центнера до тонны на гектар. Количество клюквы на окраинах моховых болот определяется для Европейского севера в среднем в 150—200 кг на гектар, а в отдельных случаях — до 1100 кг.

Обильные урожаи ягод, так же как и семян древесных пород, бывают не каждый год. На интенсивность плодоношения и на размещение

\* Д. Н. Данилов. Периодичность плодоношения и географическое размещение урожаев семян хвойных пород. Гослесбумиздат, 1952.

урожаев по территории влияет погода (главным образом температура в период цветения) и осадки во время роста ягод. Поздние весенние заморозки могут сорвать уже наметившийся урожай у ранозрелых ягодников.

Для глазомерной оценки урожайности ягод существует шкала, предложенная А. Н. Формозовым. Приводим эту шкалу в редакции Г. А. Новикова\*.

0 — неурожай — полное отсутствие ягод.

1 — очень плохой урожай — единичные ягоды встречаются на отдельных кустах, ягоды мелкие, много недоразвитых.

2 — слабый урожай — плодоносят немногие растения; подавляющее большинство участков не имеет ягод.

3 — средний урожай — местами имеется значительное количество ягод, но на большинстве участков ягод мало и очень мало, хотя плодоносят почти все растения.

4 — хороший урожай — участки с большим количеством ягод занимают не менее половины встречающихся площадей ягодников. В остальных местах — слабый урожай. Участки с неурожаем редки.

5 — очень хороший урожай — повсеместное обильное плодоношение. Участки со слабым урожаем очень редки или отсутствуют. Ягоды обычно крупные.

Глазомерную оценку урожая ягод необходимо проводить в основных типах охотничьих угодий, отмечая при этом приуроченность урожайных мест к особенностям рельефа.

Количественный учет ягод в отдельных типах угодий делается на пробных площадках размером в 1 м<sup>2</sup>. Площадки, в количестве не менее пяти штук, закладываются в местах, средних по составу травяного покрова и по интенсивности плодоношения ягодников. На каждой площадке собираются все ягоды и взвешиваются. Можно ограничиться только подсчетом количества ягод на площадках, а вес их определять при камеральной обработке материалов по средним нормам, устанавливаемым охотоустроительной партией для района в целом. Учет урожайности лучше всего производить в период, когда ягоды начинают окрашиваться в цвет зрелых, то есть за 10—15 дней до полного их созревания.

В охотничьих хозяйствах учет кормовых ресурсов, так же как и учет животных, целесообразно вести из года в год на одних и тех же участках и маршрутах, одними и теми же методами. Это обеспечит полную сравнимость материалов и познание кормовых свойств охотничьих угодий в динамике. Во вновь организуемых хозяйствах закладка учетных ходов и постоянных пробных площадок должна производиться охотоустроителем совместно с охотоведом хозяйства.

Изучение кормовых и защитных свойств дает основание для определения оптимальной емкости и хозяйственной ценности различных типов охотничьих угодий. В настоящее время, пока нет общепринятой шкалы для бонитировки угодий и не разработаны даже научные основы для ее построения, можно рекомендовать охотоустроителю делить угодья по качеству на следующие пять классов:

I — лучшие угодья. Кормовые и защитные условия очень хорошие; гнездовые станции и станции переживания.

II — хорошие угодья. Урожаи частые и обильные; характерны зимние станции.

III — средние угодья. Кормовые и защитные условия удовлетворительные; станции спорадического заселения.

IV — плохие угодья. Кормовые и защитные условия худшие. Заселяются угодья лишь в редкие годы полных неурожаев кормов в угодьях предыдущих классов.

V — не свойственные данному виду животных типы угодий.

\* Г. А. Новиков. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. Изд-во «Советская наука», М., 1953, стр. 440.

Отнесение типов угодий к одному из этих классов при оценке их в отношении того или иного вида промысловых животных не может встретить больших затруднений. Бонитировку угодий таким образом надо производить по 3—5 главным видам, занимающим ведущее положение в заготовках или являющихся основными объектами спортивной охоты.

Следует еще отметить, что лесотаксационное описание содержит различные дополнительные сведения, в том числе и необходимые для охотоустроителя. В нем указывается и степень захламленности участка, с которой связаны защитные условия и обилие мышевидных грызунов; отмечается наличие кустарников и трав, имеющих техническое, лекарственное или иное хозяйственное значение; участки, выдающиеся по обилию ягод, плодов и грибов; приводятся данные о сухостойных и поврежденных (дуплистых) деревьях, наличие которых улучшает гнездовые свойства угодий.

Таким образом, из лесотаксационного описания охотовед может почерпнуть много сведений, необходимых для характеристики охотничьих угодий. Материалы лесоустройства позволяют с небольшими затратами труда и с высокой степенью точности описывать и картировать угодья на территории устраиваемых охотничьих хозяйств. Это, конечно, не исключает необходимости знакомства с типами охотничьих угодий в натуре. Только непосредственно в природе охотовед может выявить более детально свойственные каждому типу угодий запасы растительных и животных кормов, учесть размещение промысловых животных по стациям, установить места токов, наличие водоемов и солонцов, определить пути кочевков животных, наметить биотехнические мероприятия, обеспечивающие ведение рационального охотничьего хозяйства.

Поступила в редакцию  
11 апреля 1958 г.



## ВОПРОСЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРНЫХ ЛЕСОВ КРЫМА

**В. В. ОГНЕВСКИЙ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Сибирский научно-исследовательский институт лесного хозяйства  
и лесозащиты)

Леса занимают около 9% территории Крымского полуострова, покрывая его горную часть. В результате хищнических рубок дореволюционного времени и неурегулированного выпаса скота площадь лесов в Крыму в период с 1860 по 1935 г. сократилась на 33%. Состояние сохранившихся лесов неудовлетворительное. Свыше 60% лесопокрытой площади занимают малоценные низкоствольные насаждения и кустарниковые заросли, около половины которых представлены изреженными дубовыми низкоствольниками (полнота 0,3—0,5) и дубово-грабинниковыми зарослями.

Улучшение почвозащитных, водоохраных и курортных свойств горных лесов Крыма, при одновременном повышении продуктивности, возможно только путем их реконструкции и облесения непокрытых лесом площадей и крымских нагорий-яйл.

В статье освещается только часть данных вопросов, а именно вопросы реконструкции горных лесов Крыма.

### *Реконструкция дубовых насаждений*

Леса с основной породой дубом занимают около 68,8% лесопокрытой площади горных лесов Крыма, в том числе дубовых низкоствольников порослевого происхождения 61,1% и высокоствольных насаждений 7,5%.

Обобщение производственного опыта и исследований, проведенных рядом авторов (Б. И. Иваненко, А. Г. Марченко, И. М. Растопов), а также наши данные показывают, что при реконструкции дубовых низкоствольников и дубово-грабинниковых зарослей нельзя рассчитывать только на естественное семенное возобновление и на мероприятия по содействию естественному возобновлению, так как основные площади данных насаждений находятся в нижних зонах северного и южного склонов Крымских гор (высота над уровнем моря до 400—450 м), где единственно возможным способом реконструкции являются частичные культуры.

Дубовые и дубово-грабинниковые низкоствольники можно разделить на следующие три группы:

1. Низкоствольники с полнотой 0,3—0,5 и кустарниковые заросли, находящиеся, главным образом, на нижних частях обоих склонов гор

вблизи от населенных пунктов, дорог и мест систематического выпаса скота. Запас древесины и хвороста в таких насаждениях колеблется от 3 до 20 м<sup>3</sup> на га. Корневые системы дуба (по данным раскопок) поражены в основном корнями старыми, сгнившими или отмирающими, пораженными гнилями. Эти насаждения подлежат первоочередной реконструкции, так как большое число порослевых генераций, систематическое уничтожение поросли скотом и неблагоприятные условия жизни привели к ускоренному отмиранию корней материнских деревьев.

Опытная «посадка на пень» для исправления данных насаждений, проведенная Крымской горно-лесной опытной станцией (Б. А. Павлов), положительных результатов не дала. Единственно возможным способом реконструкции насаждений этой группы является проведение частичных культур.

2. Дубовые низкоствольники полнотой 0,6 и выше, в значительной степени ослабленные большим числом порослевых генераций и неблагоприятными условиями местопроизрастания и имеющие запас древесины и хвороста от 20 до 100 м<sup>3</sup> на га. Они подлежат реконструкции во вторую очередь. Обследование вырубok прошлых лет в лесхозах Крыма выявило успешность их возобновления порослевым путем. После рубки нормальный рост нового порослевого поколения в таких насаждениях продолжается до 40—50 лет, затем к 50—60-летнему возрасту рост прекращается, ветви деревьев покрываются лишайниками и появляется большое число сухoverшинных деревьев. В основном эти насаждения распространены в нижней зоне северного склона и средних зонах обоих склонов Крымских гор. В качестве временной меры поддержания производительности и оздоровления насаждений этой группы можно рекомендовать посадку «на пень» узкими двадцатиметровыми лесосеками, расположенными длинной стороной поперек склона, для получения нового порослевого поколения. Эта мера приведет к повышению производительности и улучшению состояния насаждения на первые 30—40 лет и даст возможность получить мелкую деловую древесину, в которой остро нуждается сельское хозяйство Крыма (колья, жерди и другие сортаменты для садоводства и виноградарства). В дальнейшем эти насаждения также подлежат реконструкции с введением лесных культур.

3. Третью группу составляют дубовые низкоствольники, обладающие нормальным ростом и полнотой и не подлежащие реконструкции в настоящее время. Эти насаждения распространены в средних и частично верхних зонах обоих склонов Крымских гор. В них целесообразно проведение рубок ухода для улучшения состава насаждений путем создания наиболее благоприятных условий подросту семенного происхождения. Лесокультурные способы реконструкции подобных насаждений в настоящее время нецелесообразны.

### *Реконструкция буковых насаждений*

Леса с основной породой буком занимают около 13,7% лесопокрываемой площади горных лесов Крыма и расположены в верхней и средних зонах обоих склонов Крымских гор (высота над уровнем моря от 500 до 1200 м). В основном это высокоствольные насаждения и только незначительная площадь представлена низкоствольниками (0,2—0,3% лесопокрываемой площади).

Около половины буковых насаждений являются перестойными и нуждаются в постепенной замене высокополнотными молодняками семенного происхождения с сохранением основной породы.

Результаты обследования естественного возобновления в буковых лесах показали, что во всех окнах и на небольших прогалинах (диаметром до 25—35 м), возникших в результате бурелома, беспорядочных рубок военного времени и от прочих причин, имеется в большом количестве благонадежный подрост бука (в среднем 90—110 тыс. шт. на 1 га), а под пологом сомкнутых насаждений и на больших прогалинах подрост отсутствует. При применении сплошно-лесосечных рубок, в большинстве случаев, буковые насаждения заменяются грабовыми.

Следовательно, при проведении группово-выборочных рубок окнами диаметром 25—30 м возможно обеспечить постепенное переформирование перестойных буковых насаждений в высокополнотные молодняки основной породы.

Опыт Алуштинского и других лесхозов Крыма показал, что в низкополнотных насаждениях (площадь буковых насаждений с полнотой до 0,5 равна примерно 5,8 тыс. га) могут успешно проводится лесные культуры с простейшими способами обработки почвы (площадки, ямки, терраски малых размеров) и мероприятия по содействию естественному возобновлению.

Одновременно с проведением лесовосстановительных рубок в буковых лесах желательно проведение мероприятий по содействию естественному возобновлению (рыхление подстилки в семенные годы, подсев семян бука в неурожайные годы).

В большинстве случаев, при правильном проведении мероприятий по реконструкции буковых насаждений, для их переформирования не потребуются значительных затрат.

#### *Реконструкция грабовых насаждений*

Леса с основной породой грабом занимают около 6% лесопокрытой площади горных лесов Крыма, до половины из них — низкоствольники порослевого происхождения. Они распространены в верхней и средней зонах обоих склонов Крымских гор и в большинстве являются производными, возникшими на месте вырубленных буковых и дубовых насаждений, благодаря хорошей способности граба к семенному порослевому возобновлению. Нормальные грабовые насаждения обладают хорошими почвозащитными и водоохранными свойствами, а также достаточно высокой производительностью; поэтому проведение активных мероприятий по их реконструкции в настоящее время нецелесообразно. В молодняках необходимо проведение рубок ухода с целью создания благоприятного режима для подроста дуба и бука, всегда встречающегося в виде примеси в составе этих насаждений.

В низкополнотных насаждениях целесообразно проведение мероприятий по содействию естественному возобновлению с подсевом семян основных пород (бука, дуба, сосен крымской и обыкновенной) или проведение частичных культур с простейшими способами подготовки почвы. В перестойных грабовых насаждениях желательно проведение группово-выборочных вырубок с последующим естественным возобновлением в окнах.

#### *Насаждения сосны крымской и сосны обыкновенной*

Эти насаждения занимают около 5,5% лесопокрытой площади горных лесов Крыма и в основном приурочены к крутым склонам с мало развитыми горно-лесными почвами. В целях переформирования перестойных насаждений целесообразно использовать окна, возникающие

в результате санитарных рубок. В окнах необходимо проводить мероприятия по содействию естественному возобновлению или простейшие культуры; при наличии под пологом насаждений куртин благонадежного подроста следует вырубать деревья, заглушающие этот подрост.

### *Лесокультурные способы реконструкции насаждений*

В связи с тем, что на большей площади насаждений, подлежащих реконструкции, необходимо проведение лесокультурных мероприятий, надо более подробно остановиться на некоторых вопросах производства частичных культур в горных условиях.

До самого последнего времени существовало мнение, что на горных склонах механизация работ и связанная с ней частичная раскорчевка приводят к усилению эрозионных процессов. В то же время в нижней зоне южного склона Крымских гор применение несовершенной, основанной на ручном труде, агротехники подготовки почвы (площадками, полосами и террасками малых размеров) приводило к систематической гибели лесных культур. Так, например, из 2695 га лесных культур, заложенных с 1876 по 1948 г. в Судакском и Алуштинском лесхозах и Феодосийском лесничестве Старо-Крымского лесхоза сохранилось всего 377 га или 14%. В других районах, с более благоприятными условиями, недостаток рабочей силы и высокая стоимость ручной подготовки почвы делали невозможным проведение реконструкции на больших площадях.

Крымской горно-лесной опытной станцией были разработаны механизированные способы обработки почвы на горных склонах. В течение 1953—1955 гг. в Алуштинском лесхозе механизированная обработка почвы проведена на площади 46 га, в том числе террасирование на площади 15 га. Работа проводилась в наиболее тяжелых лесорастительных условиях нижней зоны южного склона Крымских гор, где раньше наблюдалась систематическая гибель лесных культур. На площади 26 га были заложены опытно-производственные культуры с участием сосны крымской, дуба пушистого, дуба пробкового, груши лесной, ореха грецкого, абрикоса, миндаля горького, вишни магалебской, скумпии, раkitника, смородины золотистой, дрока испанского. Кроме того, в поисковом порядке были испытаны кедры ливанский, атласский и гималайский, сосна судакская, фисташка настоящая, черешня дикая, хурма виргинская, секвойя гигантская, маслина и другие. Приживаемость лесных культур на участках с механизированной подготовкой почвы была вполне удовлетворительной и колебалась для отдельных пород от 50 до 96%. Приживаемость лесных культур на опытно-производственных участках 1955 г. составила в целом 90%.

Опыт показал, что при реконструкции насаждений целесообразно способы подготовки почвы дифференцировать следующим образом:

а) На склонах до 13° — обработка почвы полосами шириной до 20 м поперек склона. Обрабатывается от 50 до 75% площади (рис. 1).

б) На склонах от 13 до 35° — террасирование универсальным бульдозером Д-259. Ширина террас 3—4 м, обрабатывается 30—40% площади (рис. 2).

При этих способах, благодаря воздействию обработанных полос и террас, проложенных в направлении горизонталей, развитие эрозионных процессов резко уменьшается. Особенно сильное влияние на сток и эрозию оказывает террасирование склонов. Так например, по наблюдениям кандидата географических наук А. Н. Олиферова на опытных участках объем стока с террасированного водосбора уменьшился на 83%, макси-



Рис. 1. Полосная подготовка почвы при реконструкции дубово-грабинниковых зарослей. Куйбышевский лесхоз.

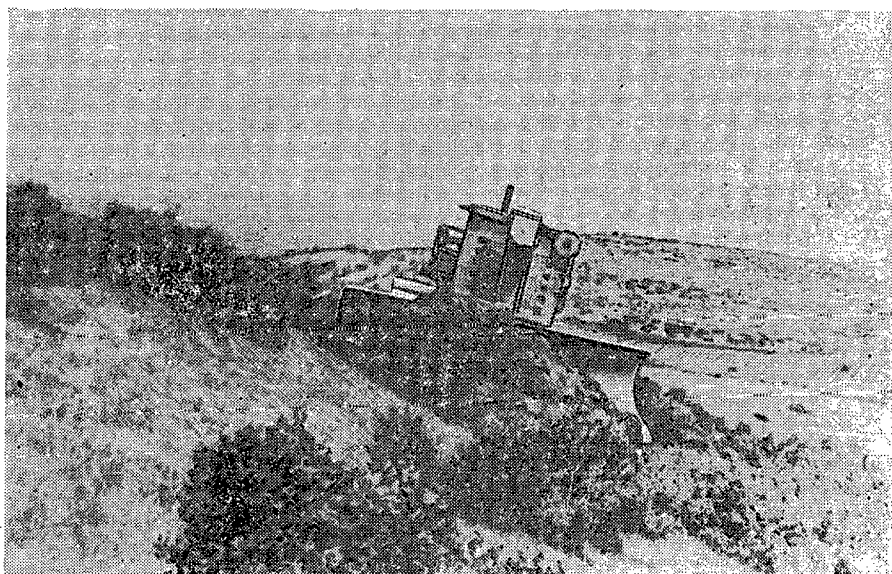


Рис. 2. Универсальный бульдозер Д-259 на базе трактора С-80 нарезает террасы при реконструкции дубово-грабинниковых кустарниковых зарослей. Алуштинский лесхоз.

мальные расходы — на 80%, смыв почвы — в 200 раз (учитывался ливень 10 октября 1956 г., при котором выпало осадков 14 мм при интенсивности 0,9 мм в минуту, площадь затеррасированного водосбора равна 0,06 км<sup>2</sup>, протяженность террас — 2,25 км, террасированием охвачено 75% площади; площадь контрольного водосбора — 0,05 км<sup>2</sup>).

Обработка почвы на горных склонах при реконструкции насаждений отличается некоторыми особенностями, на которых следует остановиться.

При реконструкции значительной части кустарниковых зарослей, в силу пораженности корневых систем гнилями, специальных работ по раскорчевке не требуется. При полосной обработке полотно полос вырубается вручную или расчищается бульдозером, нарезка террас может производиться без предварительной расчистки полотна. При наличии линий с диаметром свыше 8 см необходима предварительная раскорчевка полотна полос корчевателем-собирателем Д-210; полотно террас в раскорчевке не нуждается.

Тяжелые каменистые почвы, пни, корни и прочие остатки древесной растительности создают более трудные условия для механизированной подготовки почвы. Обычные тракторные плуги ПП-50, ПП-40, ПКБ-56 и другие могут применяться для полосной обработки почвы только на пологих (6—8°) склонах при предварительной раскорчевке полотна корчевателем-собирателем Д-210 и рыхлении рыхлителем Р-80. Но, даже при самой тщательной подготовке полотна полос, плуги часто ломаются и выходят из строя. На более крутых склонах, при встрече с препятствиями, плуг сползает по склону, его детали деформируются и ломаются. Поэтому для данных условий более перспективна обработка почвы без оборота пласта при помощи рыхлителей Р-80, Д-162 и бороны БДТ-2,2. Применение рыхлителей делает возможным проведение полосной обработки почвы на склонах крутизной до 13°, причем в кустарниковых зарослях обработка почвы может производиться без предварительной раскорчевки. Рыхлители в работе гораздо надежнее плугов и почти не выходят из строя. Полосная обработка почвы рыхлителями осуществляется в следующем порядке: рыхление рыхлителем Р-80 на глубину 60—70 см с расстоянием между бороздами 50—60 см, затем двукратное рыхление рыхлителем Д-162 на глубину 30—40 см и дискование бороной БДТ-2,2 на глубину 15—20 см.

На склонах крутизной 13° и выше производится террасирование универсальным бульдозером Д-259 с последующим рыхлением полотна террас рыхлителями Р-80, Д-162 и дисковой бороной БДТ-2,2. При реконструкции насаждений в среднем на гектар приходится 1000 пог. м. террас шириною 3—4 м, что составляет 30—40% обработанной площади.

При механизированных способах подготовки почвы создается более благоприятный режим влажности для культур, чем при ранее принятых способах. Так, например, в 1956 г. на опытных участках Крымской горно-лесной опытной станции самая низкая влажность наблюдалась при подготовке почвы площадками 2 × 2 м, где влажность почвы практически равнялась мертвому запасу; на террасах и при полосной подготовке почвы влажность была значительно выше и могла обеспечить существование лесных культур.

Специальные исследования и опыт лесокультурных работ в Крыму показали, что для получения высокой приживаемости культур в нижней зоне южного склона гор необходима ширина обработанных полос не менее 4 м при глубине обработки почвы 50—60 см; в нижней зоне северного склона высокую приживаемость можно получить при обработке

почвы площадками  $2 \times 2$  м, полосами шириной 2 м, террасками шириной 1 м; в средней и верхней зонах обоих склонов Крымских гор — площадками  $2 \times 2$  м, полосами шириной 1 м, террасками шириной 1—0,7 м, а в отдельных случаях — площадками  $1 \times 1$  м.

В связи с этим приведем некоторые данные по затрате труда и денежных средств на подготовку почвы при реконструкции насаждений лесокультурными способами (табл. 1).

Таблица 1

**Примерная стоимость подготовки почвы при реконструкции насаждений**

Способы подготовки почвы	Стоимость в руб.
Ручная подготовка почвы площадками, полосами (24—28% обработанной почвы). Глубина обработки 40 см . . . . .	1000—2000
То же (50% обработанной почвы) . . . . .	2000—4000
Ручное террасирование склонов (25% обработанной площади). Ширина террасок 0,7—1 м . . . . .	2000—4000
Полосная подготовка почвы рыхлителями и дисковой бороной без предварительной раскорчевки (50% обработанной почвы). Ширина полос от 4 до 20 м, глубина обработки 60—70 см . . . . .	600
Полосная подготовка почвы с предварительной раскорчевкой полотна полос корчевателем-собирателем Д-210, рыхление рыхлителем Р-80 и вспашка плугами (50% обработанной площади) . . . . .	950—1000
То же с обработкой почвы рыхлителями Р-80 и Д-162 . . . . .	1200—1300
Террасирование бульдозером Д-259 с последующей обработкой полотна террас рыхлителями и дисковой бороной (30% обработанной почвы) . . . . .	750—900

Применение ручных способов подготовки почвы под частичные культуры при реконструкции насаждений в условиях горных лесов Крыма из-за больших затрат труда и средств нецелесообразно. Практически к ручной подготовке почвы приходится часто прибегать вследствие недостатка механизмов и в связи с тем, что механизированные способы подготовки почвы применимы на склонах крутизной до  $35^\circ$  с почвами на глинистых сланцах или с глубокими почвами, подстилаемыми известняками и кристаллическими породами.

Для участков со склонами круче  $35^\circ$  и с мелкими почвами (мощностью до 40 см), подстилаемыми известняками и кристаллическими породами, механизированные способы подготовки почвы еще не разработаны, а эти участки составляют около половины площади лесокультурного фонда и насаждений, подлежащих реконструкции.

Применение ручных способов подготовки почвы будет целесообразным для средней и верхней зон обоих склонов Крымских гор, где для реконструкции необходимо проведение культур небольшой плотности или возможно проведение культур с упрощенными способами подготовки почвы (площадки меньших размеров, меньшая глубина обработки почвы и т. д.).

Большое значение при реконструкции насаждений имеет правильный подбор ассортимента древесных пород для проведения частичных культур. При реконструкции с полосной обработкой почвы возможна

закладка как чистых частичных культур, так и смешанных по древесно-кустарниковому и древесно-теневому типам смешения. Введение сопутствующих и кустарниковых пород при террасировании горных склонов и при ручных способах подготовки почвы нецелесообразно, так как культуры занимают всего 20—30% общей площади, а низкоствольники и кустарники, произрастающие на остальной площади, могут выполнять роль сопутствующих пород и кустарников.

Опыт лесного хозяйства Крыма и работы, проведенные Никитским ботаническим садом и Крымской горно-лесной опытной станцией, подтвердили целесообразность следующих схем и ассортимента древесных пород.

В сухих и бедных условиях местопроизрастания ( $A_1$ ,  $B_0$ ,  $B_1$ ) должны закладываться чистые культуры; при полосной обработке почвы, кроме чистых, возможна закладка культур по древесно-кустарниковому типу. Основная порода — сосна крымская; в нижней зоне южного склона Крымских гор, на участках, защищенных от холодных северных ветров, возможны культуры сосны судакской. В центральной части нижней и средней зон южного склона, на более мощных суглинистых и глинистых почвах в качестве главной породы могут вводиться кедр атласский и ливанский. Для декоративного оформления в культуры могут вводиться куртинами кипарисы пирамидальный и аризонский, в культуры сосны — куртины кедров атласского и ливанского. В средней и верхней зонах обоих склонов Крымских гор в качестве главной породы в культуре может быть введена сосна обыкновенная. Кустарники — скумпия, ракитник, бирючина и для нижней зоны южного склона — володушка и дрок испанский.

В сухих, но более плодородных условиях местопроизрастания ( $C_1$ ,  $D_1$ ) возможна закладка чистых культур и культур древесно-кустарникового и древесно-теневого типов, а на плато и пологих склонах — культур лесоплодового типа. Основные породы для лесных культур те же, что и для условий местопроизрастания  $A_1$ ,  $B_0$ ,  $B_1$ ; для лесоплодовых культур — груша лесная, шелковица черная и белая, а в отдельных наиболее благоприятных местах — орех грецкий. Сопутствующие породы — груша лесная, вишня магалебская, алыча, клен татарский; для северного склона, кроме перечисленных пород — дуб черешчатый, дуб скальный, клен полевой, яблоня дикая. Кустарники — скумпия, бирючина, свидина, кизил; в нижней зоне южного склона дополнительно дрок испанский и володушка.

Насаждения, подлежащие реконструкции и произрастающие в свежих и плодородных условиях местопроизрастания ( $C_2$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ), в нижних зонах обоих склонов Крымских гор занимают крайне ограниченные площади. В нижней зоне южного склона целесообразна их полная раскорчевка и закладка культур особо ценных пород, как орех грецкий, пробковый дуб, секвойя гигантская, маслина и другие. В нижней зоне северного склона целесообразно закладывать культуры лесоплодового типа (с главными породами — орехом грецким, черешней дикой, грушей лесной) или культуры дуба черешчатого. В средней и верхней зонах обоих склонов Крымских гор основными породами для данных условий будут дуб черешчатый, сосна обыкновенная, сосна крымская; необходима установка опытных работ по закладке культур бука.

Основные площади насаждений, подлежащих реконструкции, находятся в сухих и бедных условиях местопроизрастания и главной лесобразующей породой при их реконструкции является сосна крымская. На основании данных о запасах древостоев можно считать, что при проведении реконструкции дубово-грабниковых зарослей и низкостволь-



ных насаждений с полнотой до 0,5, путем закладки частичных культур сосны можно получить насаждения с запасом 200—300 м<sup>3</sup> на га.

В центральной части нижней и средней зон южного склона Крымских гор на участках с глубокими почвами целесообразны культуры кедров атласского и ливанского, обладающие лучшим ростом по сравнению с культурами сосны (разница по высоте в 14-летних культурах Ялтинского лесхоза составила 1—1,15 м).

На основании проведенных работ можно сделать следующие выводы:

1. Основным способом реконструкции дубовых низкоствольных насаждений и кустарниковых зарослей является активная реконструкция с проведением частичных культур.

2. В буковых и грабовых лесах реконструкцию насаждений желательно проводить лесоводственными способами (лесовосстановительные рубки, рубки ухода, содействие естественному возобновлению) и в отдельных случаях проведением простейших лесокультурных мероприятий (ручная обработка почвы, посев семян и посадка сеянцев по окнам и прогалинам).

3. При реконструкции низкоствольных насаждений имеется полная возможность механизировать подготовку почвы под частичные культуры на площадях, подстилаемых глинистыми сланцами, мергелистыми отложениями и на площадях с глубокими почвами, подстилаемыми известняками и кристаллическими породами. Крутизна склонов на этих площадях не должна превышать 35—40°.

4. Механизированная обработка почвы делает возможным применение более высокой агротехники, в том числе механизированных уходов при выращивании лесных культур, что значительно снизит затраты труда и средств на реконструкцию насаждений.

5. Основной лесообразующей породой при реконструкции дубовых низкоствольников в условиях Крыма является сосна крымская. В зависимости от условий местопроизрастания возможно использование и других пород.

---

Поступила в редакцию  
26 июня 1958 г.

## СПОСОБ БЫСТРОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД КОРНЕВЫМИ ЧЕРЕНКАМИ

**П. Н. ВАШКУЛАТ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Хабаровский педагогический институт)

Директивами XX съезда КПСС на шестое пятилетие было предусмотрено «заложить до 3 миллионов гектаров лесов хозяйственно-ценными и быстрорастущими древесными породами». Новый семилетний план ставит перед трудящимися нашей страны еще более грандиозные задачи.

Это обязывает лесоводов упорно работать над изучением, селекцией и массовым размножением высокопродуктивных форм древесных и кустарниковых пород, что, в свою очередь, требует разработки и широкого применения эффективных способов вегетативного их размножения. Поэтому изыскание приемов, повышающих и улучшающих регенеративные процессы у деревьев, является актуальной задачей.

Многие древесные породы вегетативно размножаются преимущественно корневыми черенками (акация белая, бархат амурский, бересклеты, ильмовые, осина, яблоня и др.). Однако размножить ту или иную форму или сорт корневыми черенками, подкапывая корни у сортовых экземпляров, а после получения молодых черенковых растений снова ожидать, пока корни достигнут таких размеров, что их уже можно использовать на черенки — очень длинный путь. В таких случаях ускорение размножения ценных сортов имеет исключительно важное значение.

Одним из примеров наиболее быстрого размножения древесных пород корневыми черенками может служить способ полного использования однолетних растений, выросших из корневых черенков, испытанный нами при изучении вегетативных способов размножения бархата амурского на кафедре лесоводства Куйбышевского сельскохозяйственного института.

Способ этот основан на свойстве древесных пород повышать из поколения в поколение регенеративную способность при повторном вегетативном их размножении [1], [2].

Для наших опытов осенью 1953 г. было отобрано 20 среднего размера однолетних растений (названных нами черенковыми растениями первого поколения), выросших из корневых черенков, взятых у бархата амурского 12-летнего возраста. Ниже приводится средняя характеристика одного такого растения.

Количество корней первого порядка, шт. . . . .	2,3
Общая длина корней первого порядка в см . . . . .	27
Диаметр самого крупного корешка в мм . . . . .	2,4

Вес всех корней в сыром виде в г . . . . .	1,4
Количество побегов шт. . . . .	1,6
Высота крупного побега в см . . . . .	11,

Весной 1954 г. все корешки и побеги отобранных черенковых растений первого поколения были разрезаны на короткие череночки и высажены в холодный парник (рассадник) для получения черенковых растений второго поколения. Разделка на новые черенки производилась так: от базального конца каждого более крупного корешка отрезалось 2—3 черенка, длиной 3 см каждый; срединные, более тонкие части корешков разрезались на 5-сантиметровые отрезки; конец корешка (мочка) длиной 6—7 см тоже использовался как черенок. Кроме концевой мочки, на черенки обрезались и боковые, наиболее крупные ответвления с диаметром не ниже 1 мм. На черенки использовались и побеги, и даже старый прошлогодний черенок.

Обычные стеблевые черенки бархата приживаются слабо, но побеги, возникшие на корневых черенках, имеют некоторую особенность: многие из них в момент прорастания образуют в самой нижней своей части (как бы у корневой шейки) добавочные корешки (фото. 1). Если такой побег отделить от корневого черенка, отрезать у него все корешки (на новые череночки), а на побеге оставить всего лишь 1—2-миллиметровые остатки корешков и посадить этот побег в парник, он легко укореняется. При этом достаточно только пары или даже одной самой нижней почки, чтобы из верхушки побега получился еще один черенок (который, правда, уже имеет слабую приживаемость).

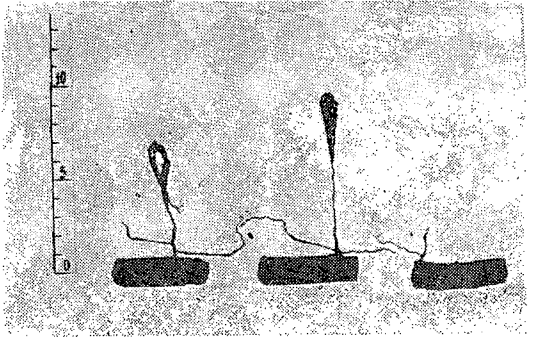


Рис. 1. Появление «корешков» на прорастающих побегах.

Побеги, не имевшие у своего основания корешков, срезались с небольшим кусочком древесины старого корневого черенка («пяточкой»). Такие черенки давали до 30—40% приживаемости. Верхняя часть побега и в этом случае срезалась выше первой (снизу) почки и использовалась как черенок.

Разрезав на мелкие череночки корешки и побеги, полученные от вышеуказанных 20 черенковых растений, мы получили 225 новых корневых и стеблевых черенков (табл. 1).

Таким образом, в среднем из одного черенкового растения первого поколения получалось 13 новых черенков, в том числе — 10 корневых, 2 побеговых и 1 прежний («старый») черенок, кстати сказать, почти всегда повторно укореняющийся, даже если у него полностью обрезаны все новообразования\*.

У черенков, нарезанных из молодых корешков, хорошо различимы нижний (дистальный) и верхний (проксимальный) концы. Поэтому мелкие корневые череночки, в том числе и корневую мочку, мы высаживали наклонно, с заделкой в субстрат верхнего конца не более, чем на

\* Этот вопрос сам по себе имеет существенный теоретический интерес: такой прошлогодний черенок, имея достаточную первоначальную способность к укоренению сохраняет ее и на второй год или же он, под влиянием молодых корешков и однолетних побегов, в течение первого вегетационного периода сам становится таким же «молодым» и способным к регенерации, как и появившиеся на нем корешки.

Таблица 1

Характер черенков		Выход новых черенков	
		из 20 черенковых растений	из одного черенкового растения
Корневые	Базальные, длиной 3 см . . . . .	75	3,8
	Серединные, длиной 5 см . . . . .	34	1,7
	Концевая мочка . . . . .	43	2,2
	Боковая мочка . . . . .	47	2,3
	Старые (прошлогодние) . . . . .	14	0,7
Стеблевые	Комлевые		
	с остатками корешков . . . . .	13	0,7
	с „пяткой“ . . . . .	19	0,9
	Верхушечные . . . . .	10	0,5
Всего . . . . .		255	12,8

0,5 см, чтобы облегчить выход молодых побегов на дневную поверхность. Старые (прошлогодние) черенки высаживались горизонтально на глубину 3 см, а побеговые — вертикально, с заглублением до верхних почек.

Приживаемость таких черенков показана в табл. 2.

Таблица 2

Характер черенков		Посажено, шт.	Прижилась, шт.	Приживаемость в %
Корневые	Базальные, длиной 3 см . . . . .	75	65	87
	Серединные, длиной 5 см . . . . .	34	26	77
	Концевая мочка . . . . .	43	24	56
	Боковая мочка . . . . .	47	20	43
	Старые (прошлогодние) . . . . .	14	12	86
Стеблевые	Комлевые			
	с остатками корешков . . . . .	13	12	92
	с „пяткой“ . . . . .	19	7	37
	Верхушечные . . . . .	10	1	10
Всего . . . . .		255	167	65

Таким образом, из 20 черенковых растений первого поколения получилось 167 черенковых растений второго поколения. Характеристика их дана в табл. 3.

Таблица 3

Характер черенков		Количество обмеренных растений, шт.	Количество корневых черенков первого порядка, шт.	Общая длина корневых черенков первого порядка в см.	Диаметр наиболее крупного корня (у основания) в мм.	Вес корней в сыом виде в г.	Количество живых «старых» черенков, шт.	Количество побегов, шт.	Высота наиболее крупного побега в см.
Корневые	Базальные, длиной 3 см . . . . .	10	2,8	46	3,9	2,8	0,9	1,3	29
	Серединные, длиной 5 см . . . . .	10	2,4	43	3,2	2,6	0,4	1,2	19
	Концевая мочка . . . . .	10	2,6	30	2,0	1,7	—	1,1	11
	Боковая мочка . . . . .	10	2,5	26	1,4	1,4	—	1,1	10
	Старые (прошлогодние) . . . . .	10	2,2	47	3,4	2,3	0,7	1,4	20
Стеблевые	Комлевые								
	с остатками корешков . . . . .	10	1,5	38	2,8	2,5	—	1,2	16
	с „пяткой“ . . . . .	7	1,3	21	1,1	0,6	—	1,3	8
Верхушечные . . . . .	1	2,0	11	1,0	0,2	—	2,0	6	

Примечание: Цифры приведены в среднем для одного растения.

Как видно из таблицы, черенковые растения второго поколения крупнее растений первого поколения. При этом наилучшие показатели имеют растения, полученные из базальных частей корня. Хорошие результаты дают растения из старых (прошлогодних) черенков. Заметно отстают в развитии растения из боковой мочки.

Из побеговых черенков хорошие приживаемость и рост дают черенки с остатками прежних корешков. Черенки с пяткой укореняются и развиваются значительно хуже. Что же касается верхушечных побеговых черенков, то приживаемость и рост их во всех отношениях слабые.

Таблица 4

Характер черенков	Число растенный второго поколения	Получено новых черенков (шт.)								всего	
		корневых					стеблевых				
		базальных, 3 см	серединных, 5 см	концевой мочки	боковой мочки	старых черенков	с остатками корешков	с „пяткой“	верхушечных		
Корневые	Базальные, длиной 3 см . . . . .	65	442	241	182	318	59	26	52	65	1385
	Серединные, длиной 5 см . . . . .	26	208	60	62	84	10	8	23	26	481
	Концевая мочка . . . . .	24	98	62	58	92	—	2	24	22	358
	Боковая мочка . . . . .	20	66	44	42	52	—	—	20	20	244
	Старые (прошлогодние) . . . . .	12	86	26	24	49	8	5	11	6	215
Стеблевые	Комлевые										
	с остатками корешков . . . . .	12	82	36	18	29	—	7	5	12	193
	с „пяткой“ . . . . .	7	15	17	9	11	—	—	8	5	65
Верхушечные . . . . .	1	—	1	2	—	—	—	—	1	4	
Всего . . . . .		167	997	487	397	635	77	49	144	159	2945

Весной 1955 г. черенковые растения второго поколения вновь были разрезаны на мелкие черенки с целью получения растений третьего поколения. Выход черенков показан в табл. 4.

Табл. 4 показывает, что 167 прижившихся растений второго поколения, будучи разрезанными на черенки, дали в общей сложности 2945 новых черенков. Эти черенки были высажены в парники весной 1955 г. и к осени дали черенковые растения третьего поколения.

Данные осеннего учета черенковых растений третьего поколения и размеры их новообразований приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Характер черенков		Посажено, шт.	Прижи- лось, шт.	Прижи- ваемость в %
Корневые	Базальные, длиной 3 см . . . . .	997	907	81
	Серединные, длиной 5 см . . . . .	487	424	87
	Концевая мочка . . . . .	397	191	48
	Боковая мочка . . . . .	635	292	46
	Старые (прошлогодние) . . . . .	77	73	95
Стеблевые	Комлевые			
	с остатками корешков . . . . .	49	43	87
	с „пяткой“ . . . . .	144	59	41
Верхушечные . . . . .	159	13	12	
Всего . . . . .		2945		68

Из табл. 5 видно, что процент приживаемости черенков в третьем поколении несколько выше, чем у черенков второго поколения (см. табл. 2).

Таблица 6

Характер черенков		Количе- ство обме- ренных расце- ний, шт.	Количе- ство корней первого поряд- ка, шт.	Общая длина корней первого порядка в см	Диаметр наиболее крупного корня (у основания) в мм	Вес корней в сыром виде в г	Количе- ство побе- гов, шт.	Высота наиболее крупного побега в см
Корневые	Базальные, длиной 3 см . . . . .	10	2,8	69	4,4	3,0	1,3	36
	Серединные, длиной 5 см . . . . .	10	3,2	65	3,5	2,9	1,1	34
	Концевая мочка . . . . .	10	2,1	25	2,2	1,3	1,1	13
	Боковая мочка . . . . .	10	1,9	23	2,2	1,2	1,0	9
	Старые (прошлогодние) . . . . .	10	1,8	38	3,4	2,6	1,2	23
Стеблевые	Комлевые							
	с остатками корешков . . . . .	10	2,0	34	2,7	1,4	1,3	23
	с „пяткой“ . . . . .	10	1,4	20	1,7	0,8	1,0	14
Верхушечный . . . . .	10	1,2	11	0,6	0,3	1,2	5	

Примечание: Цифры приведены в среднем для одного растения.

Исключение составили побеговые черенки с остатками корешков. Объясняется это тем, что с каждым поколением на прорастающих побегах корешки появляются и развиваются все слабее и слабее. Если в первом поколении на прорастающих побегах возникает по 2—3 крупных корешка и такие побеги с остатками корешков хорошо приживаются во втором поколении (в наших опытах 92%), то у черенков второго поколения, быстро идущих в рост, на побегах появляется всего по 1—2 небольших корешка и черенки из таких побегов в третьем поколении укореняются слабее (в наших опытах 87%). Что же касается небольшого снижения приживаемости концевой мочки в третьем поколении, то объяснить это явление затруднительно.

Из каждой группы черенковых растений третьего поколения для получения новых черенков разрезали по 10 растений. Количество полученных черенков видно из табл. 7.

Таблица 7

Характер черенков	Число растений второго поколения	Получено новых черенков (шт.)							всего	
		корневых				стеблевых				
		базальных длиной 3 см	серединных длиной 5 см	концевой мочки	боковой мочки	комлевых		верхушечных		
					с остатками корешков	с "пяткой"				
Корневые	Базальные, длиной 3 см . . . . .	907	7256	7074	2540	4172	363	816	998	23219
	Серединные, длиной 5 см . . . . .	424	3562	2629	1314	1611	127	339	382	9964
	Концевая мочка . . . . .	191	802	306	382	420	—	210	234	2254
	Боковая мочка . . . . .	292	760	409	467	905	—	292	204	3037
	Старые (прошлогодние) . . . . .	73	438	306	132	233	22	66	88	285
Стеблевые	Комлевые с остатками корешков . . . . .	43	138	172	60	69	—	52	47	538
	с "пяткой" . . . . .	59	83	71	53	35	—	59	24	325
	Верхушечные . . . . .	13	—	13	10	—	—	14	—	37
Всего . . . . .	2002	13039	10980	4958	7445	517	1848	1877	40659	

Таким образом, 2002 черенковых растения третьего поколения при их разрезании дали 40659 новых черенков.

На этом наш опыт осенью 1955 г. был прекращен. Но если эти новые черенки (40659 шт.) высадить и условно принять для них такой же процент приживаемости, какой получен у черенков третьего поколения, то они дадут 28650 черенковых растений четвертого поколения.

Итоги проведенного опыта можно сформулировать так: 20 черенковых растений бархата первого поколения, разрезанные на 255 новых укороченных черенков, дали в первое же лето 167 черенковых растений второго поколения; из этих 167 растений получено во втором летнем сезоне 2002 черенковых растения третьего поколения, которые к осени третьего сезона могут дать 28650 растений четвертого поколения. Иными словами, 20 укоренившихся черенков за три летних сезона превращаются в 28650 хорошо развитых растений, так как одновременно с повышением процента приживаемости высаживаемых черенков увеличиваются (из поколения в поколение) и размеры их новообразований. Это иллюстрируется данными табл. 8 и рис. 2.

Таблица 8

№ п/п.	Показатели	Поколение черенковых растений		
		первое	второе	третье
1	Приживаемость корневых черенков в % . . . . .	40—50	82	89
2	Приживаемость стеблевых черенков с „пяткой“ в % . . . . .	—	37	41
3	Длина основных корешков в см . . . . .	27	45	67
4	Диаметр наиболее крупного корешка в мм . . . . .	2,4	3,5	4,0
5	Вес корешков в г . . . . .	1,4	2,7	2,9
6	Количество побегов на черенке, шт.	1,6	1,3	1,2
7	Высота наиболее крупного побега в см . . . . .	11	24	35
8	Выход новых черенков, шт. . . . .	13	16	20
9	Продолжительность периода от посадки черенков до массового появления побегов в днях . . . . .	20—25	10—12	8—10

Из табл. 8 видно, что в последующих поколениях на черенках значительно раньше возникают побеги, поэтому и размеры их (и корешков) оказываются крупнее, хотя количество побегов на черенках из поколения в поколение уменьшается.

Таким образом, при корневом черенковании древесных пород использование на черенки самих же черенковых растений позволяет в короткий срок получать массовое количество хорошо развитых вегетативных растений. Кроме того, разработка и применение описанного способа черенкования имеет существенный теоретический интерес.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ю. А. Белавин. Размножение древесных и кустарниковых растений зелеными черенками и повышение укореняемости черенков при повторном черенковании. М., 1954. [2]. И. В. Мичурин. Сочинения, т. 1, 1948.

Поступила в редакцию  
7 июня 1958 г.



## ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ОТ ПОЖАРОВ

**Н. К. ТАЛАНЦЕВ**

Инженер

(Новосибирск)

Злейшим врагом Сибирских лесов являются лесные пожары, уничтожающие ежегодно громадные площади леса. Хотя количество пожаров, возникших на территории Западной Сибири за последние семь лет, в сравнении с прошлым периодом, несколько уменьшилось, горимость лесов по-прежнему продолжает оставаться высокой.

Так, с 1950 по 1956 гг. на территории лесов Западной Сибири (без Тюменской области) только в лесах госфонда пожары охватили площадь в несколько сот тыс. га; горели и колхозные леса.

В среднем по Западной Сибири ежегодно выгорает значительная площадь, превышающая в ряде случаев среднюю площадь лесхоза Центральной части СССР.

Отличительной чертой географии лесов Западной Сибири является неравномерное распределение их по породам и типам леса в широтном и долготном направлениях, наличие резко выраженной мозаики в распределении лесов в лесной зоне, чередование лесных пространств с огромными площадями болот.

При такой неоднородности для правильного применения мероприятий по охране леса необходимо четко выявить географическую и типологическую закономерности лесов, которые позволят в дальнейшем глубже изучить природу возникновения лесных пожаров и наметить способы борьбы с ними.

Проведенный нами анализ статистических данных о лесных пожарах за последние семь лет по областям и в целом по Западной Сибири, без учета зональных особенностей, подтвердил ранее опубликованные другими авторами данные о причинах возникновения лесных пожаров Западной Сибири.

Поднятый впервые академиком ВАСХНИЛ И. С. Мелеховым (1946 г.) вопрос о географии лесных пожаров и о необходимости деления территории на пояса в условиях Западной Сибири имеет особо актуальное значение.

Положительная попытка применить этот принцип для лесов Западной Сибири, предпринятая В. И. Скворецким (1955), нуждается в дальнейшем развитии, в направлении большей лесоводственной дифференциации «пожарных зон». Нами при изучении природы лесных пожаров и горимости лесов было использовано составленное Г. В. Крыловым (1955) лесорастительное районирование Западной Сибири, проведенное

на формационно-генетических принципах в сочетании с продуктивностью лесов. Каждая из лесорастительных подзон характеризуется различной степенью горимости.

Так, количество пожаров и процент выгорания увеличиваются от подзоны кедрово-сосновых заболоченных лесов к подзоне северных лесостепей и затем уменьшаются к подзоне горных лесов. Максимум этих двух показателей падает на зону степей, что связано с особенностями зоны, о которых говорится ниже.

В распределении же средней площади одного пожара наблюдается обратная закономерность.

Такое распределение показателей горимости обусловлено не только лесорастительными условиями, но и рядом других факторов. Так, показатели населенности, степени обжитости и освоения лесов, дорожной сети нарастают по мере удаления от северной части Западной Сибири к южной, за исключением некоторых районов Горного Алтая.

Анализируя весь комплекс факторов, обуславливающих горимость, следует сказать, что решающее значение среди них имеют лесорастительные условия, которые оказывают определяющее влияние также и на причины загорания леса. Так, в некоторых районах подзоны кедрово-сосновых заболоченных лесов и в степной зоне причины загорания находятся в прямой зависимости от лесорастительных условий — большинство пожаров здесь возникает от молнии.

Подзона кедрово-сосновых заболоченных лесов представлена заболоченными хвойными насаждениями с преобладанием кедра, расчлененными естественными преградами в виде рек, озер и болот.

Несмотря на сравнительно большую площадь, эта подзона в пожарном отношении не представляет серьезной опасности. Большинство пожаров возникает в южной ее части.

Причиной загорания, в основном, является неосторожное обращение с огнем, а в таких лесхозах, как Парабельский и Верх-Кетский Томской области, нередки случаи загорания от молнии. В отдельные годы загорание по этой причине достигает здесь 60% случаев всех пожаров. Для подзоны характерны малая населенность лесных пространств и отсутствие достаточного количества дорог для переброски средств тушения и рабочей силы; поэтому возникшие пожары продолжают значительное время, охватывая большие территории.

В этой подзоне целесообразно применять авиационные средства с выброской парашютистов к месту пожара или крупные вертолеты в комплексе с патрульными самолетами. Прокладку противопожарных разрывов и полос здесь нужно производить только в массивах, освоенных лесозаготовками и намечаемых к освоению в ближайшие годы.

Подзона березово-сосновых темнохвойных лесов представлена спелыми и перестойными (высокой полноты и производительности) насаждениями с преобладанием темнохвойных пород — кедра, пихты, ели и с примесью березы, осины, сосны. В отдельных местах встречаются чистые сосновые боры. Подзона эта вдоль больших рек достаточно обжита и освоена лесозаготовками в Томской, Омской и Тюменской областях. Наряду с большим количеством моховых и травянистых болот и озер здесь встречаются большие площади невозобновившихся редины и гарей с захламленностью до 70 м<sup>3</sup>. Особого внимания заслуживают площади усохших, погибших в результате повреждений сибирским шелкопрядом насаждений, которые в настоящее время представляют большую пожарную угрозу. Таких площадей только по Томской области насчитывается более 1 млн. га. Поэтому в целях ликвидации этих, наиболее опасных в пожарном отношении, очагов следует ускорить срок их эксплуатации,

установить за ними особый надзор, расчленив большие площади минерализованными противопожарными полосами на более мелкие участки с площадью не более 50 га, а в местах освоения ввести особо строгий режим соблюдения правил противопожарной безопасности.

Наличие в данной подзоне различных в пожарном отношении площадей дает основание считать пожароопасным весенний, летний и осенний периоды.

Учитывая неравномерность освоения лесных массивов, в данной подзоне следует применять различные методы борьбы с пожарами. В неосвоенных массивах доминирующее место должна занимать авиационная охрана. В освоенных местах основную роль должна сыграть наземная лесная охрана совместно с химстанциями, при этом к охране лесов необходимо привлекать работников лесозаготовительных предприятий.

Подзона сосново-березовых лесов представлена как чистыми сосновыми, так и сосново-березовыми насаждениями в различной степени смешанными, произрастающими как на сухих, так и влажных почвах. В отличие от предшествующих подзон, здесь имеются большие площади вырубок, молодых и средневозрастных насаждений. Пожары в большинстве случаев возникают от неосторожного обращения с огнем, пуска палов и сжигания остатков на лесосеках. Процент пожаров, возникающих от сжигания порубочных остатков, достигает здесь 50. Леса этой подзоны по сравнению с другими имеют высокую горимость. Поэтому проблема охраны лесов от пожаров в данной подзоне должна решаться по двум направлениям — охрана с воздуха и наземная охрана. Основными функциями первой должны являться обнаружение и непосредственная борьба в отдаленных массивах с применением вертолетов. Наземная охрана в основном обязана заниматься тушением лесных пожаров, в связи с чем она должна быть соответственно организована и оснащена всеми необходимыми средствами для борьбы с огнем.

Прокладка барьерных разрывов должна производиться с учетом примеси березы в сосновых насаждениях. Так, если процент примеси достигает 40 и более, то можно ограничиваться прокладкой противопожарной полосы, так как возможность перехода низового пожара в верховой при данных условиях исключается.

Учитывая наивысшую горимость лесов этой подзоны, здесь следует увеличить количество лесной охраны с максимальным оснащением ее современными средствами тушения, так как площадь обходов и объездов здесь слишком велика и в интересах охраны леса нуждается в значительном сокращении. В отдельных случаях она равна площади лесхоза южной части Советского Союза.

Здесь также необходимо упорядочить очистку лесосек и повысить ответственность лесозаготовителей за противопожарную безопасность.

Подзона северных лесостепей представлена как хвойными, так и лиственными насаждениями. Эта подзона полностью лесоустроена, имеет относительно густую сеть дорог, густо заселена. Причиной пожаров является неосторожное обращение с огнем. В данной подзоне наиболее рентабельно применять комбинированный метод охраны. Авиатрулирование должно здесь производиться в основном в больших массивах (например, в приобских борах) и в наиболее пожароопасные периоды. Наряду с авиатрулированием большую роль в охране должны сыграть противопожарные дороги и пожарные вышки, которые должны строиться в первую очередь в лесхозах с раздробленными массивами и большой плотностью населения.

Подзона южных лесостепей в большой своей части представлена колочными лесами с преобладанием лиственных пород (осины и бере-

зы). Особенностью лесов этой подзоны является разбросанность их в виде сравнительно небольших участков среди пахотных угодий. Основной причиной загорания является пуск палов. Пожароопасными периодами следует считать весенний и осенний сезоны. Поскольку здесь преобладают лиственные леса, нет необходимости применять авиатрулирование, так как при хорошей организации наземной охраны можно обеспечить быструю ликвидацию пожара. Эта подзона в пожарном отношении не представляет большой опасности, за исключением северных частей ленточных боров, входящих в нее.

Зона степей густо населена, имеет разветвленную сеть дорог, необходимое количество противопожарного оборудования и наземной лесной охраны, но несмотря на это, горимость ее относительно других подзон значительно выше. В ней наиболее обширная лесная площадь представлена ленточными сосновыми борами, имеющими на протяжении почти всего пожароопасного сезона сухую, хорошо воспламеняющуюся подстилку. Основной причиной загорания таких боров в большинстве случаев являются молнии. Загорание от молнии, составляющее здесь 44,6%, происходит при сухих грозах и сильном ветре, скорость которого часто превышает 12 м/сек. Огонь при таких условиях быстро распространяется, захватывает большие площади и, при благоприятных условиях, низовой пожар переходит в верховой. Обнаружение и борьба с помощью авиационных средств в этих условиях невозможна, так как самолет при такой скорости ветра не может подниматься в воздух.

Ввиду ленточной формы боров и большой плотности населения, при проектировании противопожарных мероприятий нужно идти по пути создания достаточной для охраны леса сети пожарных вышек и противопожарных дорог и разрывов, так как решающим фактором при таких обстоятельствах является не столько обнаружение пожара, сколько быстрая доставка рабочей силы и средств тушения к месту пожара.

Подзона горных лесов представлена темнохвойными насаждениями с примесью лиственных пород. Загораемость здесь незначительна, но возникшие пожары часто переходят в верховые, охватывая при этом большие площади. Из-за редкой населенности и недостаточности путей сообщения возникшие пожары трудно тушить. Поэтому основным методом обнаружения и борьбы должна быть авиационная охрана, особенно применение вертолетов.

Безусловно, такое зональное районирование не может предусмотреть всех деталей организации охраны в лесхозах и лесничествах, поэтому часть вопросов, связанных с охраной леса от пожаров, должны решать (в соответствии с особенностями местных условий) сами лесхозы, руководствуясь при этом общими принципами, установленными для данного района.

Изложенные выше принципы районирования следует положить в основу организации борьбы с лесными пожарами. Оно открывает перспективы к более глубокому изучению вопросов лесной пирологии в условиях Западной Сибири, создает фундамент для новых теоретических и практических обобщений, облегчает вопрос составления местных шкал для определения пожарной опасности. По нашему мнению, первоочередными вопросами в области улучшения охраны лесов от пожаров должны быть следующие.

1. В основу охраны лесов от пожаров нужно положить географический подход, используя карту лесорастительного районирования, разработанную Г. В. Крыловым (1955 г.). Такой подход в некоторых подзонах (степной и северных лесостепей) позволит заменить дорогостоящие авиационные средства более дешевыми наземными, рентабельно

расходовать государственные средства, ликвидировать обезличку в распределении противопожарных средств между отдельными районами, разработать инструкцию противопожарного устройства лесхозов для каждого лесорастительного района с учетом его горимости.

2. На основании статистических данных выявить среднюю горимость лесов в пределах каждой подзоны за последние 10—15 лет, с учетом климатических условий, типологических особенностей и причин загорания леса с нанесением таких данных на карту лесов, которая даст наглядное представление о наиболее пожароопасных местах, позволит правильно организовать проведение профилактических мероприятий и непосредственную борьбу с пожарами.

3. Во всех подзонах необходимо упорядочить очистку лесосек. При очистке должен быть применен дифференцированный подход, зависящий от лесорастительных и производственных условий, так как до сих пор на территории Западной Сибири применяется огневой метод очистки и почти не применяются безогневой и комбинированный методы. В последнее время появилась тенденция к повсеместному отказу от огневого метода очистки, что практически приносит большой вред государству. В условиях Западной Сибири можно применять все методы, что в значительной степени снизит горимость лесов.

4. На основании данных о распределении пожаров, с учетом территориального размещения и пожароопасных периодов, необходимо создать карту лесопожарных поясов Западной Сибири, которая в значительной степени облегчит вопрос планирования охраны лесов от пожаров в целом по Западной Сибири.

5. Необходимо добиваться от лесной охраны более строгого и тщательного подхода к выявлению вида пожара, причин его возникновения с указанием в документах о пожарах характера воздействия огня на лесную растительность и типа горельников, так как основное количество лесных пожаров по всем подзонам относится к категории с невыясненными причинами. Нередки случаи, когда лесная охрана в административных интересах скрывает истинную причину пожара.

6. Крайне важно шире внедрить в производство достижения отечественной и зарубежной науки в области охраны лесов от пожаров.

Вопрос охраны леса от пожаров будет решен, если в центре и на местах будет применяться дифференцированный творческий подход к оценке пожарной опасности и охраны лесов по лесорастительным районам с учетом экономических возможностей.

Поступила в редакцию  
14 июля 1958 г.

## К ВОПРОСУ О ПИТАНИИ СИНИЦ, ГОРИХВОСТКИ И СЕРОЙ МУХОЛОВКИ

Г. Н. СЕВАСТЬЯНОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В настоящей статье излагаются результаты изучения питания буроголовой гайчки (*Parus cinctus* Bodd.), пухляка (*Parus atricapillus* L.), горихвостки (*Phoenicurus phoenicurus* L.) и серой мухоловки (*Muscicapa striata* Pall.). Материал собирался в течение 1955—1956 гг. на территории Карлогорского лесхоза Архангельской области\*.

В табл. 1 дано распределение птиц по времени их добычи.

Таблица 1

Виды птиц	Месяцы												Всего
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Буроголовая гайчка . . . . .	2	—	—	—	1	4	11	4	8	21	5	4	60
Пухляк . . . . .	2	2	—	—	3	2	6	16	6	9	4	2	52
Горихвостка . . . . .	—	—	—	—	1	5	8	1	—	—	—	—	16
Серая мухоловка . . . . .	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	8

Результаты изучения излагаются по каждому виду отдельно.

### Буроголовая гайчка

Буроголовая гайчка в условиях лесхоза является довольно обычным видом. Она здесь гнездится и встречается наряду с пухляком, образуя с ним стаи в период осенне-зимних кочевок. Общее представление о составе пищи гайчки (по 60 исследованным желудкам) дает табл. 2.

Наши данные показывают, что в питании буроголовой гайчки первое место занимают насекомые, второе принадлежит паукам, которые встречены в большинстве случаев в виде фрагментов.

Из насекомых, найденных нами в желудках гайчки, 83,7% составляют вредители леса (без учета тлей) и только 10,4% — полезные насекомые (муравьи, верблюдки, наездники и мухи-тахины).

К вредителям леса, уничтожаемым гайчкой на разных стадиях развития, относятся тли, клопы, долгоносики, листоеды, галлицы, комары-

\* Определение остатков насекомых, содержащихся в желудках добытых птиц, выполнено при участии проф. Л. С. Зимина и ассистента А. А. Селищенской, которым автор приносит свою благодарность.

Таблица 2

Вид пищи	Число встреч	Число экз.	Процент встреч	Процент от общего количества насекомых
Insecta				
<i>Plecoptera</i> sp.	59	983	98,3	100*
<i>Homoptera</i>	2	16	3,3	1,6
<i>Aphididae</i>	26	—	43,3	—
<i>Auchenorrhyncha</i>	24	неск. сотен	40,0	—
<i>Heteroptera</i>	3	3	5,0	0,3
<i>Aradidae: Aradus</i> sp.	5	11	8,3	1,1
<i>Pentatomidae</i>	5	9	8,3	0,9
<i>Tingitidae: Acalypta</i> sp.	1	1	1,6	0,1
<i>Coleoptera</i>	1	1	1,6	0,1
<i>Coleoptera</i> sp.	32	131	53,3	13,3
<i>Curculionidae</i> sp.	12	14	20,0	1,4
" <i>Notaris aethiops</i> F.	21	90	35,0	9,1
<i>Chrysomelidae</i>	1	25	1,6	2,6
<i>Raphidioptera</i> sp.	2	2	3,3	0,2
<i>Hymenoptera</i>	1	1	1,6	0,1
<i>Hymenoptera</i> sp.	18	103	30,0	10,5
<i>Formicidae (Formica, Lasius)</i>	7	7	11,6	0,7
<i>Braconidae</i>	10	93	16,6	9,5
<i>Ichneumonidae</i>	1	2	1,6	0,2
<i>Diptera</i>	1	1	1,6	0,1
<i>Diptera</i> sp.	33	570	55,0	58,0
<i>Nematocera</i> sp.	2	2	3,3	0,2
<i>Itonididae (larvae)</i>	3	3	5,0	0,3
<i>Tipulidae</i>	8	504	13,3	51,4
<i>Scatopsidae</i>	4	4	6,6	0,4
<i>Petauristidae</i>	3	3	5,0	0,3
<i>Bibionidae: Bibio</i> sp.	1	1	1,6	0,1
<i>Bibio johannis</i> L.	3	3	5,0	0,3
" <i>marci</i> L.	8	18	13,3	1,8
<i>Fungivoridae</i>	1	1	1,6	0,1
<i>Limonidae</i>	1	20	1,6	2,0
<i>Brachycera</i> sp.	1	1	1,6	0,1
<i>Empididae</i>	2	2	3,3	0,2
<i>Larvivoridae</i> sp.	2	2	3,3	0,2
" <i>Ernestia</i> sp.	3	3	5,0	0,3
<i>Muscidae</i>	2	2	3,3	0,2
<i>Lepidoptera</i>	1	1	1,6	0,1
<i>Lepidoptera</i> sp.	46	148	76,6	15,1
<i>Tineidae</i>	37	57	61,6	5,8
<i>Geometridae</i>	13	82	21,6	8,4
<i>Noctuidae</i>	2	7	3,3	0,7
<i>Eupistidae</i>	1	1	1,6	0,1
Arachnoidea	1	1	1,6	0,1
<i>Araneina</i>	55	фрагм.	91,6	—
Семена	3	—	5,0	—

долгоножки, представители рода *Bibio* и чешуекрылые. Количественно преобладают галлицы. Растительная пища, как примесь к животной, состоящая из семян ели и неизвестных семян, встречена только в желудках трех птиц, добытых весной, осенью и зимой.

Летнее питание отличается полным отсутствием растительных остатков, но в видовом составе насекомых различий почти нет. Таким образом, сезонности в питании гаички не наблюдается.

Уничтожение пауков буроголовой гаичкой является отрицательной

\* Без учёта тлей.

стороной в ее деятельности. Но, принимая во внимание, что наряду с пауками и полезными насекомыми, она уничтожает в больших количествах разнообразных вредителей леса в течение круглого года, можно с уверенностью сказать, что польза ее для леса не вызывает сомнений.

Буроголовая гайчка безусловно заслуживает покровительства со стороны человека.

### Пухляк

По данным А. Н. Формозова и В. И. Осмоловской [4] пища пухляков в осенне-зимний период состояла из тлей, червецов, гусениц пяденниц, мелких двукрылых, пауков, а кроме того семян сосны, ели, пихты, березы, можжевельника и зерен овса.

С. М. Пospelов [3] в условиях Ленинградской области отмечает поедание пухляками гусениц пядениц и листоверток, долгоносиков, шелкоунов, листоедов, клопов, тлей, а зимой поедаются также различные семена. Состав пищи пухляка (по 52 исследованным желудкам) на территории Карпогорского лесхоза представлен в табл. 3.

Таблица 3

Вид пищи	Число встреч	Число экз.	Процент встреч	Процент от общего количества насекомых
Insecta . . . . .	50	625	96,1	100*
<i>Homoptera</i>				
<i>Aphididae</i> . . . . .	20	неск. сотен.	40,0	—
<i>Heteroptera</i>				
<i>Aradidae: Aradus sp.</i> . . . . .	3	3	6,0	0,5
<i>Coleoptera</i>	34	90	68,0	14,4
<i>Coleoptera sp.</i> . . . . .	4	5	8,0	0,8
<i>Curculionidae</i> . . . . .	30	80	60,0	12,8
<i>Scarabaeidae</i> . . . . .	1	1	2,0	0,2
<i>Chrysomelidae</i> . . . . .	4	4	8,0	0,6
<i>Neuroptera sp.</i> . . . . .	1	1	2,0	0,2
<i>Hymenoptera</i>	6	7	12,0	1,1
<i>Hymenoptera sp.</i> . . . . .	3	3	6,0	0,5
<i>Tenthredinidae</i> . . . . .	2	3	4,0	0,4
<i>Chalcididae</i> . . . . .	1	1	2,0	0,2
<i>Diptera</i>	22	434	44,0	69,4
<i>Diptera sp.</i> . . . . .	4	5	8,0	0,8
<i>Nematocera: Itonididae (larvae)</i> . . . . .	6	381	12,0	60,9
<i>Tipulidae</i> . . . . .	1	1	2,0	0,2
<i>Scatopsidae</i> . . . . .	1	1	2,0	0,2
<i>Bibionidae</i> . . . . .	9	20	18,0	3,2
<i>Biblio sp.</i> . . . . .	4	5	8,0	0,8
<i>Bibio johannis L.</i> . . . . .	4	13	8,0	2,1
" <i>hortulanus L.</i> . . . . .	2	2	4,0	0,3
<i>Culicidae</i> . . . . .	1	1	2,0	0,2
<i>Brachycera: Larvivoridae</i> . . . . .	2	3	4,0	0,4
<i>Muscidae</i> . . . . .	2	2	4,0	0,3
<i>Lepidoptera</i> . . . . .	36	90	72,0	14,4
<i>Lepidoptera sp.</i> . . . . .	32	79	64,0	12,6
<i>Tineidae</i> . . . . .	3	4	6,0	0,6
<i>Geometridae</i> . . . . .	1	6	2,0	1,0
<i>Sesiidae</i> . . . . .	1	1	2,0	0,2
Arachnoidea				
<i>Araneina</i> . . . . .	43	фрагм.	86,0	—
Семена . . . . .	8	—	16,0	—

\* Без учета тлей.



По приведенным данным видно, что в питании пухляка по числу встреч так же преобладают насекомые, а второе место принадлежит паукам, встреченным в виде фрагментов. Из насекомых, встреченных нами при разборе желудков, — 94,2% (не считая тлей) относится к вредителям леса. Это клопы, долгоносики, пластинчатосусы, листоеды, пилильщики, галлицы, комары-долгоножки, представители родов *Bibio*, *Culex* и чешуекрылые. По числу экземпляров преобладают галлицы. Полезные насекомые — наездники и мухи-тахины — составляют всего 0,6% от общего количества насекомых.

Растительная пища, состоящая из семян ели и неизвестных семян, встречена в восьми желудках весной, осенью и зимой. Растительные остатки являлись примесью к животной пище и лишь один желудок, добытый в феврале месяце, содержал только семена.

Питание пухляка в летний период отличается полным отсутствием растительной пищи.

Из приведенных данных можно сделать вывод о громадной пользе, приносимой лесу пухляком в течение всего года.

### Горихвостка

А. Н. Формозов [4] отмечает, что горихвостки при выкармливании птенцов приносят им гусениц, а также взрослых ползающих и летающих насекомых. По данным Гибеля [1], горихвостка питается представителями двукрылых и сетчатокрылых. В осенний период в пище ее преобладают жуки, а кроме того, встречаются различные ягоды.

Состав пищи горихвостки (по 16 исследованным желудкам) представлен в табл. 4. Наши данные позволяют сказать, что горихвостка исключительно насекомоядная птица, добывающая насекомых независимо от способа их передвижения.

В ее пищу входят представители девяти отрядов насекомых. Особенно разнообразны двукрылые и жесткокрылые. В количественном отношении первое место принадлежит перепончатокрылым (50%).

Полезные для леса формы: муравьи, стафилиниды, наездники и мухи-тахины уничтожаются горихвосткой в значительных количествах (49,1%). А если к этому еще прибавить неучтенных пауков, то горихвостку можно назвать вредным видом.

Таблица 4

Вид пищи	Число встреч	Число экз.	Процент встреч	Процент от общего количества насекомых
Insecta . . . . .	16	226	100	100
<i>Blattodea</i>				
<i>Blattidae: Ectobius sp.</i> . . . . .	1	1	6,3	0,4
<i>Plecoptera sp.</i> . . . . .	1	фрагм.	6,3	—
<i>Homoptera</i> . . . . .	3	9	18,8	4,0
<i>Aphididae</i> . . . . .	2	8	12,5	3,5
<i>Auchenorrhyncha</i> . . . . .	1	1	6,3	0,4
<i>Heteroptera</i>				
<i>Pentatomidae</i> . . . . .	2	2	12,5	0,9
<i>Coleoptera</i>				
<i>Curculionidae sp.</i> . . . . .	16	50	100,0	22,1
<i>Notaris aethiops</i> F. . . . .	13	25	81,2	11,1
" . . . . .	1	10	6,3	4,5
<i>Chrysomelidae</i> . . . . .	6	6	37,5	2,7
<i>Ipidae</i> . . . . .	1	1	6,3	0,4
<i>Cerambycidae</i> . . . . .	1	1	6,3	0,4
<i>Elateridae</i> . . . . .	2	5	12,5	2,2
<i>Scarabaeidae</i> . . . . .	1	1	6,3	0,4
<i>Staphilinidae</i> . . . . .	1	1	6,3	0,4

Продолжение табл. 4

Вид пищи	Число встреч	Число экз.	Процент встреч	Процент от общего количества насекомых
<i>Neuroptera</i> sp. . . . .	2	фрагм.	12,5	—
<i>Hymenoptera</i> . . . . .	14	113	87,5	50,0
<i>Hymenoptera</i> sp. . . . .	7	4	43,8	1,8
<i>Formicidae</i> ( <i>Formica</i> , <i>Lasius</i> )	11	105	68,8	46,5
<i>Apidae</i> . . . . .	2	2	12,5	0,9
<i>Tenthredinidae</i> . . . . .	1	1	6,3	0,4
<i>Aculeata</i> . . . . .	1	1	6,3	0,4
<i>Ichneumonidae</i> . . . . .	1	фрагм.	6,3	—
<i>Diptera</i> . . . . .	11	47	68,8	20,8
<i>Diptera</i> sp. . . . .	1	1	6,3	0,4
<i>Nematocera</i> sp. . . . .	2	фрагм.	12,5	—
<i>Bibionidae: Bibio hortulanus</i> L.	1	1	6,3	0,4
<i>Culicidae: Culex</i> sp. . . . .	4	17	25,0	7,6
<i>Cylindrotomidae</i> . . . . .	1	2	6,3	0,9
<i>Brachycera</i> sp. . . . .	1	2	6,3	0,9
<i>Empididae: Rhamophomyia</i> sp.	1	3	6,3	1,4
<i>Larvivoridae</i> sp. . . . .	3	4	18,8	1,8
" <i>Cynomja mortuorum</i> L.	1	1	6,3	0,4
<i>Muscidae</i> sp. . . . .	4	8	25,0	3,6
" <i>Polietes</i> sp. . . . .	1	1	6,3	0,4
" <i>Mesembrina</i> sp. . . . .	1	1	6,3	0,4
" <i>Phaonia</i> sp. . . . .	3	4	18,8	1,8
<i>Rhagionidae: Rhagio scolopaceus</i> L.	1	2	6,3	0,8
<i>Lepidoptera</i> . . . . .	3	4	18,8	1,8
<i>Lepidoptera</i> sp. . . . .	2	3	12,5	1,4
<i>Incurvaridae</i> . . . . .	1	1	6,3	0,4
Arachnoidea . . . . .				
<i>Araneina</i> . . . . .	14	фрагм.	87,5	—

Однако, наряду с полезными насекомыми и пауками, ею уничтожаются и различные серьезные вредители леса. Это тли, клопы, долгоносики, листоеды, шелкоуны, короеды, усачи, пластинчатоусые, пилильщики, а также некоторые представители двукрылых и чешуекрылых (39,4%).

Кроме того, горихвостка перелетная птица и в указанной местности пребывает только четыре месяца (с половины мая до половины сентября).

#### Серая мухоловка

П. М. Позднышевым [2] в желудках серой мухоловки на территории Воронежского заповедника были найдены долгоносики, клопы, кобылки, муравьи и один раз — наездник. Геннике [5] отмечает, что вредные насекомые в питании этого вида составляют 53%, а полезные — 13%. По наблюдениям А. Н. Формозова, серая мухоловка ловит даже крупных бабочек: волнянок, совок и шелкопрядов.

Наши данные о составе пищи серой мухоловки (по 8 исследованным желудкам) представлены в табл. 5.

Из экземпляров насекомых, найденных нами в желудках серой мухоловки, 15,6% принадлежит к полезным для леса видам (муравьи, мухи-тахины и журчалки).

Остальные 84,4% составляют вредные и безразличные в хозяйственном отношении формы.

Таблица 5

Вид пищи	Число встреч	Число экз.	Процент встреч	Процент от общего количества насекомых
Insecta . . . . .	8	64	100	100*
<i>Homoptera</i>				
<i>Aphididae</i> . . . . .	5	неск. сотен	62,5	—
<i>Coleoptera</i>				
<i>Chrysomelidae</i> . . . . .	6	6	75,0	9,4
<i>Neuroptera</i> sp. . . . .	1	фрагм.	12,5	—
<i>Hymenoptera</i>	5	8	62,5	12,5
<i>Hymenoptera</i> sp. . . . .	4	4	50,0	6,3
<i>Formicidae</i> . . . . .	4	4	50,0	6,2
<i>Diptera</i>	5	47	62,5	73,4
<i>Nematocera. Tipulidae, Tipu-</i> <i>la</i> sp. . . . .	1	1	12,5	1,6
<i>Bibionidae: Bibio</i> sp. . . . .	1	1	12,5	1,5
<i>Culicidae</i> . . . . .	4	4	50,0	6,2
<i>Fungivoridae</i> . . . . .	1	1	12,5	1,6
<i>Brachycera: Larvivoridae</i> . . . . .	4	5	50,0	7,8
<i>Muscidae</i> . . . . .	5	30	62,5	47,0
<i>Syrphidae: Syrphus</i> sp. . . . .	1	1	12,5	1,6
<i>Tabanidae: Chrysops</i> sp. . . . .	1	1	12,5	1,5
<i>Rhagionidae: Rhagio</i> sp. . . . .	1	1	12,5	1,5
<i>Cordyluridae: Scopeuma</i> <i>stercorarium</i> L. . . . .	2	2	25,0	3,1
<i>Lepidoptera</i> . . . . .	2	3	25,0	4,7
<i>Lepidoptera</i> sp. . . . .	1	2	12,5	3,1
<i>Tineidae</i> . . . . .	1	1	12,5	1,6
<i>Arachnoidea</i> . . . . .				
<i>Araneina</i> . . . . .	2	фрагм.	25,0	—

Остатки пауков встречены только в двух желудках.

Из вредителей леса, поедаемых мухоловкой, можно отметить листоедов, долгоножек (*Tipula* sp.), род *Bibio* sp., чешуекрылых и тлей. Количество последних определяется несколькими сотнями.

Остатков растительной пищи в желудках не обнаружено.

Серая мухоловка является насекомоядным видом, уничтожающим как летающих, так и ползающих насекомых. Польза ее для леса совершенно очевидна.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гибель. Птицы, полезные для земледелия, лесоводства и садоводства. СПб., 1870. [2]. П. М. Позднышев. Значение насекомоядных птиц в борьбе с вредителями сельского хозяйства. Кандидатская диссертация, МГУ, М., 1941. [3]. С. М. Поспелов. Лесохозяйственное значение птиц и млекопитающих Лисинского лесного массива. Кандидатская диссертация, ЛТА, Л., 1950. [4]. А. Н. Формозов, В. И. Осмоловская и К. Н. Благосклонов. Птицы и вредители леса. МОИП, М., 1950. [5]. К. Hennicke. Handbuch des Vogelschutzes. 1912.

Поступила в редакцию  
2 июля 1958 г.

\* Без учета тлей

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ СИЛ НА УГОН ПУТИ  
УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

С. И. МОРОЗОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Одной из основных причин, вызывающих расстройство пути узкоколейных железных дорог при их эксплуатации, является угон пути. Под угоном пути следует понимать перемещение верхнего строения железных дорог (рельсов, шпал и балласта) вдоль пути, возникающее в результате взаимодействия пути и подвижного состава.

Установлено [3], что на ликвидацию вызываемых угоном расстройств пути ширококолейных железных дорог затрачивается 25—40% от общих расходов, идущих на содержание пути. Это указывает на большую важность вопроса борьбы с угоном пути на узкоколейных железных дорогах.

Для того, чтобы наметить наиболее эффективные и экономичные методы борьбы с угоном пути, надо выяснить причины его образования.

Настоящая статья посвящена изучению влияния на угон пути продольных сил, действующих на путь со стороны колес тягового и подвижного состава (силы тяги, торможения, сопротивления движению).

Будем придерживаться следующей последовательности изложения материала: сначала рассчитаем перемещение пути в самом простом случае, рассматривая рельс, как балку, лежащую на двух опорах; а затем перейдем к реальной расчетной схеме, рассматривая рельс, как балку, лежащую на многих упругих опорах.

*Перекатывание колеса по балке, лежащей на двух опорах*

Предположим, что имеем балку, длиной  $l$ , лежащую свободно на двух опорах  $A$  и  $B$ . По балке от опоры  $A$  к опоре  $B$  перекатывается колесо. В точке касания колеса и балки на последнюю со стороны колеса действует вертикальная сила  $Q$  и продольная сила  $T$ . В общем случае направление действия  $T$  не имеет значения.

Для того, чтобы при движении колеса не происходило проскальзывание балки по опорам (предполагается, что проскальзывание колеса по балке отсутствует), должно соблюдаться условие:

$$T \leq Qf,$$

где  $f$  — коэффициент трения скольжения между балкой и опорой. В настоящем анализе величину  $f$  считаем постоянной и ее значение берем из таблиц.

Основание допускает возможность упругого смещения покоящихся на нем опор в горизонтальной плоскости. Принимаем, что зависимость между величиной действующих на опоры вертикальных и горизонтальных сил и их упругими смещениями в продольном направлении от нейтрального положения имеет такой же вид, как и для шпал [1]:

$$\delta = \frac{At \sqrt{t^2 + q^2}}{E \sqrt{F} q} (1 - \mu^2) \quad (1)$$

где  $\delta$  — перемещение опоры, см;  
 $t$  — горизонтальная сила, вызывающая перемещение, кг;  
 $q$  — вертикальная сила, действующая на опору, кг;  
 $A$  — постоянный коэффициент;  
 $F$  — площадь, по которой передается давление опоры на основание, см<sup>2</sup>;  
 $E$  — модуль упругости грунта основания, кг/см<sup>2</sup>;  
 $\mu$  — коэффициент поперечного расширения.

Можно считать, что при костыльном прикреплении горизонтальные усилия передаются от балки на опоры в основном за счет трения, возникающего между ними от силы  $Q$ , то есть те силы, которые вызывают смещение опоры  $t$ , не могут быть больше сил трения на этой опоре. Следовательно, продольная сила  $t$  в формуле (1) может принимать значения только в пределах от нуля до  $qf$ . Легко показать, что в этом интервале изменения  $t$  величина  $\sqrt{t^2 + q^2}$  мало отличается от  $q$ .

Таким образом, зависимость между перемещениями опоры и действующими на нее силами, при учете реальных условий, выражается приближенной, более простой, формулой:

$$\delta = \frac{At}{E \sqrt{F}} (1 - \mu^2). \quad (1a)$$

Так как множитель при  $t$  состоит из постоянных величин, то обозначим его для краткости буквой  $m$  и назовем коэффициентом продольной жесткости пути. Тогда

$$\delta = mt, \quad (1б)$$

то есть можно считать, что перемещения шпал прямо пропорциональны сдвигающей силе.

Отметив это условие, приступим непосредственно к анализу процесса перемещений балки, происходящих при перекатывании колеса.

В результате действия силы  $Q$  на опорах возникают реакции

$$A = \frac{b}{l} Q \quad \text{и} \quad B = \frac{a}{l} Q.$$

Когда колесо находится над опорой  $A$ , то горизонтальная сила  $T$  передается только на эту опору, так как давление и сила трения на опоре  $B$  в этом случае равны нулю. Под действием силы  $T$  балка, а вместе с ней и опора  $A$  переместятся на величину

$$\delta_A = mT.$$

Второй конец балки проскользнет по опоре  $B$ .

При движении колеса от опоры  $A$  к опоре  $B$  давление и сила трения на опоре  $A$  будет уменьшаться, а на опоре  $B$  соответственно возрастать. Однако, пока сила трения на опоре  $A$  будет больше силы  $T$ , последняя

будет передаваться на опору  $A$ . Легко показать, что это так. Если бы часть силы  $T$  передавалась на опору  $B$ , то это должно было бы вызывать смещение опоры  $B$ , а вместе с ней и балки. Но такое перемещение балки возможно лишь при условии проскальзывания ее по опоре  $A$ , что невозможно, так как  $Af > T$ . Только когда силы трения на опоре  $A$  уже не смогут уравновесить  $T$ , часть силы  $T$  будет передаваться на опору  $B$ . При  $Af < T$  балка будет проскальзывать по опоре  $A$ , а так как между

балкой и опорой  $B$  действуют силы трения, то перемещение балки вызовет смещение опоры  $B$ . Указанное перемещение будет происходить до тех пор, пока реактивное давление основания на опору  $B$  не уравновесит избытка продольного усилия, равного  $T - Af$ . Так как на опору  $A$  будет действовать сила меньше, чем  $T$ , то под влиянием упругих сил отпора грунта основания она сместится на некоторую величину в сторону своего первоначального положения.

По мере дальнейшего перекатывания колеса описанные выше процессы продолжают развиваться, и когда, наконец, оно окажется над опорой  $B$ , последняя будет полностью воспринимать усилие  $T$ , смещаясь при этом на величину  $\delta_B = mT$ . Очевидно, что  $\delta_A = \delta_B$ .

При переходе колеса на следующий участок давление на опору  $B$  станет равно нулю и она под влиянием отпора

грунта возвратится в начальное положение, проскользнув по балке на величину  $\delta_B$ . Таким образом, перекатывание колеса по балке на двух опорах вызовет ее проскальзывание по опорам на величину  $\delta_A + \delta_B = 2mT$  в сторону действия продольной силы.

Перемещение опор и балки показано на рис. 1.

Таким образом, при воздействии на рельс продольной силы перемещение его в сторону действия силы равно удвоенному наибольшему смещению одной из опор (рельс рассчитывается как балка, лежащая на двух опорах).

В анализируемом случае величина продольной силы не ограничена какими-либо условиями, поэтому перемещение рельса возможно и под действием сил сопротивления движению, несмотря на их малую величину.

### Движение одиночного колеса по рельсовому звену

При перекатывании колеса по рельсовому звену, которое можно рассматривать как балку на многих упругих опорах, перемещение рельсов по шпалам принципиально будет аналогично тому, как это происходит у рельса на двух опорах.

Рассмотрим случай, когда одиночное колесо перекатывается по рельсовому звену, лежащему на  $n$  упругих опорах (рис. 2).

Так как рельсы соединены друг с другом при помощи накладок, а со шпалами — костылями, то рельсы и шпалы образуют единую и неразрывную рельсо-шпальную решетку. При перемещении звена под воздействием приложенных к нему сил звено взаимодействует с соседними

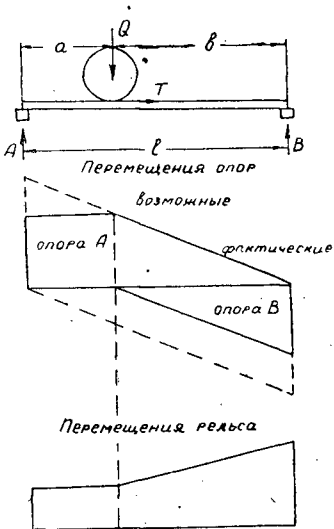


Рис. 1.

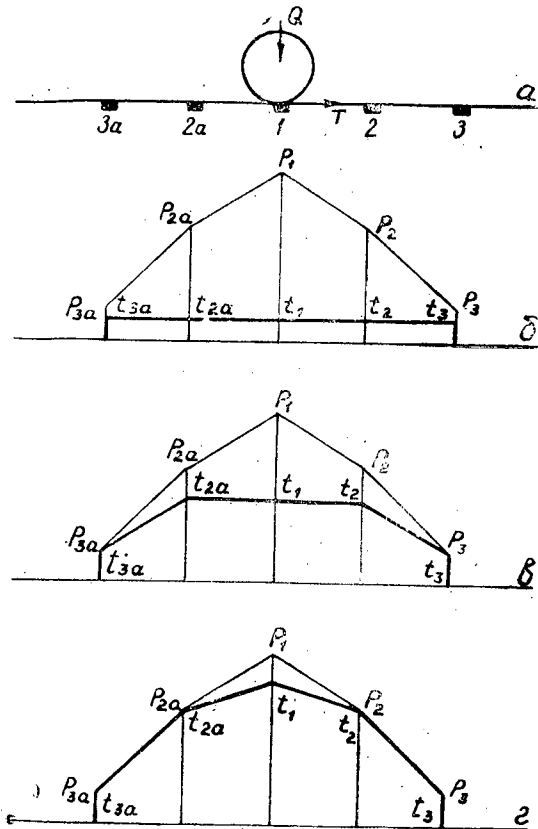


Рис. 2.

участками пути. Характер взаимодействия зависит как от состояния пути, так и от конструкции и состояния накладок.

Накладки на узкоколейных железных дорогах служат лишь для передачи вертикальных усилий. Горизонтальные усилия могут передаваться от одного звена к другому только за счет сил трения между накладками и рельсами, которые стянуты болтами. Величина этих сил трения непостоянна, зависит от ухода за дорогой и не поддается точному определению: Даже при хорошем натяжении болтов сила трения падает весьма значительно во время прохода подвижного состава и возникающей при этом вибрации пути. Поэтому при анализе силы трения в накладках не учитываются, но рассматриваются как дополнительный фактор стабильности пути.

Когда исследуется процесс образования перемещений рельса, необходимо учитывать распределение вертикальной нагрузки по шпалам.

Будем считать рельс балкой бесконечно большой длины, лежащей на многих упругих опорах. Для такой балки установлено [2], что уравнение ее прогибов, а, следовательно, и реактивного отпора основания можно заменить соответствующими уравнениями балки, лежащей на сплошном упругом основании (при известных характеристиках упругости балласта).

Используя эти уравнения, нетрудно установить, что количество шпал, на которые передается вертикальное давление  $Q$ , обычно находится в пределах от 3 до 7 и чаще всего равно 5. Поэтому определим

сначала перемещение рельсов при  $z=5$ , а затем рассмотрим другие случаи.

Когда колесо перекачивается по звену, оно последовательно проходит над шпалами № 1, 2, 3 и т. д. Начнем анализ с того случая, когда колесо находится над шпалой № 1 (рис. 2).

Обозначим давление, действующее на  $i$ -тую шпалу через  $q_i$  (где  $i$  — номер шпалы); силы трения, которые могут иметь место в результате прижатия рельса к шпале, соответственно через  $p_i$ , горизонтальные усилия через  $t_i$ . Вследствие симметрии задачи можем написать:  $p_3 = p_{3a}$ ;  $p_2 = p_{2a}$  и т. д.

Для того, чтобы уяснить характер распределения внешней силы  $T$  по шпалам и зависимость этого распределения от величины  $Q$  и  $T$ , будем предполагать, что сила  $T$  постепенно возрастает от нуля.

Сила  $T$  даже очень небольшой величины стремится передвинуть рельс в направлении ее действия. Так как проскальзыванию рельса по шпалам, на которые передается вертикальное давление, противодействуют силы трения, то эти шпалы также перемещаются совместно с рельсом, испытывая на себе действие сил реактивного отпора со стороны основания. Такое перемещение рельса и пяти шпал будет происходить до тех пор, пока силы реактивного давления на шпалы № 3 и 3а не станут равными наибольшему силам трения на них.

Дальнейшее приращение  $T$  вызовет проскальзывание рельса по этим шпалам и вместе с рельсом будут перемещаться только шпалы № 1, 2 и 2а. Затем, по мере дальнейшего увеличения  $T$ , наступит такой момент, когда силы реактивного отпора основания, действующие на шпалы № 2 и 2а, станут равными силам трения на них и они так же перестанут смещаться совместно с рельсом. При этом проскальзывания не будет только по шпале № 1.

Таким образом, при данном значении  $Q$ , в зависимости от величины  $T$ , можно отметить три характерных случая: рельс перемещается вместе со всеми пятью шпалами, рельс перемещается совместно с тремя средними шпалами, рельс перемещается только со шпалой № 1. Соответственно этому имеется три случая распределения продольной силы  $T$  по шпалам.

В первом случае, имея в виду формулу (1б) и условия равенства перемещений, получим, что

$$t_{2a} = t_{3a} = t_2 = t_3 = t_1 = \frac{T}{5}, \text{ (Рис. 2, б).}$$

Максимальное значение силы  $T$  при этом определяется неравенством  $T \leq 5p_3$ .

Во втором случае силы  $t$  на шпалах № 3 и 3а будут равны силам трения, то есть  $t_{3a} = p_{3a}$ ;  $t_3 = p_3$ . Непоглощенное этими шпалами усилие, равное  $T - 2p_3$ , распределится поровну между тремя средними шпалами, так как они сместятся на одну и ту же величину

$$t_{2a} = t_2 = t_1 = \frac{T - 2p_3}{3}. \text{ (Рис. 2, в).}$$

Максимальное значение  $T$  при этом определяется неравенством

$$5p_3 < T \leq 2p_3 + 3p_2.$$

В третьем случае, очевидно:

$$t_{3a} = t_3 = p_3; t_{2a} = t_2 = p_2; t_1 = T - 2p_3 - 2p_2. \text{ (Рис. 2, г.)}$$



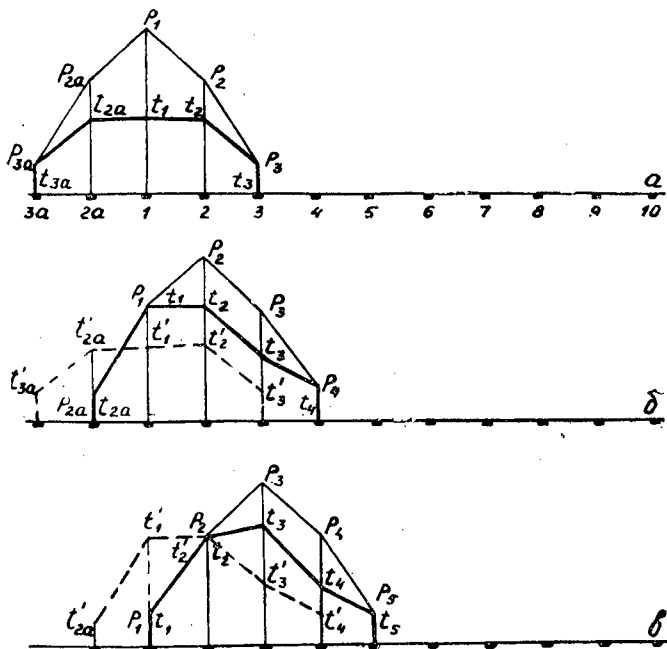


Рис. 3.

Максимальное значение  $T$  определяется неравенством

$$2p_3 + 3p_2 < T \leq Qf.$$

Приведенный анализ позволяет установить, каким образом сила  $T$  в зависимости от ее величины распределяется по шпалам, когда колесо находится над шпалой № 1. Зная это распределение, по формуле (1 б) можно найти и перемещение рельса:

$$\Delta_1 = mt_{max},$$

где  $t_{max}$  — максимальное усилие, действующее на одиночную шпалу или на группу шпал.

Перекачивание колеса по рельсу вызовет перераспределение усилий, и перемещение рельса с проскальзыванием его по шпалам будет увеличиваться.

Предположим, что в какой-то момент движения колесо окажется над шпалой № 2. Эпюра сил трения для этого случая будет иметь такой вид, как показано на рис. 3, б тонкой линией. Можно отметить, что по сравнению со случаем прохождения колеса над шпалой № 1, величина возможной силы трения на шпалах № 3 и 2а будет меньше тех усилий, которые передавались на них раньше (показано пунктиром на рис. 3). Поэтому шпалы № 3а и 2а проскользнут назад по подошве рельса в сторону своего первоначального положения. Величина проскальзывания определится для каждой шпалы условием  $t = p$ . В результате этого освободится часть продольного усилия, равная

$$p_{3a} + (t'_{2a} - p_{2a}).$$

Это усилие стремится передвинуть рельс. Вместе с рельсом переместятся так же все те шпалы, на которых величина возможной силы

трения превосходит величину воспринимаемых ими продольных усилий. Такое перемещение будет происходить до тех пор, пока опять не наступит состояние равновесия между силой  $T$  и суммой сил отпора грунта.

Таким образом, в результате перекатывания колеса со шпалы № 1 на шпалу № 2, происходит перераспределение усилия  $T$  между шпалами; на одних шпалах оно уменьшается, на других увеличивается. А это приводит к возникновению дополнительных перемещений рельса. На рис. 3, б жирной линией показана эпюра продольных усилий на шпалах при втором положении колеса.

Величина перемещений рельса определяется зависимостью

$$\Delta_2 = mt_{\text{доп}},$$

где  $t_{\text{доп}}$  — дополнительное наибольшее приращение усилия на шпалы.

Когда колесо, окажется над шпалой № 3, равновесие внешних сил и сил отпора основания снова нарушится, что опять вызовет перераспределение усилия  $T$  и перемещение рельса (рис. 3, в).

Точно таким же образом перераспределение усилий будет происходить и при дальнейшем движении колеса. Каждый раз перекатывание его с одной шпалы на другую будет вызывать дополнительное перемещение рельса. После того, как колесо перекатится по всему звену, рельс переместится на величину  $\Delta_n$ .

Нами были разобраны различные случаи перекатывания колеса по рельсу, что позволило установить вид зависимости между величинами  $t_c$  и  $T$ . Она изображена на рис. 4 и представляет ломаную линию, состоящую из трех участков. Первый участок линии заключен между 0 и  $5p_3$ , второй — между  $5p_3$  и  $2p_3 + 3p_2$ , третий — между  $2p_3 + 3p_2$  и  $2p_2 + 2p_3 + p_1$ . Это позволяет сделать вывод, что в зависимости от величины  $T$  перемещение рельса в данном случае (то есть при  $z = 5$ ) определяется тремя различными выражениями.

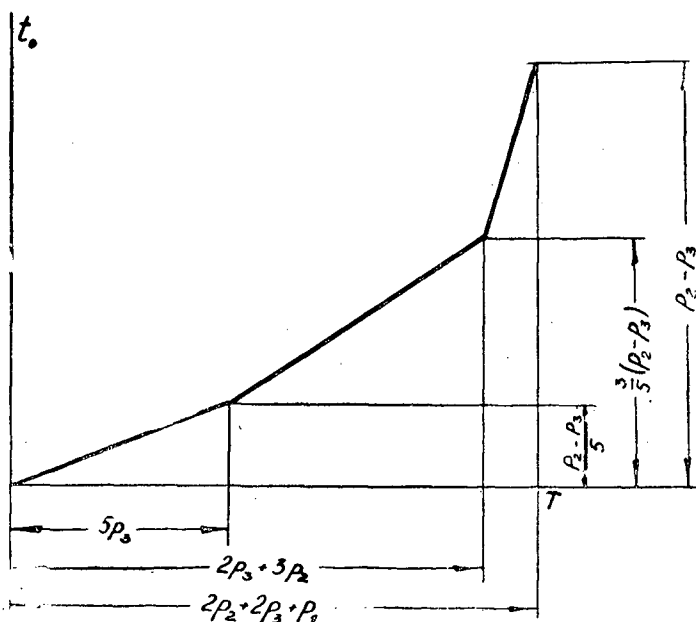


Рис. 4.

Разобранные примеры также показали, что независимо от величины  $T$ , сумму дополнительных усилий, вызывающих перемещение рельса  $\Sigma t$ , всегда можно представить в виде выражения:

$$\Sigma t = t_1 + (n - 1)t_0 + t_k, \quad (2)$$

где  $t_1$  — продольное усилие, приходящееся на шпалу, когда колесо находится над шпалой № 1.

$t_0$  — среднее дополнительное усилие, возникающее при прокатывании колеса по средним шпалам.

$t_k$  — дополнительное продольное усилие, появляющееся в момент перехода колеса на соседнее звено.

Способ определения  $t_1$  показан выше,  $t_0$  находится на основании зависимости  $t_0$  и  $T$  (рис. 4), для  $t_k$  получено  $l$

Зная  $\Sigma t$ , нетрудно найти полное перемещение рельса при прокатывании по нему одиночного колеса

$$\Delta_n = \Sigma t m.$$

Аналогично вышеизложенному, нами были рассмотрены также случаи, когда  $z = 3$  и  $z = 7$ . Оказалось, что  $\Sigma t$  определяется таким же трехчленным выражением, как и при  $z = 5$ . Зависимости для определения  $t_1$ ,  $t_0$  и  $t_k$  приводятся в табл. 1.

Уравнение (2) не содержит зависимости  $\Delta_n$  от числа шпал на длине одного звена в явном виде, но так как от  $n$  при неизменной длине зависит и  $z$  и  $p$ , то такая зависимость несомненно имеется. С уменьшением расстояния между шпалами жесткость пути повышается, а это, как показывает дополнительный анализ, будет влиять на величину  $\Delta_n$  в сторону ее уменьшения. В качестве примера нами определены значения  $\Delta_n$ , помещенные в табл. 2.

Таблица 2

$l$ см	$\kappa$ см <sup>-1</sup>	$z$	$t_1$ кг	$t_0$ кг	$t_k$ кг	$t_1 m$ см	$t_0 m$ см	$t_k m$ см	$\Delta_n$ см
60	0,015	5	106	59	40	0,00636	0,00354	0,00240	0,04416
80	0,014	5	131	85	8	0,00786	0,00510	0,00048	0,05934
100	0,013	3	133	88	88	0,00798	0,00528	0,00528	0,06606

Примечание: количество шпал  $n = 11$ ,  $m = 0,00006$  см/кг,  $C = 4$  кг/см<sup>3</sup>, тип рельса Р18,  $Q = 1500$  кг,  $T = 400$  кг:

### Движение по звену системы колес

Нами было рассмотрено 18 частных случаев перекатывания по звену четырехосной системы при различных значениях  $Q$  и  $T$  и различном расстоянии между осями.

Из результатов рассмотрения следует, что перемещения звена прямо пропорциональны  $\Sigma t$  — сумме дополнительных усилий, действующих на рельс при перекатывании системы, то есть

$$\Delta_n^{зв} = \Sigma t m.$$

Для значений  $Q = 2000$  кг и  $T = 400$  кг получены следующие величины  $\Sigma t$ .

Таблица 1

z	Пределы изменения T	t <sub>1</sub>	t <sub>0</sub>	t <sub>κ</sub>
3	$T \leq 3p_2$ $3p_3 < T < Qf$	$\frac{1}{3} T$ $T - 2p_2$	$\frac{1}{9} T \left( \frac{p_1}{p_2} - 1 \right)$ $\frac{2T + p_2 - 7p_1}{3}$	$t_{\kappa} = t_0$ $t_{\kappa} = t_0 \leq p_2$
5	$5p_3 > T$ $5p_3 < T \leq 2p_3 + 3p_2$ $2p_3 + 3p_2 < T \leq Qf$	$\frac{1}{5} T$ $\frac{T - 2p_3}{3}$ $T - 2p_3 - 2p_2$	$\frac{1}{25} T \left( \frac{p_2}{p_3} - 1 \right)$ $\frac{T + 2p_2 - 13p_1}{15}$ $\frac{(p_2 - p_3)(2T + 3p_1 - 9p_2 - 4p_3)}{5(p_1 - p_2)}$	$t_{\kappa} = t_0$ $t_{\kappa} = t_0 \leq p_3$ $t_{\kappa} = t_0 \leq p_3$
7	$T \leq 7p_4$ $7p_4 < T \leq 2p_4 + 5p_3$ $2p_4 + 5p_3 < T \leq 2p_4 + 2p_3 + 3p_2$ $2p_4 + 2p_3 + 3p_2 < T < Qf$	$\frac{1}{7} T$ $\frac{T - 2p_4}{5}$ $\frac{T - 2p_4 - 2p_3}{3}$ $T - 2p_4 - 2p_3 - 2p_2$	$\frac{1}{49} T \left( \frac{p_3}{p_4} - 1 \right)$ $\frac{2T + 5p_3 - 19p_4}{35}$ $\frac{(p_3 - p_4)(2T + 9p_2 - 19p_3 - 4p_4)}{21(p_2 - p_3)}$ $\frac{(p_3 - p_4)(21 + 5p_1 - 11p_4 - 4p_3 - 4p_4)}{7(p_1 - p_2)}$	$t_{\kappa} = t_0 \leq p_4$

а) Расстояние между всеми осями одинаково и равно расстоянию между шпалами  $l$

$$\Sigma t = 2188 \text{ кг}$$

б) Расстояние между осями одинаково и равно  $2l$

$$\Sigma t = 1233 \text{ кг}$$

в) Расстояние между осями в тележке  $2l$  и между крайними внутренними осями  $5l$

$$\Sigma t = 2187 \text{ кг}$$

г) Одиночное колесо

$$\Sigma t = 1183 \text{ кг}$$

Сопоставление полученных значений  $\Sigma t$  свидетельствует, что величина угона в случае прокатывания четырехосной системы очень сильно зависит от характера взаимного расположения колес. Этому можно дать следующее объяснение.

В зависимости от расположения колес нагрузка  $Q$  передается на различное количество шпал, следовательно, количество шпал, которые могут воспринимать горизонтальное усилие  $T$ , будет также различным.

Чем меньшим количеством шпал воспринимается усилие  $T$ , тем большая часть его приходится на каждую из них и наоборот. Так как от усилия  $T$  зависит в конечном счете величина перемещения рельсов, то перемещение, очевидно, тем больше, чем ближе друг к другу расположены колеса.

С другой стороны, если одна группа колес находится достаточно далеко от другой, то они будут действовать на звено вместе только часть времени прохождения системы. В результате действия этих двух причин зависимость между перемещениями звена и расстояния между колесами в четырехосной системе имеет в первом приближении параболический характер (рис. 5).

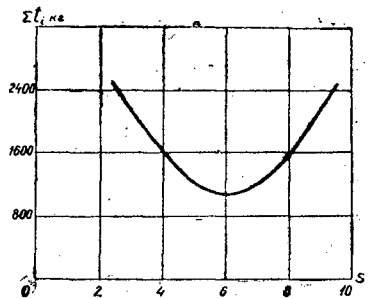


Рис. 5.

Базируясь на разобранных нами практических примерах, которые не приводятся из-за недостатка места, мы установили, что аналитическое выражение этой параболической зависимости имеет вид:

$$\alpha = 4,3 - 10,87S + 9S^2,$$

а перемещение звена при прокатывании по нему четырехосной системы определяется произведением

$$\Delta_n^{3B} = \Delta_n \alpha,$$

где  $\Delta_n$  — перемещение звена при прокатывании по нему одиночного колеса;

$S$  — переменная величина, зависящая от расстояния между осями и определяемая отношением

$$S = \frac{\Sigma k}{10l};$$

$\Sigma k$  — сумма расстояний между осями.

Полученное выражение может служить для приближенного определения такого расстояния между осями, при котором угон пути от действия продольных сил будет минимальным.

### Сравнение теоретических и опытных данных

Для того, чтобы судить о степени соответствия предлагаемого нами толкования процесса образования угона пути при действии на него продольных сил, нами были поставлены опыты по определению характера пути в октябре 1957 г. на учебном дворе ЛЛТА им. С. М. Кирова.

Характеристики выбранного участка пути: тип рельса Р 18, тип шпал — III, среднее расстояние между шпалами — 68 см, балласт песчаный, модуль упругости основания  $E = 378 \text{ кг/см}^2$ , толщина балластной призмы 32 см.

Для измерения перемещений рельсов нами был использован метод осциллографирования. Схема измерений такова:

На нейтральной оси рельса прикреплялся упор в виде прямоугольной пластинки. Перпендикулярно оси рельса устанавливалась металлическая балочка, имевшая конфигурацию балки равного сопротивления.

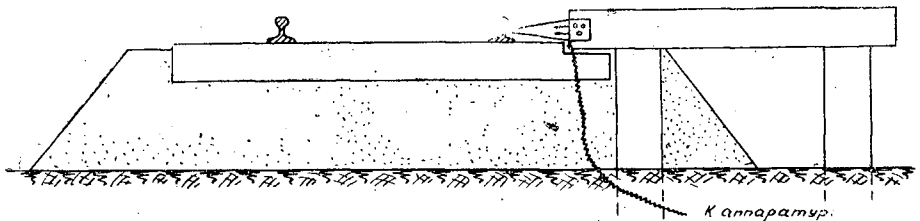


Рис. 6.

Широкий конец ее закреплялся в специальном анкерном устройстве, узкий опирался в упор (рис. 6). На балочку наклеивались проволочные датчики, соединенные между собой по мостовой схеме. Питание моста и балансировка его осуществлялись через электронный усилитель. При перемещениях рельса балочка изгибалась и с моста на шлейф поступал ток, сила которого была пропорциональна величине изгиба, то есть перемещению рельса. Тарировка балочки производилась на специальном тарировочном устройстве.

В качестве подвижной нагрузки был использован мотовоз МУЗ-4, который прокатывался по звену в режиме тяги и в режиме выбега.

Перемещение рельсов замерялось нами для следующих двух основных вариантов: 1) в условиях, когда проскальзывание рельсов в накладках было фактически устранено путем создания максимального натяжения стыковых болтов и 2) при таком ослаблении натяжения стыковых болтов, когда силы трения рельсов о накладки практически не возникали (этот вариант соответствовал принятой нами выше расчетной схеме).

Обобщенные кривые перемещений пути, полученные в первом варианте, изображены на рис. 7. Кривая I соответствует движению мотовоза в режиме тяги. Величина силы тяги создавалась, примерно, порядка тысячи килограммов. Так как силы трения в накладках препятствовали проскальзыванию в них рельса, то остаточного перемещения рельсов (или угона) почти не наблюдается, и силы угона поглощаются упругими деформациями пути. Перемещение рельса обуславливалось действием двух причин: 1) силы тяги  $T$ , вызывающей перемещение в сторону,

обратную движению, и 2) деформациями изгиба рельса, вызывающими перемещения в сторону движения. Таким образом, кривая 1 есть результирующая двух видов перемещений.

Кривая 2 соответствует движению мотовоза в режиме выбега. Перемещения рельса создавались, в основном, вследствие деформаций изгиба рельса.

Характер перемещения рельса только под действием силы тяги нами был установлен путем алгебраического сложения ординат кривых 1 и 2. Получена кривая 3, изображенная на рис. 7.

Используя разработанную методику по определению перемещений рельсов и внося дополнительное предположение, что по концам рельса находятся упругие упоры, препятствующие этим перемещениям (они имеют тоже самое назначение, что и накладки), мы подсчитали перемещения рельса (рис. 7, кривая 4) для случая прокатывания по звену мотовоза при  $n=10$ ,  $Q=1000$  кг,  $T=125$  кг,  $E=378$  кг/см. Сравнивая опытную кривую 3 и теоретическую 4, можем констатировать, что характер зависимости одинаков в том и другом случае, а это свидетельствует о соответствии теоретического анализа реальным условиям.

Расхождение в абсолютных значениях перемещений объясняется тем, что исходные данные, положенные в основу теоретических подсчетов, не в полной мере соответствуют реальным значениям их.

Кроме того, на перемещения рельсов влияли не только две указанные причины, но в какой-то степени и еще ряд обстоятельств, неучтенных нами, например, скорость движения.

Во втором варианте получены следующие величины угона рельсов: при движении в режиме тяги за четыре раза —  $0,040 \pm 0,010$  см (перемещение рельсов направлено назад); при движении в режиме выбега за пять раз —  $0,065 \pm 0,012$  см (перемещение рельсов направлено вперед); перемещение пути, вызываемое только продольными силами, равно  $0,065 + 0,040 = 0,105$  см.

На основании теоретического анализа мы определили, что при значении  $m=0,00008$  см/кг (это значение соответствует реальным условиям, в которых проводился опыт) и при подсчитанном значении  $\Sigma t = 1223$  кг расчетное перемещение рельса равно  $0,09784$  см, то есть довольно хорошо соответствует данным опытов.

### Выводы

1. Предлагаемый метод определения перемещений рельсов при воздействии на них продольных сил находится в хорошем соответствии с опытными данными.

2. Полученные зависимости позволяют дать количественную оценку влияния физико-механических свойств балласта и грунта земляного полотна на величину угона пути, так как перемещения пути прямо пропорциональны  $m$ , то есть обратно пропорциональны модулю деформации грунтов.

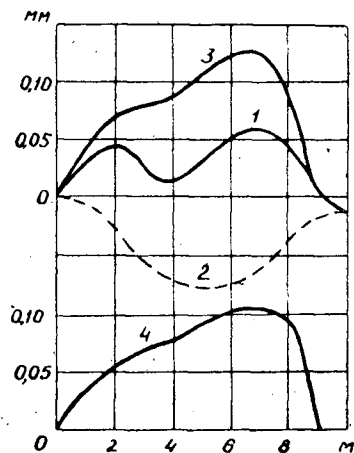


Рис. 7.

3. Установлено, что на угон пути сильно влияет характер взаимного расположения колес подвижных и тяговых единиц.

Установление характера процесса образования перемещений рельсов позволит более обоснованно подойти к расчету мощности и порядка установки противоугонов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. И. Морозов. Продольная упругость пути узкоколейных железных дорог шириной 750 мм. «Известия высших учебных заведений», «Лесной журнал» № 2, 1958. [2]. Р. М. Раппопорт. К вопросу о расчетах балок на упругих опорах и рельс. «Труды ЛодЛТА им. С. М. Кирова», вып. 78, 1957. [3]. О. Н. Ускова. Угон пути и борьба с ним. Госжелдориздат, 1932.

---

Поступила в редакцию  
14 ноября 1958 г.



## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПИЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ РУЧНЫХ СУЧКОРЕЗОК

*Э. М. ЛАУТНЕР*

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В решениях XX съезда КПСС перед всеми отраслями промышленности поставлена задача дальнейшей механизации трудоемких и тяжелых работ. Одной из наиболее трудоемких операций на лесозаготовках является обрубка сучьев. Для механизированной обрубки сучьев в настоящее время применяются дисковые электросучкорезки РЭС-1, а горных условиях пилы ЦНИИМЭ-К5. Электросучкорезки РЭС-1 из-за целого ряда недостатков, обнаруженных в работе, имеют ограниченное применение. Представляет несомненный интерес изучить возможность применения для спиливания сучьев инструментов, имеющих в качестве рабочего органа пильные цепи.

Рядом авторов проводились исследования работы пильных цепей при пилении преимущественно перпендикулярно к направлению волокон стволовой древесины. При спиливании сучьев заподлицо со стволом угол между плоскостью пиления и направлением волокон древесины меняется в значительных пределах и, как правило, пиление происходит не под прямым углом к направлению волокон. Кроме того, стволовая древесина и древесина сучьев весьма различны по своим физико-механическим свойствам. Процесс резания древесины сучьев цепными пилами для случаев пиления под переменными углами по отношению к волокнам древесины совершенно не изучен.

В данной работе излагаются результаты исследования работы пильных цепей при обрезке сучьев в зависимости от ряда основных факторов. В экспериментах использовалась специальная установка, сконструированная кафедрой станков и инструментов ЛОЛЛТА (рис. 1).

Распиливаемый образец 6 закреплялся в подвижном суппорте 3. Суппорт приводился в движение электродвигателем при помощи шкива 1 и ведущего винта 2. К неподвижной раме болтами последовательно прикреплялись упругий элемент датчика 4 и державка с исследуемым режущим блоком 5. При помощи тензодатчиков конструкции Е. Г. Ивановского и электронного усилителя 8 на ленте осциллографа записывались усилия резания и подачи, возникающие при пилении. Установка дает возможность производить испытание пильных цепей различных конструкций, одновременно регистрируя на одной ленте усилия резания и усилия подачи. Статистическая и динамическая тарировка измерительной аппаратуры осуществлялась в ее рабочем состоянии при помощи гирь.

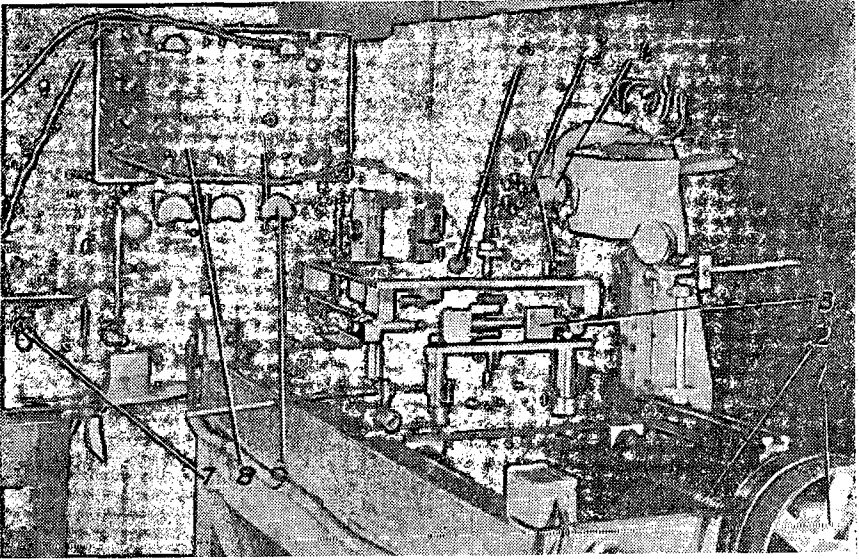


Рис. 1. Общий вид испытательной установки.

1 — приводной шкив; 2 — ведущий винт; 3 — суппорт; 4 — упругий элемент датчика с датчиком; 5 — державка с режущим блоком; 6 — образец; 7 — осциллограф МПО-2; 8 — электронный усилитель; 9 — стабилизатор напряжения СТН-3.

В качестве объекта исследования брались зубья цепи ПЦ-15 и цепи конструкции инж. Лаптева \*. Из зубцов цепей в различных комбинациях составлялись блоки, которые жестко крепились при помощи державки 5 к упругому элементу датчика 4. Изменяя расстояния между зубьями, добивались одинаковых условий пиления для режущих блоков, составленных из неодинакового количества зубьев.

Заточка зубьев производилась на специальном заточном станке. Конструкция этого станка позволяла производить заточку всех граней зубьев. Перед заточкой зубья подвергались фуговке по высоте и с боков. Углы заточки проверялись оптически угломером Цейса с точностью до  $30'$ . Точность доводки основных линейных величин составляла  $\pm 0,05$  мм. Для обеспечения постоянства углов после каждой серии опытов зубья подправлялись оселком. Угловые и линейные величины зубцов и параметры, приведенные ниже, имели постоянные значения во всех опытах, за исключением тех, где исследовались зависимости усилий от этих величин. Опыты проводились при следующих параметрах:

Угол резания	$\beta = 80^\circ$
Угол боковой заточки передней и задней граней	$\varphi_1 = \varphi_2 = 60^\circ$
Задний угол	$\alpha = 10^\circ$
Величина снижения скальвающего зуба относительно режущих:	
для блоков, состоящих из режущих и скальвающих зубьев	$a_{ск} = 0,3$ мм
для блоков, состоящих из режущих, подрезающих и скальвающих зубьев	$a_{ск} = 0,6$ мм

\* Подробное описание цепей инж. А. Г. Лаптева содержится в его работе «Новая пыльная цепь». (Техническая информация о результатах научно-исследовательских работ. № 3, ЛОЛЛТА, 1955).

Величина снижения подрезающего зуба относительно режущего	$a_n = 0,3 \text{ мм}$
Толщина стружки	$U = 0,3 \text{ мм}$
Угол встречи	$\psi = 60^\circ$
Угол подачи	$\theta = 60^\circ$
Ширина пропила	$b = 7,6 \text{ мм}$
Скорость резания	$v = 0,05 \text{ м/сек}$

Примечание: Угол встречи ( $\psi$ ) — угол, составленный вектором скорости резания и направлением волокон древесины. Угол подачи ( $\theta$ ) — угол, образованный вектором скорости подачи и направлением волокон древесины.

Испытания проводились на древесине сучьев свежесрубленной сосны. Для опытов заготавливались только сучья с углом ответвления от ствола, равным  $90^\circ$ , расположенные в срединной части хлыста. С целью обеспечения в образцах прямолинейности волокон сучья спиливались на расстоянии  $70 \text{ мм}$  от поверхности ствола. Размеры образцов: длина  $L = 250 \text{ мм}$ , диаметр  $d = 70 \text{ мм}$ . Во время исследований выяснилось, что механические свойства сучьев различны не только у разных деревьев одной породы, но и у отдельных сучков одного и того же дерева. Поэтому образцы подбирались так, чтобы для каждой группы опытов в пределах точности (5%) сучья имели одинаковые физико-механические свойства. При определении физико-механических свойств измерялись: относительная влажность ( $W = 60-70\%$ ), объемный вес ( $\gamma = 0,54-0,56 \text{ г/см}^3$ ) и коэффициент обрабатываемости ( $K_0 = 7-9 \frac{\text{кг/мм}}{\text{мм}^3}$ )\*.

В каждой серии проводилось 20—25 опытов. Полученные осциллограммы обрабатывались на специальном увеличителе, имеющем десятикратное увеличение, что позволило измерять высоты ординат кривых с точностью до  $0,5 \text{ мм}$  на экране (до  $0,05 \text{ мм}$  на ленте осциллограммы). Таким образом, при параметрах установки абсолютная ошибка измерения сил составляла  $0,05 \text{ кг}$ .

Обработка результатов исследований методом математической статистики установила достаточную точность средних показателей.

При исследовании учитывались следующие основные факторы:

1. Тип цепи.
2. Угол встречи и подачи.
3. Величина подачи.
4. Величина снижения скальвающего зуба.
5. Величина угла резания режущего зуба.
6. Величина угла боковой заточки передней грани режущего зуба.
7. Величина угла боковой заточки передней грани подрезающего зуба.
8. Величина угла боковой заточки задней грани подрезающего зуба.
9. Величина угла боковой заточки задней грани подрезающего зуба.

Для выявления зависимости усилия резания и подачи от углов встречи ( $\psi$ ) и подачи ( $\theta$ ) подвергались исследованию пины разных конструкций и с различным чередованием зубьев в режущих блоках: в блоке № 1 зубья чередовались так: правый режущий, левый режущий и скальвающий; в блоке № 2 парно расположенные правый и левый режущие чередуются со скальвающим; в блоке № 3 зубья чередовались следующим образом: левый режущий, правый режущий, левый подрезающий и правый подрезающий; в блоке № 4 зубья располагаются так: левый режущий, левый подрезающий, правый режущий и правый подрезающий; в блоке № 5 зубья чередовались в следующем порядке: правый режущий, левый подрезающий, левый режущий, правый подрезающий, правый режущий и скальвающий; в блоке № 6 и № 7 последовательность расположения зубьев была такой: правый режущий, правый подрезающий, левый режущий, левый подрезающий, правый

\* Коэффициент обрабатываемости определялся по методу и прибором кандидата технических наук С. А. Князева. Подробно о коэффициенте обрабатываемости см. А. Э. Грубе. Станки и инструменты, ч. II, стр. 19.

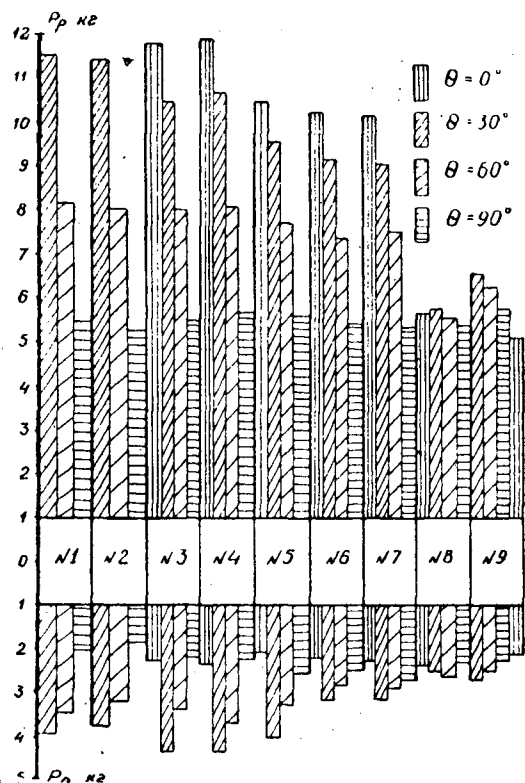


Рис. 2. Зависимость усилий резания ( $P_p$ ) и подачи ( $P_n$ ) от угла подачи ( $\theta$ ).

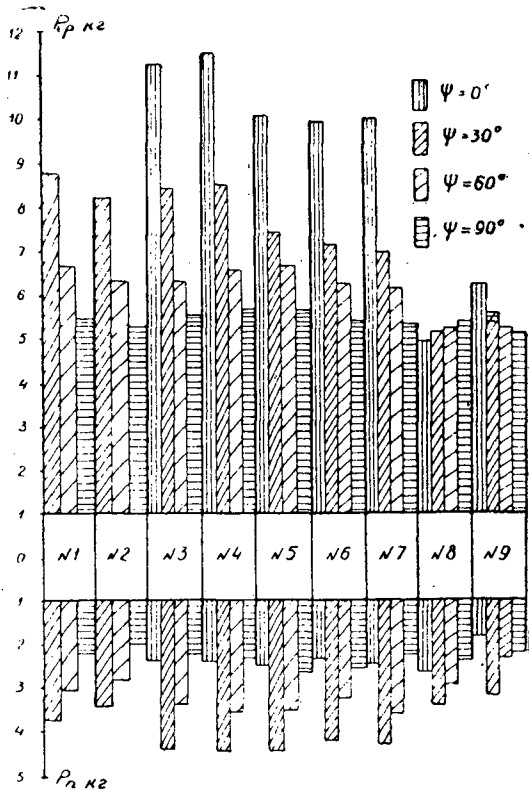


Рис. 3. Зависимость усилий резания ( $P_p$ ) и подачи ( $P_n$ ) от угла встречи ( $\psi$ ).

режущий и скалывающий, но в блоке № 7 была произведена внешняя заточка подрезающих зубьев; блок № 8 представляет цепь инж. Лаптева: после парно расположенных правого режущего и скалывающего зубьев следуют парно расположенные левый режущий и скалывающий зубья; блок № 9 также представляет собой цепь инж. Лаптева, в которой чередование зубьев было следующим: правый режущий, левый режущий.

По характеру сочетания зубьев исследуемые пильные блоки можно разбить на четыре группы: в I группе пильная цепь состоит из режущих и скалывающих зубьев (блоки № 1 и 2); во II группе пильная цепь состоит из режущих и подрезающих зубьев (блоки № 3 и 4), в III группе пильная цепь состоит из режущих, подрезающих и скалывающих зубьев (блоки № 5, 6 и 7) и, наконец, IV группа представляет цепь инж. Лаптева.

Изменение усилий резания и подачи в зависимости от углов встречи и подачи для различных типов и конструкций режущих блоков характеризуются диаграммами, приведенными на рис. 2 и рис. 3. На диаграммах вверх по оси ординат отложены величины усилия резания, а вниз усилия подачи. По оси абсцисс отложены последовательно для каждого блока величины угла встречи (рис. 3) и угла подачи (рис. 2).

Как видно из диаграмм (рис. 2 и 3) у блоков I группы усилия резания и подачи являются наименьшими при углах встречи и подачи, равных  $90^\circ$ . Однако при уменьшении этих углов усилия резания резко воз-

растают и при  $\psi = \Theta = 30^\circ$  увеличиваются соответственно на 59,4 и 114,5%. Усилие подачи при уменьшении углов встречи и подачи от  $90^\circ$  до  $60^\circ$  резко возрастает, однако, при дальнейшем уменьшении углов от  $60^\circ$  до  $30^\circ$  увеличение усилий подачи замедляется.

У блоков II группы при уменьшении углов подачи и встречи до  $30^\circ$  усилия резания возрастают примерно с такой же скоростью, как у блоков I группы. Дальнейшее уменьшение угла встречи до  $0^\circ$  приводит к резкому увеличению усилия резания (в среднем на 34,8%). При уменьшении угла подачи до  $\Theta = 0^\circ$  усилие резания возрастает медленнее.

У блоков III группы при уменьшении угла встречи и подачи от  $90^\circ$  до  $0^\circ$  усилие резания также возрастает. При этом более резкое увеличение усилий резания имеет место при уменьшении угла встречи. Однако, при  $\psi = \Theta = 0^\circ$  усилия резания меньше, чем у блоков II группы.

У блоков II и III группы при уменьшении углов  $\psi$  и  $\Theta$  от  $90^\circ$  до  $30^\circ$  усилия подачи увеличиваются. При дальнейшем уменьшении углов до  $0^\circ$  усилие подачи резко падает.

Блоки IV группы отличаются от остальных блоков значительно меньшей шириной создаваемого ими пропила (3,6—3,8 мм). Однако при пилении под углами встречи и подачи, равными  $90^\circ$ , разница между усилиями резания и подачи у блоков IV группы незначительна по сравнению с усилиями резания и подачи, возникающими при пилении блоками других групп. С изменением угла встречи от  $90^\circ$  до  $0^\circ$ , усилие резания у блока № 8 падает на 8,9%, а у блока № 9 возрастает на 26,8%.

С уменьшением угла подачи от  $90^\circ$  до  $30^\circ$ , усилие резания возрастает у блоков № 8 и 9 соответственно на 6,1 и 28,40%. Дальнейшее уменьшение угла подачи от  $30^\circ$  до  $0^\circ$  вызывает у блока № 8 уменьшение резания на 1,0%, а у блока № 9, наоборот, увеличение на 5,3%.

Усилия подачи при изменении угла встречи от  $90^\circ$  до  $30^\circ$  у блоков № 8 и 9 увеличиваются соответственно на 43,7 и 46,3%. Дальнейшее уменьшение угла встречи от  $30^\circ$  до  $0^\circ$  вызывает, наоборот, падение усилия подачи соответственно на 22,3 и 43,1%.

У блока № 8 при уменьшении угла подачи от  $90^\circ$  до  $60^\circ$  усилие подачи сначала возрастает на 15,6%, а при дальнейшем уменьшении от  $60^\circ$  до  $0^\circ$  медленно падает на 10,4%. У блока № 9 с уменьшением угла подачи от  $90^\circ$  до  $0^\circ$  усилие подачи возрастает на 29,7%.

Обобщая приведенные результаты исследования, устанавливающие влияние типа пильных блоков по конструкции на силовые параметры при пилении под разными углами к направлению волокон, можно сделать следующие выводы в целом по данной серии опытов:

1. Анализируя работу пильных блоков I, II, III групп, можно сказать, что постепенное усложнение пильных блоков путем введения специальных зубьев, обеспечивающих дифференциацию работы, выполняемой при пилении каждым из зубьев блока, делает пильную цепь при малых углах встречи и подачи более приспособленной к пиленю.

2. Пильные блоки № 1 и 2 являются наиболее экономичными при пилении под углами  $90^\circ$  к направлению волокон.

3. При пилении под углами встречи и подачи в пределах от  $60^\circ$  до  $0^\circ$  лучшие силовые характеристики имеют блоки № 6 и 7.

4. Учитывая то обстоятельство, что в производственных условиях сроки эксплуатации блоков № 7 незначительны (вследствие укорочения длины и высоты режущего зуба), а у блоков № 2 усложняется механизированная заточка зубьев, лучшей конструкцией для пиления под углами встречи и подачи близкими к  $90^\circ$  следует считать блок № 1, и при углах, меньших  $90^\circ$ , — блок № 6.

5. Пильные цепи IV группы требуют меньшего усилия, по сравнению с усилиями, возникающими при пилении цепями других групп (особенно в случае пиления под малыми углами встречи и подачи).

Зависимости усилий резания и подачи от толщины стружки представлены кривыми на рис. 4. Испытывались режущие блоки № 1, 6 и 8, отобранные на основании результатов предыдущих исследований. Кривые показывают, что при увеличении толщины стружки усилия резания

и подачи возрастает в меньшей степени, чем возрастает толщина стружки. Например, десятикратное увеличение толщины стружки при пилении блоками № 6 (от 0,1 до 1,0 мм) приводит к увеличению усилия резания лишь в 3,6 раза, а усилия подачи только в 2,9 раза.

Характер изменения кривых, характеризующих усилия резания и подачи у блоков № 1, 6 и 8, не одинаковы. У блоков № 6 и 8 при увеличении толщины стружки интенсивность роста усилий резания и подачи замедляется. У блока № 1 в этих же условиях интенсивность роста усилий увеличивается. Так, с увеличением подачи от 0,6 до 1,0 мм усилие резания увеличивается для блока № 1 на 61,7%, а для блока № 6 только на 28,2%.

Исследования влияния величины снижения скалывающего зуба ( $a_{ск}$ ) на усилия резания и подачи производились с блоком № 1.

Анализируя кривые, характеризующие изменение величины усилий резания и подачи (рис. 5), видим, что минимальные значения усилий резания имеют место при снижении скалывающего зуба равном 0,3 мм, а усилия подачи — при снижении равном 0,2 мм.

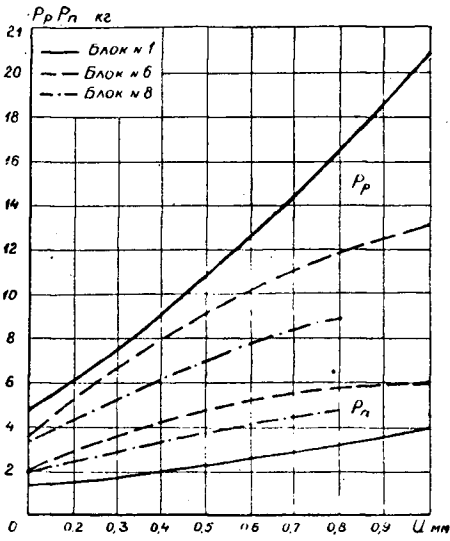


Рис. 4. Зависимость усилий резания ( $P_p$ ) и подачи ( $P_n$ ) от толщины стружки ( $U$ ).

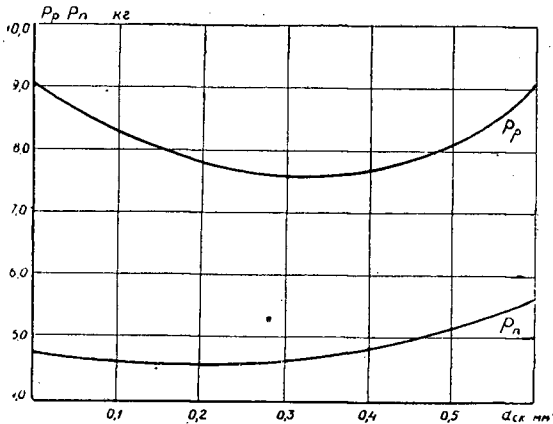


Рис. 5. Зависимость усилий резания ( $P_p$ ) и подачи ( $P_n$ ) от величины снижения скалывающего зуба ( $a_{ск}$ ).

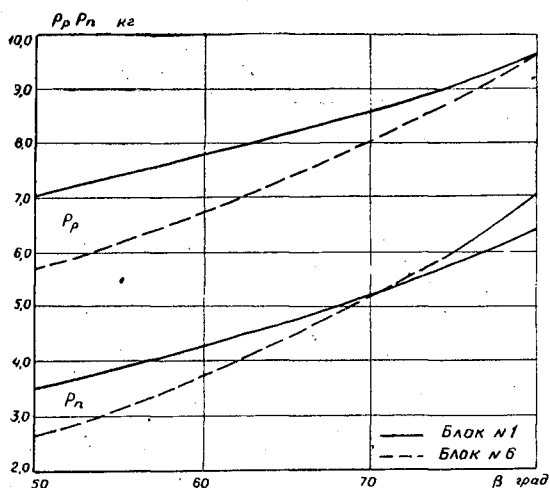


Рис. 6. Зависимость усилий резания ( $P_p$ ) и подачи ( $P_n$ ) от угла резания режущего зуба ( $\beta$ ).

Зависимость усилий резания и подачи от величины угла резания режущего зуба ( $\beta$ ) графически представлена на рис. 6. Как видно из графика, с увеличением этого угла усилия резания и подачи равномерно возрастают, причем у блока № 6 этот рост более интенсивный, чем у блока № 1.

Например, с увеличением угла резания от 50 до 80° усилия резания увеличиваются для блока № 6 на 68,5%, а для блока № 1 только на 34,8%.

Зависимости усилий резания и подачи от угла боковой заточки передней грани режущего зуба ( $\varphi_1^p$ ) показаны на рис. 7.

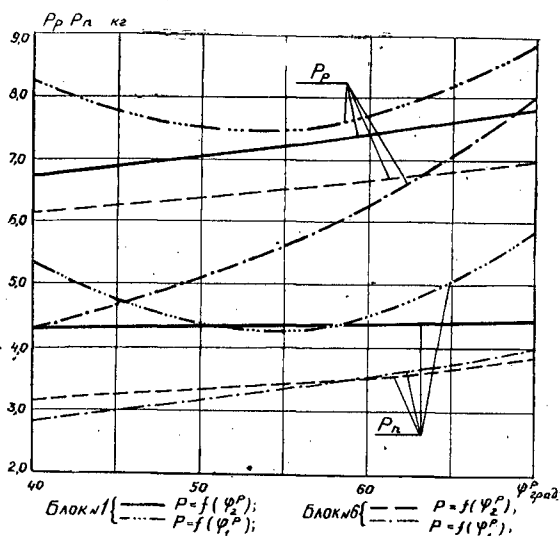


Рис. 7. Зависимость усилий резания ( $P_p$ ) и подачи ( $P_n$ ) от угла боковой заточки передней ( $\varphi_1^p$ ) и задней ( $\varphi_2^p$ ) граней режущего зуба.

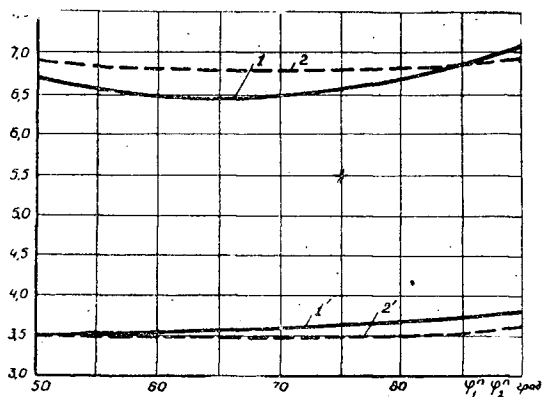


Рис. 8. Зависимость усилий резания ( $P_p$ ) и подачи ( $P_n$ ) от угла боковой заточки передней ( $\varphi_1^n$  и задней ( $\varphi_2^n$ ) граней подрезающего зуба.

Анализ графика показывает, что величины усилия резания блоком № 6 изменяются неравномерно. С уменьшением угла от 70 до 60° и от 50 до 40° усилие резания уменьшается соответственно на 25,4 и 16,8%. Кривые зависимости для блока № 1 имеют минимум при значениях угла  $\varphi_1^n = 50^\circ \div 60^\circ$ .

Кривые зависимости величины усилий резания и подачи от угла боковой заточки задней грани режущего зуба ( $\varphi_2^p$ ) (рис. 7) показывают, что с изменением угла боковой заточки от 40 до 70° усилие резания для блока № 6 возросло на 11,4%, а для блока № 1 на 11,6%.

Зависимость усилий резания и подачи от величины угла боковой заточки передней грани подрезающего зуба ( $\varphi_1^n$ ) изображено на рис. 8. Как видно из графика, при уменьшении угла боковой заточки передней грани в пределах от 90 до 70° величина усилия резания падает на 8,7%. При дальнейшем уменьшении угла  $\varphi_1^n$  от 70 до 50° усилие резания несколько возрастает.

Обработанные результаты исследований зависимости величины усилий резания и подачи от угла боковой заточки задней грани подрезающего зуба ( $\varphi_2^p$ ) изображены на рис. 8.

Кривые показывают, что величина угла заточки задней грани подрезающих зубьев не оказывает существенного влияния на усилия резания. Усилия подачи равномерно возрастают при увеличении угла боковой заточки от 50 до 90°.

### Выводы

На основании анализа результатов экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Для пиления при углах встречи и подачи близких к 90° следует применять цепи, состоящие только из режущих и скалывающих зубьев.

2. При пилении под углами встречи и подачи от 90 до 60° можно применять цепи, состоящие из режущих, подрезающих и скалывающих зубьев. Пиление этими цепями при углах встречи и подачи в пределах от 60 до 0° нецелесообразно вследствие того, что величины усилий резания и подачи достаточно велики.

3. Цепи инж. Лаптева, особенно со скалывающим зубом, работают хорошо при любых углах встречи и подачи к направлению волокон.



4. При углах встречи и подачи, близких к  $60^\circ$ , с точки зрения величин усилий резания и подачи, выгодней пилить при больших значениях толщины стружки.

5. Оптимальное снижение скалывающих зубьев для пил, состоящих из режущих и скалывающих зубьев, должно быть в пределах  $0,25-0,35$  мм.

6. Для пильных цепей сучкорезок можно рекомендовать следующие угловые параметры для режущих и подрезающих зубьев:

Наименование параметра	Величина параметра в град.
Угол резания режущего зуба $\beta$ . . . . .	$50 \div 60$
Угол боковой заточки передней грани режущего зуба $\varphi_1^P$ . . . . .	$55 \div 60$
Угол боковой заточки задней грани режущего зуба $\varphi_2^P$ . . . . .	$60 \div 65$
Угол боковой заточки передней грани подрезающего зуба $\varphi_1^N$ . . . . .	$65 \div 70$
Угол боковой заточки задней грани подрезающего зуба $\varphi_2^N$ . . . . .	$70 \div 80$

Поступила в редакцию  
15 сентября 1958 г.

## О НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРАХ ПЕТЛЕВОЙ СУЧКОРЕЗКИ

**П. А. НОВИКОВ**

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

За последнее десятилетие большое внимание уделяется механизации очистки стволов от сучьев на лесоразработках. Этому вопросу было посвящено много статей в журналах «Механизация трудоемких и тяжелых работ» и «Лесная промышленность», издавались брошюры Э. А. Павлова, П. В. Ласточкина, М. Н. Дрехслера и др. Гослесбумиздат издает монографию Э. А. Павлова «Развитие, состояние и перспективы механизации удаления сучьев».

К настоящему времени создано несколько типов ручных переносных сучкорезок и продолжаются производственные испытания стационарной петлевой сучкорезки.

Ручные переносные сучкорезки изготавливаются крупными сериями и внедряются на лесоразработках. Практика показала, что они дают возможность хорошо и быстро очищать деревья с небольшим числом толстых сучьев, но оказываются малопроизводительными и неудобными при очистке деревьев с большим числом тонких или средней толщины сучьев, занимающих значительную часть длины ствола (ель, пихта и др.). Применение этих сучкорезок позволяет механизировать только процесс пиления, но не вносит изменений в ручную уборку сучьев. По этим и другим причинам переносные ручные сучкорезки часто не выдерживают соревнования с топором.

Поэтому существует мнение, что проблема механизации очистки сучьев может получить свое решение лишь при комплексном и одновременном применении ручных переносных и стационарных сучкорезок. Но создание стационарных сучкорезок оказалось делом очень трудным. Сейчас в некоторых леспромхозах применяется стационарная сучкорезка только одного типа — петлевая, предложенная В. В. Беляевым и М. Ф. Осокиным.

Эта сучкорезка испытывается на лесоразработках с 1952 г. Ее конструкция и технология применения постоянно улучшаются. Она по праву считается в настоящее время наиболее простой, дешевой и эффективной \* из всех стационарных установок, проекты которых в разное время выдвигались в периодической печати.

\* Эффективность петлевых сучкорезок. «Механизация трудоемких и тяжелых работ» № 9, 1957.

В феврале 1958 г. Министерством лесной промышленности размещен заказ на изготовление 120 тыс. петлевых сучкорезок. Сейчас ведется подготовка к широкому внедрению их на лесоразработках.

В связи с этим можно предполагать, что проведенное автором исследование работы петлевой сучкорезки и сделанные им выводы представляют интерес и могут оказаться полезными.

Очистка деревьев петлевой сучкорезкой производится на верхних складах, куда деревья доставляются с кронами, и сводится к срезанию всей массы сучьев каждого дерева двумя узкими спирально-изогнутыми ножевыми полотнами, имеющими на режущей кромке зубцы. Полотна шарнирно скреплены задними концами, охватывают дерево по всей его окружности и затягиваются петлей ведущего троса, накинутой на крючья, прикрепленные к передним концам полотен. Эти два полотна с задним шарниром и передними крючьями и составляют собственно сучкорезку.

При очистке дерево протаскивается комлем вперед по деревянному настилу через неподвижную сучкорезку. Подача деревьев из пачки на настил, протаскивание их через сучкорезку и уборка срезанных сучьев производится лебедкой. Сучкорезная установка обслуживается тремя рабочими.

Уже первоначальные испытания сучкорезки дали положительные результаты. Однако стало очевидным, что хорошая работа ее зависит от формы ножевых полотен и от соотношения между длиной полотен и диаметром ствола очищаемого дерева. Эти факторы определяют как характер прилегания, охват ствола, чистоту обрезки сучьев, так и величины усилий в полотнах и тросах.

Изменения вносились в конструкцию петлевой сучкорезки, главным образом, в ходе опытов, без достаточного изучения сущности ее работы. Автор настоящей статьи задался целью проанализировать условия работы главного элемента петлевой сучкорезки — ее ножевых полотен. Для этого были рассмотрены положения полотен на стволах во время работы и действующие силы. Были рассмотрены и некоторые другие вопросы, связанные с работой полотен. Одновременно с теоретическими исследованиями был поставлен ряд лабораторных испытаний.

Было принято допущение, что режущая кромка изогнутого по спирали полотна во время работы располагается вдоль ствола строго по винтовой линии, которая составляет с образующими ствола угол встречи  $\beta$ . При этом само полотно касается поверхности ствола только режущей кромкой, а тыльная кромка полотна располагается также по винтовой линии, но вдоль поверхности некоторого воображаемого ствола, диаметр которого больше диаметра основного ствола. При таком расположении полотна его поперечное сечение составляет с радиусом ствола в точке касания угол  $\theta$  (рис. 1).

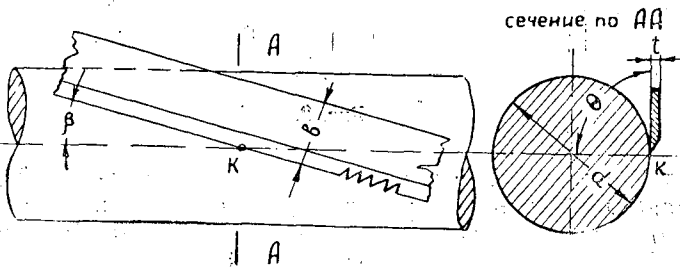


Рис. 1.

Из изложенного следует, что поверхность полотна нельзя рассматривать как часть развертки очищаемой поверхности, и что режущая кромка должна быть короче, чем тыльная. Было установлено, что для обеспечения последнего условия полотно перед загибанием его по спирали должно иметь криволинейные кромки. Радиус режущей (внутренней) кромки плоской полосы полотна или, иначе, радиус плоской кривизны  $R_{пл}$  может быть определен по следующей формуле:

$$R_{пл} = \frac{b}{\sqrt{1 + 4 \operatorname{tg}^2 \beta \frac{b}{a} \left( \frac{b}{a} - \cos \beta \cos \Theta \right) - 1}} \quad (1)$$

Эта формула содержит зависимость между основными параметрами ножевого полотна и очищаемого ствола, а также параметрами, характеризующими положение полотна на стволе (рис. 1).

Формула была получена аналитическим путем для полотен длиной 90, 120, 150 и 180 см и проверена экспериментально на фанерных моделях полотен. Было проверено около 70 моделей длиной 120 и 180 см. Проверка осуществлялась на специальной установке, позволяющей воспроизводить цилиндрические стволы любого диаметра в пределах от 10 до 90 см.

Каждая модель устанавливалась на цилиндре-оправке в одном из трех положений, при которых угол  $\Theta$  равен 82, 90 или 98°. Угол встречи при этом изменялся в пределах от 3 до 60°. Проверка полностью подтвердила справедливость вышеприведенной формулы.

Формула (1) дает возможность определять положение полотна на любом участке ствола. Определение весьма упрощается при пользовании диаграммой (рис. 2), составленной на основе этой формулы. На диаграмме для полотен длиной 90 и 120 см дана графическая зависимость угла наклона  $\Theta$  от радиуса плоской кривизны и от диаметра очищаемого участка ствола.

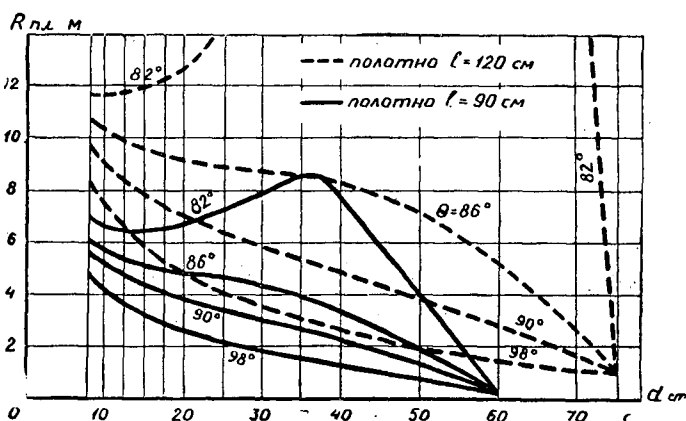


Рис. 2.

В исследованиях было принято, что одним из условий, обеспечивающих наиболее выгодное прилегание полотна сучкорезки к стволу и лучшую его очистку, является такое положение полотна, при котором угол  $\Theta = 90^\circ$ . Радиус  $R_{пл}$ , обеспечивающий такое положение полотна длиной  $l$  и шириной  $b$  на участке ствола диаметром  $d$ , можно считать для этого участка оптимальным.

Для нахождения оптимального радиуса  $R_{\text{пл. опт}}$  можно пользоваться более простой формулой, которая получается из основной после подстановки значения  $\Theta = 90^\circ$ .

$$R_{\text{пл. опт}} = \frac{b}{\sqrt{1 + 4 \operatorname{tg}^2 \beta \frac{b^2}{d^2} - 1}} \quad (1a)$$

Другим показателем работы полотен является величина общего заднего угла резания  $\alpha_n$ , то есть угла между нижней поверхностью полотна и плоскостью, касательной к стволу в точке резания. Угол  $\alpha$  измеряется в плоскости, нормальной к режущей кромке. Эта плоскость составляет угол  $\beta$  с плоскостью, в которой измеряется угол  $\Theta$ , поэтому у вершины ствола, когда полотна составляют с образующими ствола угол  $\beta < 6^\circ$ , задний угол резания  $\alpha_n \cong \Theta - 90^\circ$ . На других участках ствола, когда  $\beta = 10-35^\circ$ , угол  $\alpha_n$  не превышает  $5^\circ$ .

Однако наиболее важным показателем надо считать величину угла встречи  $\beta$ . Было установлено, что от величины этого угла зависит как чистота срезания, так, в особенности, и величина сил трения между полотном и стволом. Быстро возрастающие при увеличении этого угла силы трения вместе с усилиями от резания вызывают в полотнах возникновение опасных напряжений и ведут к быстрому росту усилий в ведущем тросе сучкорезки.

По мере изменения диаметра ствола, протягиваемого через сучкорезку, непрерывно и весьма сильно меняются и условия работы полотен. При последовательном уменьшении диаметра ствола, происходящем при очистке петлевой сучкорезкой, угол наклона  $\Theta$  и угол резания  $\alpha_n$  возрастают, а угол встречи  $\beta$  уменьшается. Величина и скорость этих изменений зависят от соотношения основных параметров и могут быть весьма значительными. Таким образом, петлевая сучкорезка, характеризующаяся некоторыми размерами  $b$ ,  $R_{\text{пл}}$  и длиной  $l$ , хорошо работает лишь на некотором оптимальном участке ствола с диаметром  $d_{\text{опт}}$ , хуже у вершины и совсем плохо — на участках, диаметр которых равен или больше некоторого  $d_{\text{пред}}$ .

На основе зависимостей, вытекающих из формулы (1), после сопоставления и анализа изменений величин  $\Theta$ ,  $\alpha_n$  и  $\beta$ , а также приняв во внимание то влияние, которое оказывает угол встречи на величину сил трения, были установлены следующие области применения полотен различных длин с шириной 60 мм (табл. 1).

Таблица 1

$l$ см	$d_{\text{опт}}$ см	$d_{\text{пред}}$ см	$R_{\text{пл. опт}}$ см
90	15	36	4,5
120	18	48	7,5
150	22	60	10,5
180	28	72	13,5

Данные таблицы можно коротко выразить в виде следующих общих зависимостей, пригодных для определения области применения полотен сучкорезок любой длины с шириной 50—80 мм:

$$\text{Диаметр оптимального участка} — d_{\text{опт}} = 0,16l \quad (2)$$

$$\text{Диаметр предельного участка} — d_{\text{пред}} = 0,4l \quad (3)$$

$$\text{Оптимальный радиус кривизны} — R_{\text{пл. опт}} = 5 \div 7l \quad (4)$$

Положение полотен на оптимальных и крайних предельных участках ствола при этом будет описываться параметрами, представленными в табл. 2.

Таблица 2

<i>d</i> см	<i>d</i> <sub>пред</sub>		<i>d</i> <sub>опт</sub>		У вершины $\varnothing$ 8 см	
	$\beta$	$\theta$	$\beta$	$\theta$	$\beta$	$\theta$
90	38,5	84,5	11,7	90,0	5,6	100,5
120	38,5	85,4	10,2	90,0	4,2	108,0
150	40,0	86,3	11,0	90,0	3,3	112,0
180	41,0	86,7	13,0	90,0	2,8	115,0

На оптимальном участке ствола полотно составляет угол наклона  $\theta = 90^\circ$ . Угол встречи, который получается при этом, принят оптимальным.

Для полотен различной длины оптимальный угол встречи  $\beta$  оказывается равным  $10\text{—}13^\circ$  (табл. 2). У вершины, когда  $d = 8$  см, угол встречи уменьшается до  $5\text{—}3^\circ$  и становится тем меньше, чем длиннее полотно. В этом случае составляющая общего усилия, которая прижимает режущую кромку к срезаемому сучку, становится очень малой, а угол наклона  $\theta$  возрастает до  $110\text{—}115^\circ$ . Все это ведет к тому, что при одном и том же монтажном натяжении полотно у вершины прижимается к стволу неплотно, а поэтому сучья ломаются и чистая обрезка не обеспечивается.

Чтобы полнее представить и оценить характер работы полотень при очистке сучьев, важно знать абсолютную или относительную длину участков ствола. Эта длина будет различной на стволах разных диаметров, пород и бонитетов.

За расчетную длину сучкорезки в исследовании была принята длина режущей кромки полотень между задним шарниром и передними крюками. При этом общий угол обхвата ствола обоими полотнами оказывался немного меньше  $360^\circ$ . Однако сейчас изготавливаются сучкорезки, полностью охватывающие очищаемый ствол, так как передние концы полотень выступают за крюки. Длина этих сучкорезок определится длиной режущих кромок в пределах между передней и задней точками их пересечения, а угол встречи  $\beta$  из уравнения  $2l \sin \beta = \pi d$ .

Как указывалось выше, угол встречи является параметром, который полнее других характеризует положение и работу сучкорезки и усилия, возникающие в ее полотнах и тросах. Полотна разной длины на различных участках очищаемого ствола образуют различные углы встречи. Чтобы облегчить их определение, на основе приведенной формулы была построена диаграмма (рис. 3), в которой на уровне  $13$  и  $38^\circ$  проведены две горизонтальные прямые. Эта диаграмма дает возможность для сучкорезок разных длин быстро и довольно точно определять образуемые полотнами углы встречи и соответствующие диаметры оптимальных и предельно-допустимых для очистки участков ствола.

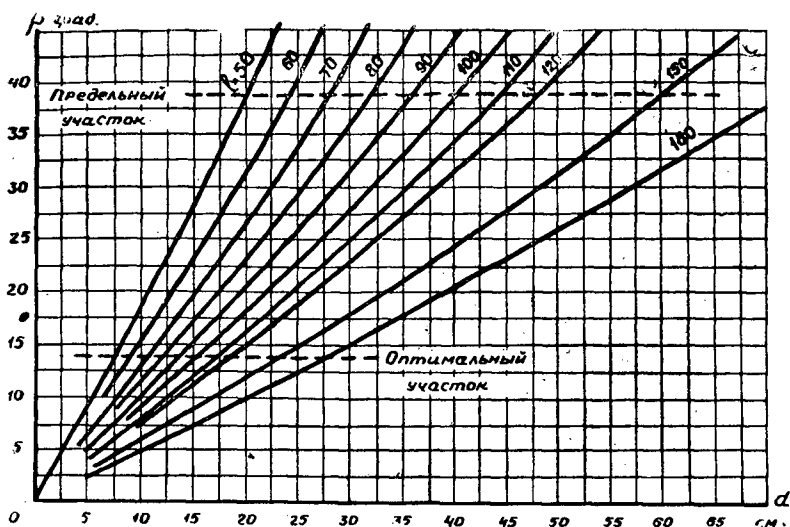


Рис. 3.

Петлевая сучкорезка конструктивно очень проста и оказалась достаточно эффективной в работе. Однако, чтобы полнее определить ее достоинства, недостатки и заложенные в ней возможности, чтобы добиться ее хорошей и безотказной работы, надо практически и теоретически решить много вопросов. Часть из немногих решенных вопросов здесь изложена, но другая, гораздо большая часть, ждет еще своего решения.

Поступила в редакцию  
3 мая 1958 г.

## О ПОЛОЖЕНИИ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ СТВОЛОВ С КРОНОЙ И ХЛЫСТОВ, ЗАГОТОВЛЯЕМЫХ В ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА СОЮЗА ССР

Л. В. КОРОТЯЕВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

В настоящее время наиболее прогрессивной считается технология работы лесозаготовительных предприятий, при которой древесина из лесосек на нижние склады лесовозных дорог доставляется в хлыстах или в стволах с кроной\*.

Новая технология производства, в свою очередь, требует создания и применения на лесоработках новых, более совершенных и производительных технических средств.

При конструировании новых специализированных самоходных трелевочных агрегатов, погрузочных механизмов и перевозочных средств, предназначенных для погрузки и транспортировки хлыстов или стволов с кронами, а также для правильной эксплуатации существующего лесозаготовительного оборудования и механизмов, представляет несомненный теоретический и практический интерес знание расположения центра тяжести стволов с кронами или хлыстов.

По данным Н. П. Анучина, М. Г. Грошевого и М. И. Егорова [1] центр тяжести хлыста находится, примерно, на  $\frac{1}{4}$  его длины от комлевого среза. При очистке стволов от сучьев вершины, как правило, обрубаются, поэтому центр тяжести хлыста смещается в сторону вершины.

С. И. Рахманов [2] в своих расчетах трособлочных трелевочных систем полагает, что центр тяжести хлыста находится также на расстоянии  $\frac{1}{4}$  его длины от комлевого среза.

Иногда, однако, принимают, что центр тяжести хлыста находится на расстоянии  $\frac{1}{3}$  его длины от комлевого среза.

Что касается расположения центра тяжести стволов с кронами, то имеются только данные, опубликованные В. И. Алябьевым [3], которые свидетельствуют, что у сосны центр тяжести расположен от комля на расстоянии 0,26—0,30, а у ели — 0,25—0,28 общей длины дерева, то есть на  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  длины ствола, как и у хлыстов.

Из статьи Алябьева можно также заключить, что определение положения центра тяжести стволов с кронами проводилось косвенным методом.

\* Ввиду отсутствия установившейся терминологии при дальнейших рассуждениях условимся считать, что ствол с кроной — это дерево с кроной, сваленное с корня, а хлыст — это дерево без сучьев и тонкой вершинной части ствола.



Других данных о расположении центра тяжести стволов с кроной в известной нам литературе не содержится.

Таким образом, до настоящего времени нет таких достоверных данных о положении центра тяжести хлыстов, которые можно было бы использовать для практических целей и в теоретических расчетах, а данные о расположении центра тяжести стволов с кроной нуждаются в уточнении.

Определение центра тяжести хлыста путем теоретических расчетов весьма затруднительно ввиду сложной объемной формы хлыста, как стереометрического тела, а также различного распределения влаги по поперечным сечениям и по длине хлыста. Еще труднее найти таким образом центр тяжести ствола с кроной. Очевидно, что проще и правильнее всего эта задача может быть решена экспериментальным путем, в ходе прямых измерений.

Вес кроны и объемный вес древесины определялся нами путем последовательного взвешивания сначала стволов с кроной, а затем хлыстов. Одновременно замерялось расстояние от комлевого среза до центра тяжести ствола с кроной или хлыста.

Экспериментальные работы проводились летом 1957 г. в лесопункте Пукшеньга Емецкого леспромпхоза комбината Архангельсклес и зимой 1958 г. в лесопункте Тарнога Костылевского леспромхоза комбината Котласлес. Лесосеки, в которых производились измерения, характеризовались лесонасаждениями с господством ели IV бонитета, имеющими следующие средние таксационные показатели, близкие к средним показателям для лесов Севера: диаметр на высоте груди — 18—20 см, объем хлыста — 0,20—0,25 м<sup>3</sup>, запас ликвидной древесины на 1 га эксплуатационной площади — 100—120 м<sup>3</sup>, процентное распределение древесных стволов по ступеням толщины\*:

Ступени толщины в см	8	12	16	20	24	28	32	36
Число стволов в %	7	16	22	23	16	10	5	1

Для измерений выбиралось не меньше трех деревьев каждой ступени толщины данного лесонасаждения, имеющей более 5% стволов.

Известно, что в лесах Европейского Севера нашей страны преобладают мелкие еловые лесонасаждения, составляющие около 70% всего запаса древесины, поэтому мы сочли наиболее важным определение центров тяжести в основном для еловых стволов с кроной и хлыстов.

Для подъема стволов с кроной и хлыстов при их взвешивании и определении центра тяжести применялись ручная лебедка с тросом, легкий блок, тяговый гидравлический динамометр конструкции ВИСХОМ, чокер и козлы из жердей. Вместо козел для подвешивания блока иногда использовались растущие деревья и трос, натянутый между ними на высоте 5—7 м.

Приспособления для подъема и взвешивания стволов с кроной и хлыстов иллюстрируются рис. 1.

Положение центра тяжести ствола с кроной или хлыста определялось следующим образом. Выбранное дерево определенного диаметра сваливали с корня, причем высота пня, которая принималась равной расстоянию от уровня шейки корня до плоскости среза, не превышала  $\frac{1}{3}$  диаметра пня. Над поваленным стволом с кроной устанавливались козлы из жердей с подвешенным к ним сверху блоком. В некоторых случаях под смонтированные козлы подтаскивался ручной лебедкой ствол

\* См. А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воробанов. Лесная вспомогательная книжка, под общ. ред. А. В. Тюрина, Гослестехиздат, М., 1945, стр. 392.

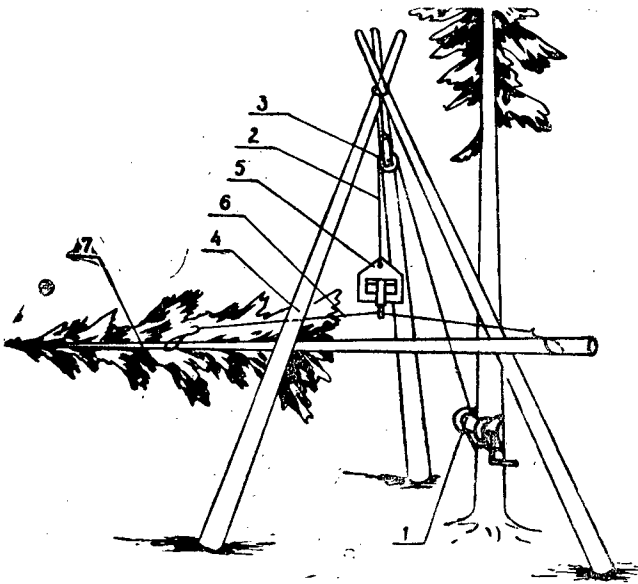


Рис. 1. Приспособления для подъема стволов с кроной и хлыстов.

1—ручная лебедка; 2—трос; 3—блок; 4—козлы из жердей; 5—динамометр; 6—чокер; 7—ствол с кроной (или хлыст).

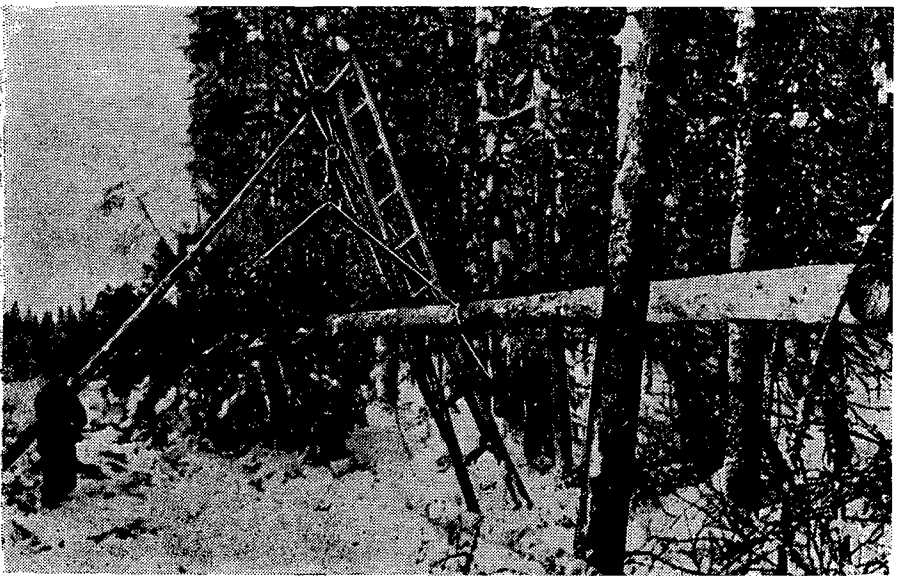


Рис. 2. Взвешивание с определением положения центра тяжести ствола с кроной.

дерева, сваленный поблизости. К взвешиваемому стволу в комлевой и вершинной частях прикреплялся длинный чокер (с крючками на концах), туго натянутый вдоль ствола. К чоkerу, примерно в центре тяжести ствола с кроной, присоединялся динамометр, соединенный с тросом ручной лебедки, огибающим блок вверху козел. При помощи лебед-

ки, прикрепленной к растущему вблизи дереву, ствол с кроной поднимался настолько, чтобы ветки кроны полностью отделились от поверхности земли (рис. 2). Затем стволу придавалось горизонтальное положение путем продольного перемещения его в нужную сторону и измерялось расстояние от комлевого среза ствола до места его подвески, то есть до центра тяжести, а также общая длина ствола.

При этом следует отметить, что если продольное перемещение ствола превышало 5 м в ту или другую сторону от центра тяжести, то это сразу нарушало балансировку ствола.

После измерений ствол с кроной опускался на землю и очищался от сучьев, а верхинная часть ствола обрубалась как при обычной заготовке и трелевке леса в хлыстах. При этом диаметр ствола в верхнем отрубе составлял 5 см.

Положение центра тяжести хлыстов определялось таким же образом, как и у стволов с кроной, но кроме того, замерялся диаметр каждого хлыста через каждые 2 м по длине для определения объема. (Далее процедура определения центра тяжести повторялась для последующих стволов с кроной и хлыстов).

Всего было сделано 73 наблюдения, в том числе в 35 наблюдениях измерялось положение центра тяжести еловых стволов с кронами, в 36 наблюдениях — для еловых хлыстов, в одном наблюдении — для березового ствола с кроной (без листьев) и в одном для березового хлыста.

Результаты измерений были обработаны методом наименьших квадратов с целью выявления зависимостей:

$$\begin{aligned} l_{цгд} &= f(L_d); & C_d &= f(L_d); \\ l_{цгд} &= f(D); & C_d &= f(D); \\ l_{цгд} &= f(q_x); & C_d &= f(q_x); \\ l_{цгх} &= f(L_x); & C_x &= f(L_x); \\ l_{цгх} &= f(D); & C_x &= f(D); \\ l_{цгх} &= f(q_x); & C_x &= f(q_x); \end{aligned}$$

где  $l_{цгд}$  — расстояние от центра тяжести ствола с кроной до комлевого среза в м;  
 $l_{цгх}$  — расстояние от центра тяжести хлыста до комлевого среза в м;  
 $L_d$  — длина ствола с кроной в м;  
 $L_x$  — длина хлыста в м;  
 $D$  — диаметр дерева в коре на высоте 1,3 м от шейки корня в см;  
 $q$  — объем хлыста с корой в м<sup>3</sup>.

$$C_d = \frac{l_{цгд}}{L_d}; \quad C_x = \frac{l_{цгх}}{L_x}.$$

Статистические показатели, характеризующие эти зависимости и вычисленные уравнения связи приводятся в таблице.

Графическое изображение зависимостей, построенных по вычисленным уравнениям и приведенных в последнем столбце таблицы, представлено на рис. 3, 4 и 5.

Данные, приведенные в таблице, и характер графиков свидетельствуют о наличии тесной корреляционной прямолинейной или криволинейной связи у большинства рассмотренных зависимостей, за исключением

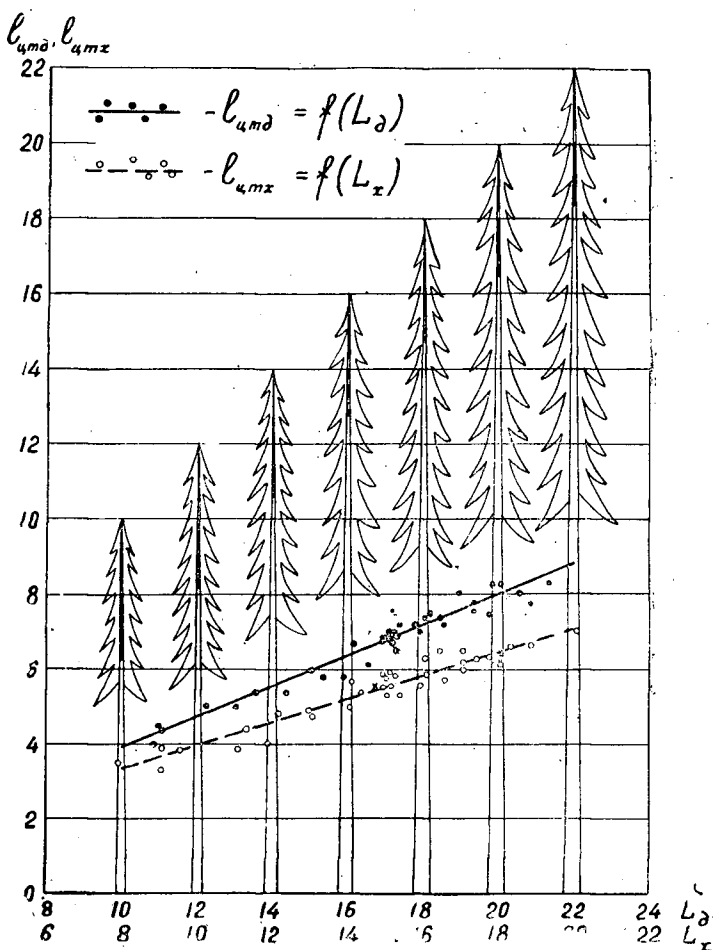


Рис. 3. График зависимости между длиной ствола с кроной или хлыста и расстоянием их центра тяжести от комлевого среза.

зависимости отношения  $C_d$  от длины ствола, диаметра и объема хлыста. У зависимостей  $l_{умд}$  от  $L_d$  и  $l_{умз}$  от  $L_x$  коэффициент корреляции равен корреляционному отношению и связь изображается прямой линией (рис. 3). У зависимостей  $l_{умд}$  и  $l_{умз}$  от  $D$  и  $q_x$  коэффициент корреляции мало отличается от корреляционного отношения и связи выражаются монотонно нарастающими параболическими или логарифмическими кривыми, близкими к прямым линиям (рис. 4).

Примерно такой же характер связи имеют зависимости  $C$  от длины хлыста, его диаметра и объема, отличающиеся лишь отрицательной корреляцией (рис. 5). Исключение составляют зависимости  $C_d$  от  $L_d$ ,  $D$  и  $q_x$ . Они характеризуются почти прямолинейной связью и коэффициентом корреляции близким к нулю, что говорит о почти полном отсутствии всякой зависимости между этими переменными. Геометрически линии регрессии всех трех зависимостей в этом случае совпадают со средним арифметическим значением  $C_d = 0,4$  и с допустимой погрешностью могут быть изображены одной прямой линией IV, показанной на рис. 5.

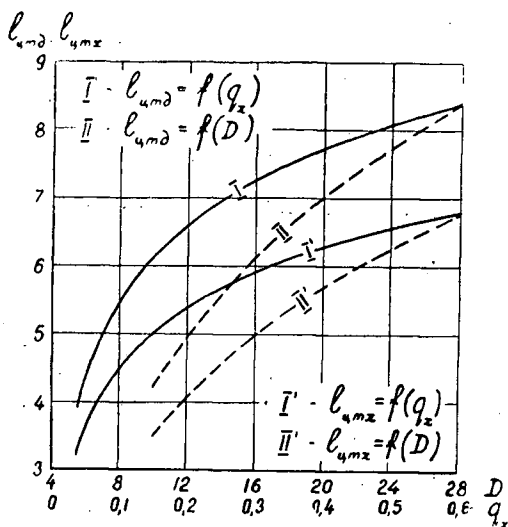


Рис. 4. График зависимости  $l_{цтд}$  и  $l_{цтх}$  от диаметра и объема хлыста.

Для сопоставления на графиках (рис. 3) звездочкой показаны результаты аналогичных измерений для березового ствола с сучьями и крестиком для хлыста диаметром  $D = 20$  см и объемом  $q_x = 0,3$  м<sup>3</sup>. Они близки к средним показателям измерений еловых стволов с кроной и хлыстов и составляют:  $C_d = 0,378$  при  $L_d = 17,2$  м,  $C_x = 0,374$  при  $L_{цтх} = 14,7$  м.

На основании экспериментальных исследований положения центра тяжести для маломерных еловых лесонасаждений Европейского Севера можно сделать следующие выводы:

1. Расстояние от комлевого среза до центра тяжести для еловых стволов с кроной больше, чем для хлыстов того же диаметра, вследствие наличия кроны, смещающей центр тяжести в сторону вершины.
2. Расстояние от центра комлевого среза до центра тяжести ствола с кроной или хлыста увеличивается прямо пропорционально увеличению длины ствола или хлыста (рис. 3).
3. С достаточной для целей практики точностью можно считать, что
  - а) центр тяжести еловых стволов с кроной лежит на расстоянии 0,4 их длины от комлевого среза:

$$C_d = 0,4 \text{ и } l_{цтд} = 0,4L_d;$$

- б) центр тяжести еловых хлыстов находится на расстоянии  $0,36 \div 0,40$  (в среднем — 0,373) длины хлыста от комлевого среза, то есть более, чем на расстоянии  $1/3$  длины хлыста:

$$C_x = 0,36 \div 0,40; \quad l_{цтх} = (0,36 \div 0,40) L_x.$$

Это объясняется тем, что в кормлевой части хлыста преобладает спелая древесина, характеризующаяся небольшой влажностью, а в средней и вершинной частях хлыста преобладает заболонь, которая имеет влажность в 3—3,5 раза превышающую влажность спелой древесины, а следовательно и больший объемный вес.

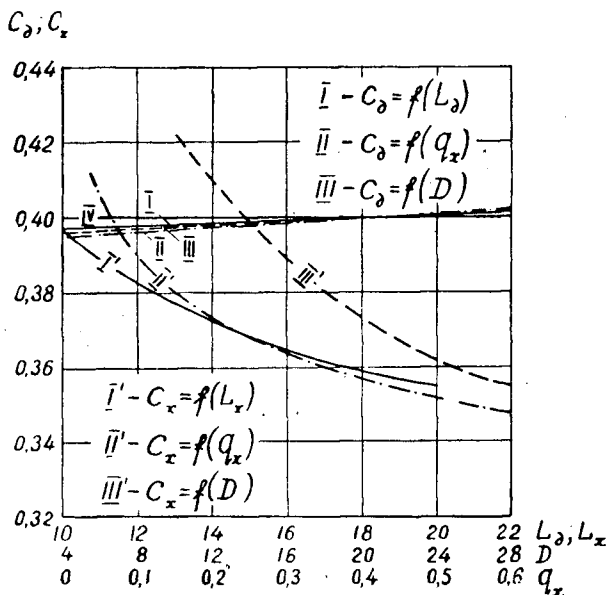


Рис. 5. Графики зависимости отношений  $C_d$ ,  $C_x$  от размеров ствола с кроной или хлыста.

4. Расстояние от комлевого среза до центра тяжести елового ствола с кроной или хлыста также почти прямо пропорционально диаметру или объему хлыста (рис. 4).

5. Отношение  $C_d$  при изменении объема или диаметра елового хлыста, как и при изменении его длины, практически не изменяется, оставаясь равным 0,4 (рис. 5).

6. Отношение  $C_x$  увеличивается при уменьшении диаметра или объема елового хлыста (рис. 5) вследствие увеличения процентного соотношения длины или объема отрубаемой верхинки к длине или объему хлыста.

7. Все эмпирические уравнения для определения центра тяжести хлыстов и стволов с кроной, приведенные в таблице, справедливы для маломерных еловых лесонасаждений и могут быть использованы при практических и теоретических расчетах.

Настоящую работу предполагается продолжить с целью установления положения центра тяжести стволов с кроной и хлыстов в других древесных породах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Анучин, М. Грошевой и М. Егоров. Сортиментные таблицы. Сельхозхозгиз, М.-Л., 1931. [2]. С. И. Рахманов. Машины и оборудование для лесоразработок. Гослесбумиздат, М.-Л., 1955. [3]. В. И. Алябьев. Тяговые усилия лебедок при полуподвесной трелевке. «Труды ЦНИИМЭ», сб. VII, 1957.

Поступила в редакцию  
2. августа 1958 г.

## ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЫЛЕТА СТРЕЛЫ КРАНА ПРИ БЫСТРЕЛЕВОЧНОЙ ВЫВОЗКЕ ЛЕСА В ХЛЫСТАХ

**Г. М. ПАРФЕНОВ**

Доцент

(Уральский лесотехнический институт)

В настоящей статье приводятся некоторые результаты исследований новой технологии лесозаготовок. Объектом наблюдений послужила бестрелевочная вывозка автомашинами более чем 30 тыс. м<sup>3</sup> леса. В этих наблюдениях, а также по результатам изучения работы отдельных мастерских участков леспромхозов Сибири и Урала установлено, что, по сравнению с существующей технологией, бестрелевочная вывозка обеспечивает повышение комплексной выработки на человеко-день в 1,8—2 раза [1], [2], а на обезличенную машино-смену еще больше.

Опытами установлено, что как на валке леса, так и вывозке автомашинами (с использованием сменных принцепов) при старой и новой технологии потребность в механизмах одинакова.

Сменная выработка существующих погрузочных кранов в условиях бестрелевочной вывозки леса оказалась на 30—35% ниже, чем при их работе на верхних складах. Поэтому, для обеспечения одинаковой производительности при бестрелевочной вывозке леса, количество кранов необходимо увеличивать на 30—40% против потребности при существующей технологии.

Однако при работе по новой технологии полностью исключается потребность в трелевочных механизмах. Исключение из сметы оборудования трелевочных механизмов, при увеличении на 30—40% количества погрузочных кранов, снижает капитальные затраты при бестрелевочной вывозке леса на 0,7—1,2 руб. на м<sup>3</sup> против затрат, существующих при вывозке с трелевкой.

Таким образом, по производительности труда и размеру капитальных затрат преимущества на стороне новой технологии вывозки леса.

Себестоимость древесины, заготавливаемой при бестрелевочной вывозке, во многом зависит от затрат на подготовку временных транспортных путей, которые требуется прокладывать по лесосеке, а густота усов зависит от вылета стрелы крана.

Усы по своему назначению делятся на основные и кольцевые погрузочные (рис. 1). Основные усы примерно соответствуют тем, которые в настоящее время (при вывозке леса с трелевкой) строятся от веток к верхним складам.

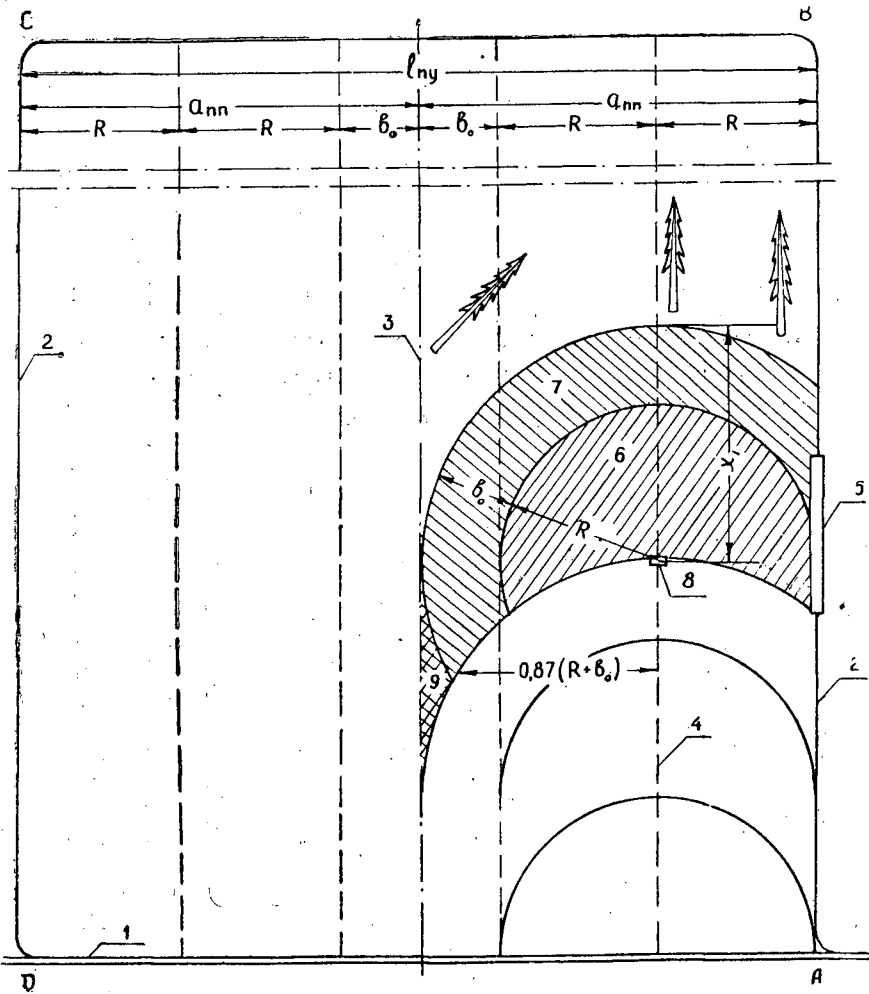


Рис. 1. Схема разбивки пасеки при бестрелевой вывозке леса хлыстами.

1—основной ус; 2—погрузочный ус; 3—граница погрузочной полосы; 4—маршрут крана; 5—прицеп под погрузкой; 6—площадь, осваиваемая с одной стойки крана за счет длины стрелы; 7—площадь, осваиваемая за счет оттяжки чококов; 8—место стойки крана; 9—неосвоенная площадь.

Кольцевые погрузочные усы прокладываются чаще всего перпендикулярно к основным и служат для обеспечения возможности погрузки древесины с лесосеки на подвижной состав.

Погрузка древесины с части отведенной лесосеки, которая названа погрузочной полосой, производится кранами, продвигающимися параллельно погрузочному усу по своему маршруту.

Ширина погрузочной полосы может быть разной и определяется по формуле:

$$a_{\text{пн}} = 2R + b_0,$$

где  $R$  — максимальный вылет стрелы погрузочного крана в м;

$b_0$  — часть погрузочной полосы, осваиваемая за счет оттяжки чококов в глубь пасеки, в м.



Расстояние между кольцевыми погрузочными усами равно удвоенной ширине погрузочной полосы и определяется по формуле:

$$l_{п.у} = 2a_{п.п} = 4R + 2b_0.$$

Протяженность погрузочных усов (при  $l_{п.у}$  выраженном в  $m$ ) на каждый гектар осваиваемой площади составит

$$L = \frac{10000\beta}{l_{п.у}} m,$$

где  $\beta$  — коэффициент удлинения погрузочных усов, необходимого для сооружения кольцевых путей.

Затраты на прокладку 1 км кольцевых погрузочных усов и подготовку пути на маршруте крана в указанной зоне составят:

$$C_0 = \frac{10\beta(r+m)}{l_{п.у}} = \frac{10\beta(r+m)}{4R+2b_0} \text{ руб.}$$

где  $r$  — безвозвратные затраты на постройку кольцевых погрузочных усов в руб. на 1 км уса;

$m$  — затраты на подготовку 1 км пути для перемещения крана. В осенне-зимний сезон эти затраты (по данным производственных опытов) составляют 250—300 руб/км.

Расходы на один кубометр  $C_{п.у}$  составят:

$$C_{п.у} = \frac{10\beta(r+m)}{A(4R+2b_0)},$$

где  $A$  — запас древесины на лесосеке в  $m^3/ga$ .

Для того, чтобы погрузить древесину на подвижной состав при бестрелевочной вывозке хлыстами, требуется произвести затраты на прокладку основных погрузочных усов и путей для передвижения крана, а также на погрузку леса непосредственно от пня.

Общие расходы на все эти работы выразятся суммой:

$$C_{б.в} = C_1 + C_{п.у} + C'_5,$$

где  $C_1$  — безвозвратные затраты на прокладку основных усов механизированной дороги, в руб/м<sup>3</sup>;

$C'_5$  — затраты средств, необходимые для осуществления погрузки хлыстов на подвижной состав непосредственно от пня в руб/м<sup>3</sup>.

Для того, чтобы погрузить 1 м<sup>3</sup> древесины на подвижной состав при вывозке леса с трелевкой, требуется произвести затраты:

1. На прокладку усов механизированной дороги ( $C_1$ )

$$C_1 = \frac{10r_0}{A l_0} \text{ руб/м}^3,$$

где  $r_0$  — безвозвратные затраты на строительство или перекладку усов, в руб. на 1 км уса;

$l_0$  — расстояние между основными усами механизированной дороги в  $m$ .

2. На прокладку магистральных и пасечных трелевочных волоков ( $C'_1$ )

$$C'_1 = \frac{10r_m}{A l_m} + \frac{10r_n}{A l_n} \text{ руб/м}^3,$$

где  $r_m$  и  $r_n$  — безвозвратные затраты на прокладку, соответственно, магистральных и пасечных волоков, выраженные в руб/м<sup>3</sup>;

$l_m$  и  $l_n$  — соответственно расстояние между магистральными и пасечными трелевочными волоками в м.

3. На трелевку древесины ( $C_3$ )

$$C_3 = \frac{C_T}{P_{см}} \text{ руб/м}^3,$$

где  $C_T$  — стоимость машино-смены трелевочной машины с включением зарплаты водителя и прицепщиков;

$P_{см}$  — сменная производительность трелевочной машины.

4. На подготовку верхних складов ( $C_4$ )

$$C_4 = \frac{C_n}{100A_l^3} \text{ руб/м}^3,$$

где  $C_n$  — безвозвратные затраты на сооружение верхних складов в руб.

5. На погрузку древесины на верхних складах ( $C_5$ )

$$C_5 = \frac{C_k}{P_{см.к}} \text{ руб/м}^3,$$

где  $C_k$  — стоимость машино-смены погрузочного механизма с включением зарплаты бригады рабочих-грузчиков, обслуживающей механизм при погрузке;

$P_{см.к}$  — сменная производительность погрузочного механизма.

Полные затраты выражаются суммой

$$C_{в.т.} = C_1 + C'_1 + C_3 + C_4 + C_5 \text{ руб/м}^3$$

Из вышеприведенного видно, что для осуществления одной и той же цели, а именно — для доставки древесины в положение франко-подвижной состав механизированной дороги, при различной системе вывозки, требуется производить затраты средств на выполнение различных по характеру операций.

Для того, чтобы определить, какая система вывозки экономически более рентабельна, необходимо найти наиболее простую математическую взаимозависимость между затратами средств при различных технологических приемах. Поскольку ввиду новизны метода бестрелевочной вывозки леса искомым взаимозависимостей в лесотехнической литературе нет, то для нахождения их займемся решением этой задачи.

Бестрелевочная вывозка экономически выгодна, если выполнено:

$$C_{б.в} \leq C_{в.т.}$$

или

$$C_1 + C_{п.у} + C'_5 \leq C_1 + C'_1 + C_3 + C_4 + C_5.$$

Рассматривая вышеприведенное неравенство, можно заметить, что в обеих его частях имеются значения  $C_1$  — безвозвратные затраты денежных средств в руб. на 1 м<sup>3</sup> на подготовку основных усов механизированной дороги. При исследовании этого вопроса в производственных условиях установлено, что затраты, необходимые для подготовки основных

усов при бестрелевочной вывозке, фактически (при прочих равных условиях) равны затратам на прокладку усов механизированной дороги при вывозке леса с трелевкой. Поэтому обе части неравенства содержат одинаковые величины, исключив которые, достигаем значительного упрощения.

Левая часть неравенства содержит слагаемое  $C'_5$ , которое равно сумме затрат на погрузку древесины непосредственно от пня. Опытами установлено, что производительность крана на погрузке хлыстов с верхних складов в 1,3—1,4 раза выше, чем при использовании кранов для осуществления бестрелевочной вывозки. Расходы денежных средств на погруженный кубометр будут при бестрелевочной вывозке примерно во столько же раз больше. Поэтому мы можем написать

$$C'_5 = nC_5,$$

где  $n = 1,3—1,4$  — есть коэффициент, учитывающий увеличение расходов в руб. на  $1 \text{ м}^3$  при погрузке хлыстов непосредственно от пня, по сравнению с суммой расходов на погрузку леса с верхних складов.

После упрощений исходное неравенство принимает вид:

$$C_{\text{п.у}} \leq C'_1 + C_3 + C_4 + (1 - n) C_5 \text{ руб/м}^3.$$

Поскольку значения всех слагаемых последнего выражения можно без особого труда установить по отчетным данным леспромхозов, то, используя имеющиеся в неравенстве зависимости, можно в каждом отдельном случае определить, какой метод вывозки при данных конкретных условиях экономически более выгоден: бестрелевочная вывозка, или вывозка с трелевкой.

Вспоминаем, что

$$C_{\text{п.у}} = \frac{10\beta(r + m)}{l_{\text{п.у}}}.$$

Имея в виду это выражение, получаем возможность определить экономически выгодное расстояние между кольцевыми погрузочными усами для бестрелевочной вывозки:

$$l_{\text{п.у}} \geq \frac{10\beta(r + m)}{A[C'_1 + C_3 + C_4 + (1 - n)C_5]}$$

Зная, что  $l_{\text{п.у}} = 4R + 2b_0$ , можем найти минимально-необходимую величину вылета стрелы погрузочного крана, а именно:

$$R \geq \frac{2,5\beta(r + m)}{A[C'_1 + C_3 + C_4 + (1 - n)C_5]} - 0,5b_0.$$

Если мы рассмотрим знаменатель наших выражений, то увидим, что сумма  $C'_1 + C_3 + C_4 = C_{\text{тр}}$  представляет собой затраты в целом на трелевку в  $\text{руб/м}^3$ , а  $C_5$  — расходы на погрузку в  $\text{руб/м}^3$ .

Такие обобщенные показатели легко получить или из промфинплана, или из бухгалтерского отчета леспромхоза.

После такого упрощения приведенные выше выражения будут выглядеть так:

$$l_{\text{п.у}} \geq \frac{10\beta(r + m)}{A[C_{\text{тр}} + (1 - n)C_5]} \text{ м}$$

$$R \geq \frac{2,5\beta(r+m)}{A[C_{\text{тр}} + (1-n)C_3]} - 0,5b_0.$$

При бестрелевочной вывозке леса погрузочный кран должен обеспечивать загрузку одного комплекта подвижного состава (сцепы, комплекта саней) с одной стоянки. При соблюдении этого условия в период загрузки одного прицепа не потребуется перемещать на новую стоянку и кран, и загружаемый прицеп. Чтобы избежать этих излишних затрат времени на такую операцию, необходимо выполнить условие:

$$x_1 \leq R + b_0,$$

где  $x_1$  — длина погрузочной полосы, осваиваемая при загрузке одного комплекта подвижного состава (рис. 1).

$$x_1 a_{\text{пн}} = \frac{10000Q_{\text{н}}}{A},$$

откуда

$$x_1 = \frac{10000Q_{\text{н}}}{A a_{\text{пн}}},$$

где  $Q_{\text{н}}$  — объем древесины, погружаемой на один прицеп.

Участок погрузочной полосы длиной  $x_1$  кран должен освоить с одной стоянки. Но по условиям работы на лесосеке кран может брать хлысты только впереди себя и на расстоянии не более  $R + b_0$ . Отсюда и вытекает требование:

$$x_1 \leq R + b_0$$

Решая поставленную задачу, можем записать:

$$R + b_0 = \frac{10000Q_{\text{н}}}{A a_{\text{пн}}} = \frac{10000Q_{\text{н}}}{A a_{\text{пн}}}$$

или

$$(R + b_0)(2R + b_0) = \frac{10000Q_{\text{н}}}{A},$$

откуда

$$R \geq -\frac{3b_0}{4} + \sqrt{\frac{b_0^2}{16} + \frac{10000Q_{\text{н}}}{2A}} \text{ м.}$$

Величина  $\frac{b_0^2}{16}$  очень мала по сравнению с  $\frac{10000Q_{\text{н}}}{A}$  и ею можно пренебречь. Тогда получим:

$$R \geq 100 \sqrt{\frac{Q_{\text{н}}}{2A}} - 0,7b_0.$$

Таким образом, вылет стрелы крана при бестрелевочной вывозке определяется по двум формулам.

1. Исходя из требований экономики:

$$R \geq \frac{2,5\beta(r+m)}{A[C_{\text{тр}} + (1-n)C_3]} - 0,5b_0.$$

2. По условиям технологии производства:

$$R \geq 100 \sqrt{\frac{Q_n}{2A}} - 0,7b_0.$$

Практически следует выбирать наибольшее из полученных значений.

Использование данных математических зависимостей необходимо, когда мы подбираем тип погрузочного крана для конкретных производственных условий.

При наличии на предприятии кранов определенных марок производственнику требуется, исходя из запаса на  $га$ , определить, в каких лесосеках экономически выгодно и технологически возможно применение бестрелевочной вывозки, а в каких это нецелесообразно. Ответы на эти вопросы можно найти, решив уравнения относительно значения  $A$ .

1. Для определения условий экономической целесообразности бестрелевочной вывозки:

$$A \geq \frac{2,53(r+m)}{R[C_{тр} + (1-n)C_5]} \text{ м}^3/га.$$

2. Для удовлетворения технологических требований:

$$A \geq \frac{10000Q_n}{(R+b_0)(2R+b_0)} \text{ м}^3/га.$$

Пусть в конкретных производственных условиях  $A = 150 \text{ м}^3/га$ ;  $r = 6000 \text{ руб/км}$ ;  $m = 300 \text{ руб/км}$ ;  $C_{тр} = 16 \text{ руб/м}^3$ ;  $C_5 = 8 \text{ руб/м}^3$ ;  $n = 1,3$ ;  $Q_n = 10 \text{ м}^3$ ;  $b_0 = 10 \text{ м}$ ;  $\beta = 1,1$ ; тогда экономически обоснованная величина полного вылета стрелы крана равна

$$R = \frac{6300 \times 2,5 \times 1,1}{150(16 - 5,6)} = 12,2 \text{ м},$$

а величина полного вылета стрелы крана, отвечающая требованиям технологии производства

$$R \geq 100 \sqrt{\frac{10}{300}} - 0,7 \times 10 = 11,3 \text{ м}.$$

При рассмотренных условиях можно использовать кран К-51, если не имеется крана с большим вылетом стрелы.

Следующий пример возьмем из опыта работы лесозаготовительного предприятия, применявшего автомобильную вывозку леса в период осенне-зимнего сезона. В этом примере  $r = 1000 \text{ руб/км}$ ;  $m = 300 \text{ руб/км}$ ;  $A = 200 \text{ м}^3/га$ ;  $C_{тр} = 15 \text{ руб/м}^3$ ;  $C_5 = 8 \text{ руб/м}^3$ ;  $n = 1,3$ ;  $Q_n = 10 \text{ м}^3$ ;  $b_0 = 10 \text{ м}$ ;  $\beta = 1,1$ .

Экономически обоснованная величина вылета стрелы крана при таких условиях составляет:

$$R \geq \frac{1300 \times 2,5 \times 1,1}{200(15 - 5,6)} = 2,0 \text{ м},$$

а величина вылета стрелы крана, соответствующая требованиям технологии производства, равна:

$$R \geq 100 \sqrt{\frac{10}{400}} - 0,7 \times 10 = 8,8 \text{ м}.$$

Как видно, в данном случае вылет стрелы, отвечающий требова-

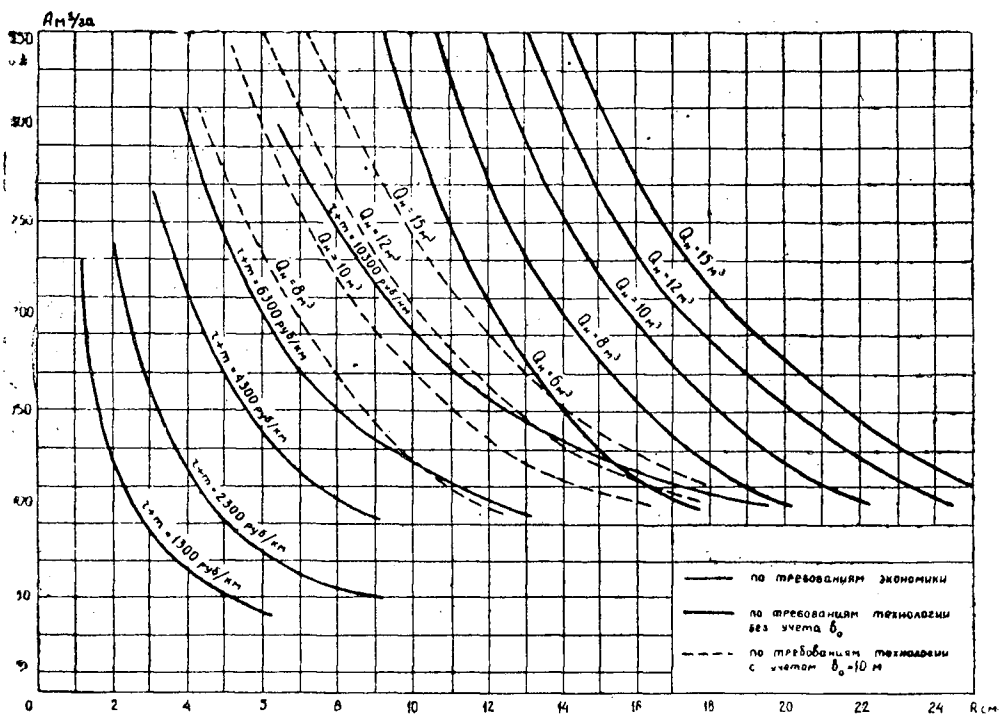


Рис. 2. График для определения вылета стрелы погрузочного крана.

ниям технологии производства, почти в пять раз больше, чем величина вылета, соответствующая требованиям экономики. Практически, как уже говорилось выше, следует принять наибольшее значение.

Для облегчения расчетов по выведенным нами формулам построен график, позволяющий определять размеры минимально необходимого полного вылета стрелы крана (рис. 2) в зависимости от запаса древо-стоя на  $га$ , размера безвозвратных затрат на сооружение 1 км пути погрузочного уса и пути для прохождения крана, а также в зависимости от размера нагрузки древесины на комплект подвижного состава.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. Д. Ерахтин, Г. М. Парфенов. О путях комплексной механизации лесозаготовок. «Механизация трудоемких и тяжелых работ» № 9, 1956. [2]. Г. М. Парфенов. Бестрелевочная вывозка леса. «Лесная промышленность» № 6, 1956.

Поступила в редакцию  
13 августа 1958 г.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

О ВЛИЯНИИ ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ  
НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**В. Н. ПЕТРИ**

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

**И. Л. ЖОДЗИШСКИЙ**

Доцент, кандидат технических наук

**И. Л. ДЫМШИЦ**

Инженер

(Уральский лесотехнический институт)

Как известно, деревянные конструкции, эксплуатируемые в условиях интенсивного воздействия на них хлористого калия, не поражаются дереворазрушающими грибами и насекомыми. Поэтому среди строителей бытует убеждение в практически неограниченном сроке службы деревянных конструкций и сооружений, работающих в указанных условиях.

Авторы статьи обследовали состояние деревянных конструкций обвалившейся части склада готовой продукции калийных удобрений Соликамского калийного комбината (рис. 1), а также ряда других зданий и сооружений комбината. Обследование показало, что представление о практически неограниченном сроке службы древесины в таких сооружениях является преувеличенным; нами выяснено, что проникающий в древесину раствор хлористого калия является не только антисептиком и инсектицидом, но в то же время и сам разрушает древесину.

Визуальное обследование и пробные надрезы ножом показали, что на глубину от 1 до 5 см древесина большинства элементов размягчена и нож входит в нее почти без усилий (рис. 2). В результате осмотра поперечных срезов брусьев, взятых из обрушившихся ферм, обнаружено резкое изменение состояния наружных слоев древесины.

Этот же факт констатирован и при микроскопическом изучении древесины.

Мы попытались вскрыть причины разрушения деревянных конструкций склада. Это, бесспорно, интересно, так как хлористый калий является нейтральной солью, которая, казалось бы, не должна разрушать с заметной скоростью древесину.

Хлористый калий поступал в склад из сушильного отделения в порошкообразном виде, нагретым до температуры 90°, при влажности 1,5—3%. Он подавался ленточными транспортерами, размещенными в подвешенной к аркам вблизи конька галереи, а с транспортеров свободно сыпался вниз. Выгрузка склада производилась через подпольную галерею, размещенную также по продольной оси здания. При проектной

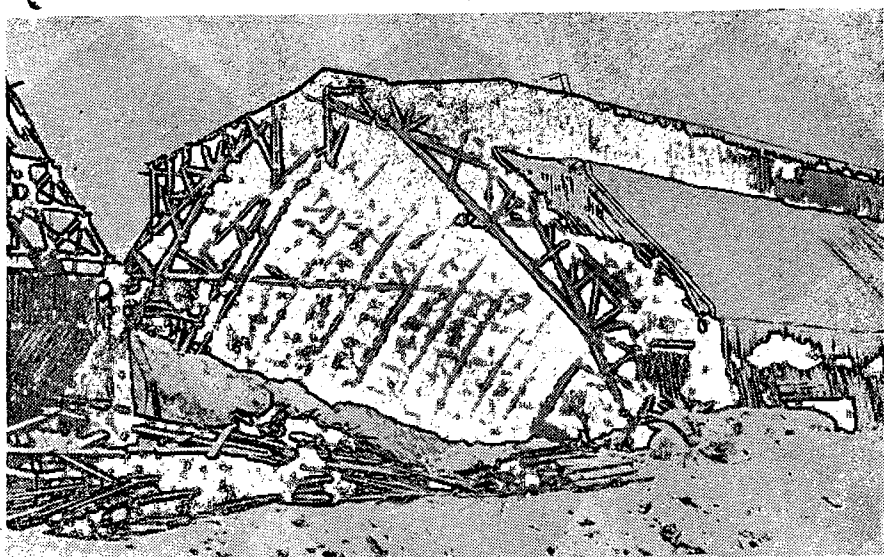


Рис. 1. Общий вид склада готовой продукции Соликамского калийного комбината после разрушения.

загрузке склада (30 000 т) хлористый калий размещался в виде призмы треугольного сечения с углом при вершине приблизительно равном  $20^\circ$ . При этом опорные узлы арок оставались открытыми. Однако склад зачастую перегружался до 45 000 т, и тогда арки на высоту до 1,5 м оказывались засыпанными солью. На поверхность элементов арок, расположенных выше 1,5 м, хлористый калий попадает вследствие распыливания при ссыпании его с транспортера, а также с парами, которые образуются из-за большой разницы между температурой (особенно в зимнее время года) приступающей в склад соли и воздуха внутри помещения. За один-два года на поверхности древесины образуется налет соли толщиной 3—5 мм (рис. 2, 3), которая всегда находится в увлажненном состоянии, так как она активно адсорбирует влагу из окружающей среды. Растворившийся при этом хлористый калий проникает в поры древесины, где при высыхании частично выкристаллизовывается. Растущие кристаллы раздирают волокна, повреждая древесину и тем самым ослабляя ее. Это — одна из причин разрушения деревянных элементов конструкций склада. Но эта причина — не единственная, а быть может и не главная.

Большое значение, безусловно, имеет то обстоятельство, что деревянные элементы конструкций склада работают в условиях резкого перепада температур. Многократно повторяясь, резкие перепады температур не могли не вызвать частичного разрушения органических веществ клеточных стенок древесины (особенно гемицеллюлоз и лигнина). Нельзя забывать и того, что



Рис. 2. Поврежденная древесина легко отслаивается от бруса.



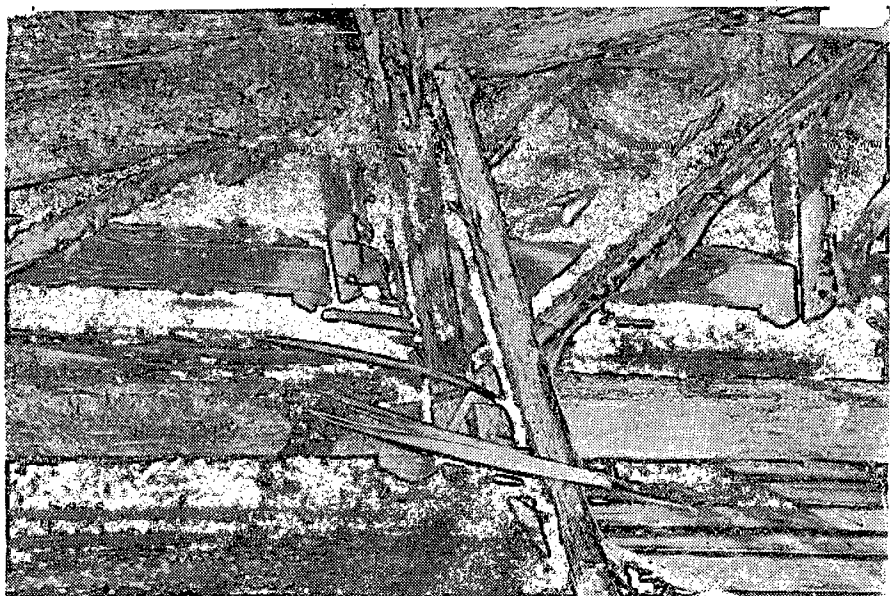


Рис. 3. Детали деревянных конструкций склада. Виден налет соли и повреждение древесины.

деревянными элементами конструкций склада периодически приходится работать в условиях высоких температур, при которых должна резко повышаться химическая активность хлористого калия, тем более, что он присутствует в древесине в виде насыщенного водного раствора. Неудивительно, что при этих условиях хлористый калий довольно быстро гидролизует гемицеллюлозы и лигнин (даже в древесине такой стойкой против химической агрессии породы, как лиственница). Отметим, кстати, что сильное разрушение лигнина в древесине образцов, отобранных из конструкций склада (особенно в наружных слоях) констатировано при микроскопическом исследовании этой древесины.

Совокупное действие сил распирающего, создаваемых растущими в толще древесины кристаллами хлористого калия, резких колебаний температуры и влажности и химической агрессии хлористого калия в конечном итоге приводят к разрушению элементов конструкций склада: древесина расщепляется на отдельные волокна, увеличивается в объеме, приобретает при этом вид мочала (рис. 2 и 3) и теряет прочность.

Для выяснения причин разрушения древесины представляют интерес данные обследования находящейся в аварийном состоянии башни для выпарки рассола на том же Соликамском калийном комбинате. Те конструкции башни, которые непосредственно смачиваются соляными растворами, пострадали значительно сильнее, нежели конструкции склада; многие элементы каркаса башни сечением до  $25 \times 25$  см полностью теряли несущую способность за 10—15 лет и их приходилось заменять новыми. Однако интенсивно разрушались только те элементы, которые периодически высыхали, а элементы, постоянно находившиеся в растворе, почти не пострадали. Брусья из древесины лиственницы при прочих равных условиях сохранились значительно лучше брусев из древесины сосны.

Все обследованные сооружения Соликамского калийного комбината построены в 1932 г. Для постройки употреблялась отборная древесина

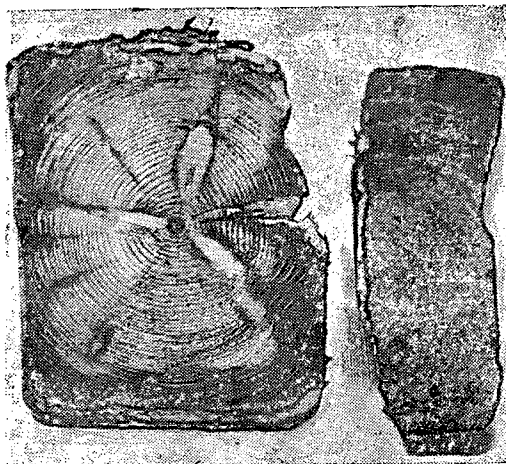


Рис. 4. Поперечные сечения после обработки их раствором кабальтнитрата натрия.

хвойных пород (сосна и лиственница) крупного сорта, которая в то время в изобилии имела в месте. Например, стойки выпарной башни имеют сечение  $32 \times 32$  см.

Признаки разрушения деревянных конструкций склада были замечены уже через 3—5 лет после сдачи их в эксплуатацию. Неоднократно предпринимались попытки замедлить этот процесс: накопившийся на поверхности конструкций слой соли периодически через каждые год-два счищался, отдельные элементы окрашивались масляными красками. Однако принятые меры оказались совершенно

неэффективными, так как налет соли очень быстро восстанавливался, а краска плохо схватывалась с сырой древесиной и ее пленка быстро растрескивалась и затем осыпалась. Поэтому многие наиболее разрушившиеся элементы приходилось снимать и заменять новыми.

Естественно, что быстрее всего разрушались элементы малого сечения, имеющие наибольший модуль поверхности (отношение периметра поперечного сечения к его площади). Именно эти элементы и приходилось заменять в первую очередь.

Из различных элементов разрушенных ферм были отобраны парными пропилами образцы-плашки толщиной 5 см. Простой осмотр некоторых из этих образцов дал возможность видеть глубокое проникновение соли внутрь древесины. На других образцах глубокое проникновение соли обнаруживалось при смачивании поперечного сечения бруса, очищенного от случайных наносов соли, раствором кобальтнитрата натрия — реактива на ион калия (рис. 4). Во всех случаях содержание соли оказалось особенно высоким в заболони, в ядровой же древесине ее было значительно меньше.

В продольных срезах образцов кристаллы соли обнаруживались простым глазом на глубине до 1 см от поверхности, а при исследовании под микроскопом — на глубине до 5—6 см. При исследовании размоченной древесины под микроскопом были видны волокна, не связанные между собой лигнином. Структура этой части древесины напоминала собой структуру щепы, вынутой из целлюлозоварочного котла при незавершенном цикле варки.

Упомянутые выше образцы древесины (плашки) были также испытаны на прочность. Часть плашек была разрезана по квадратной сетке на призмы размером  $2 \times 2 \times 3$  см, которые испытывались на сжатие вдоль волокон согласно ГОСТу 6336-52. Другая часть образцов испытывалась на твердость при смятии пуансоном  $\varnothing 11,28$  мм сбоку по радиальному направлению.

Первая серия испытаний позволила построить усредненный график изменения прочности древесины по площади поперечного сечения бруса (рис. 5), на основании которого можно судить о степени снижения несущей способности конструкций в зависимости от размеров сечения, а второй вид испытания (рис. 6) подтвердил факт серьезного снижения

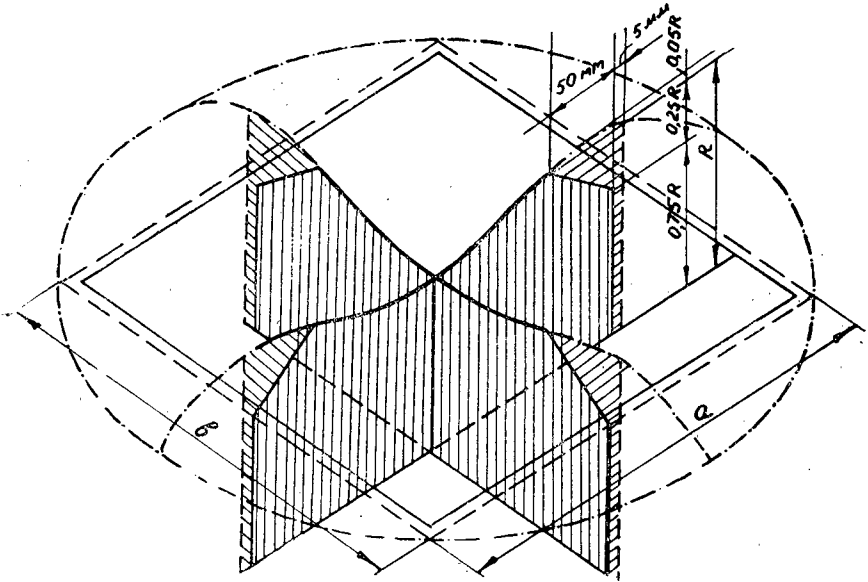


Рис. 5. Сопротивление древесины сжатию вдоль волокон в поперечном сечении элементов склада калийных удобрений.

показателей прочности древесины (особенно вблизи поверхности элементов).

На рис. 5 штрих-пунктирными линиями показаны контур бревна, из которого выпиливался брус, и соответствующая эпюра  $R$  для неповрежденной древесины. Простым пунктиром показаны первоначальные габариты бруса. Сплошными линиями — габариты и эпюра  $R$  для поврежденного бруса (за вычетом отслоившейся или полностью потерявшей прочность корки толщиной  $\delta \cong 5$  мм).

В соответствии с рис. 5 расчетную нормальную силу  $N'$ , в коротком бруске со сторонами сечения  $a$  и  $b$ , подвергавшемся действию хлористого калия, можно определить из выражения:

$$N' \cong (a - 1)(b - 1)0,75R + \{[2(a - 1) + (a - 11)](b - 1) + [2(a - 11) + (a - 1)](b - 11)\} 0,041R$$

при  $a \geq 11$  см;  $b \geq 11$  см,

или из выражения

$$N' \cong (a - 1)(b - 1)0,75R + [2(b - 1) + (b - 11)(a - 1)] 0,004(a - 1)R$$

при  $a < 11$  см,  $b \geq 11$  см.

Так, для сечения  $20 \times 20$  см имеем:

$$N' = 321R = 0,8N,$$

где  $N$  — расчетная нормальная сила для того же бруса, не подвергавшегося воздействию хлористого калия

$$(N = 20 \times 20R).$$

Для сечения  $20 \times 5$  см

$$N' = 60R = 0,6N$$

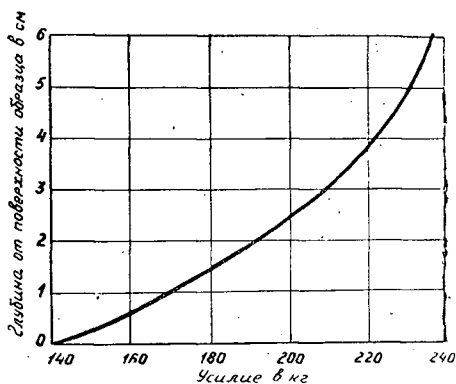


Рис. 6. График испытаний на радиальную твердость полусферой  $d = 11,28$  мм (среднее по шести образцам).

Проверенных в лаборатории и производственных условиях мер защиты деревянных элементов конструкций от воздействия хлористого калия нет. Имеющиеся в литературе [1] отрывочные указания на возможность применять (по аналогии с другими производствами, где древесине приходится работать в сходных условиях) для повышения стойкости этих элементов покрытие их красками, битумом и т. п. и пропитку парафином и другими веществами и составами, — вызывают большое сомнение. Разработка мер защиты деревянных элементов складов хлористого калия от коррозии — задача, требующая специального исследования.

Нами установлено, что хлористый калий вызывает интенсивную коррозию металлических крепежных элементов только в открытых местах, доступных периодической окраске. Поэтому дополнительные мероприятия по защите металлических частей конструкций в рассматриваемом случае не требуются.

Следует еще отметить, что непосредственной причиной аварии склада на Соликамском калийном комбинате послужил срез верхушки бетонного фундамента под действием горизонтального распора арки.

Вопросы коррозии бетона и меры защиты от нее обстоятельно рассмотрены В. М. Москвиным [2].

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Деревянные конструкции, а также их бетонные фундамента под влиянием хлористого калия и резких перепадов температуры и влажности с течением времени разрушаются.

2. Для увеличения долговечности подобных сооружений необходимо деревянные элементы выполнять из брусев (предпочтительна ядровая древесина лиственницы). В фундаментах следует применять весьма плотный бетон М-200 и изолировать его поверхность от проникания солей.

3. Проблема активной защиты деревянных, бетонных и металлических элементов конструкций складов хлористого калия и других солей нуждается в дополнительной углубленной проработке.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. И. В а н и н. Древесиноведение. Изд. 3-е. Гослесбуиздат, М.-Л., 1949.  
[2]. В. М. М о с к в и н. Коррозия бетона. Госстройиздат, М., 1952.

Поступила в редакцию  
29 сентября 1958 г.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО ЧИСЛА ОБОРОТОВ ПИЛЬНОГО ДИСКА ИЗ УСЛОВИЙ ПРОЧНОСТИ И СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ КОЛЕБАНИИ

**П. И. ЛАПИН**

Доцент

(Архангельский лесотехнический институт)

### Допустимые скорости вращения пильных дисков из условий прочности

При определении запасов прочности деталей расчетным путем принимаются во внимание следующие важнейшие факторы, поддающиеся количественному учету:

1. Характер действующих усилий и напряжений (статический, переменный, ударный, длительный).
2. Силовая схема конструкции (влияние статической неопределимости и деформаций).
3. Тип напряженного состояния, концентрация напряжений и размеры деталей.
4. Качество и состояние поверхности деталей.

При определении запаса прочности пильных дисков  $K$  необходимо, кроме того, учитывать факторы, связанные с особенностью работы круглопильных станков и эксплуатацией пильных дисков, а также другие факторы, не поддающиеся расчету. К последним относятся:

1. Достоверность определения усилий и напряжений, действующих в пильных дисках.
2. Качество материала пильных дисков. Наличие начальной напряженности и зон, упроченных специальной обработкой (проковкой).
3. Переменность нагрузки с учетом усталости.
4. Требования безопасности.

Таким образом, запас прочности  $K$ , учитывающий вышеперечисленные факторы, может быть выражен как произведение \*

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1)$$

где  $K_1$  — коэффициент, характеризующий степень достоверности определения усилий и напряжений;

$K_2$  — коэффициент, характеризующий качество материала и начальные напряжения, возникающие вследствие проковки пил и учитывающий усталость металла;

$K_3$  — коэффициент, учитывающий безопасность работы.

\* По схеме проф. Одингга. Энциклопедический справочник. «Машиностроение», т. 1, кн. 2, Машгиз, М., 1947, стр. 417.

Как принято, величина указанных выше коэффициентов колеблется в пределах:

- а)  $K_1$  — от 1 до 1,5;
- б)  $K_2$  — от 1,3 до 1,7;
- в)  $K_3$  — от 1,0 до 1,5.

При расчете пильных дисков принимаем следующие максимальные значения коэффициентов:

а) учитывая, что при работе пильных дисков очень часто имеют место дополнительные температурные напряжения, возникающие вследствие «зажогов», принимаем  $K_1 = 1,5$ ;

б) при расчете по пределу усталости величину коэффициента  $K_2$  для переменных нагрузок, которые воспринимает пильный диск, принимаем равной 1,7;

в) для обеспечения безопасной работы пильных дисков величину коэффициента  $K_3$  принимаем равной 1,5.

Тогда общий запас прочности получается равным

$$K = 1,5 \cdot 1,7 \cdot 1,5 = 3,83 \text{ (для упрощения расчета принимаем } K = 4 \text{)}.$$

Временное сопротивление разрыву сталей различных марок (в том числе и последние марки стали 85ХФ и ШХ15), из которых делают круглые пилы, колеблется в пределах

$$\sigma_b = 130 \div 150 \text{ кг/мм}^2.$$

Для определения предела усталости воспользуемся экспериментальной зависимостью предела усталости сталей при изгибе ( $\sigma_r'$ ) от временного сопротивления, выражаемой эмпирической формулой\*:

$$\sigma_r' = 0,9\sigma_b - 0,003\sigma_b^2 \quad (2)$$

В нашем случае значения  $\sigma_r'$  будут колебаться в пределах от 61,3 до 67,5 кг/мм<sup>2</sup> (округленно 68 кг/мм<sup>2</sup>).

При запасе прочности 4,0 допускаемое напряжение будет равно:

$$\sigma_r = \frac{\sigma_r'}{K} = \frac{68}{4} = 17 \text{ кг/мм}^2.$$

Для расчета допустимого числа оборотов круглых пил, требующих специальной подготовки, принимаем размеры наиболее распространенных пил, встречающиеся в условиях производства: наружный диаметр —  $D_1 = 40$  мм;  $D_2 = 500$  мм;  $D_3 = 600$  мм;  $D_4 = 700$  мм.

Внутренний диаметр отверстия обуславливается конструкцией станка и практически бывает равным:  $d_1 = 40$  мм;  $d_2 = 50$  мм;  $d_3 = 85$  мм.

Так как тангенциальные напряжения значительно превосходят радиальные, то допустимые скорости и числа оборотов пильного диска будем определять из условий прочности по величине тангенциальных напряжений, пользуясь формулой:

$$\sigma_t = \frac{\gamma \cdot V^2}{g} \cdot \frac{3 + \mu}{8} \left( 1 + \alpha^2 - \frac{1 + 3\mu}{3 + \mu} \alpha^2 + \frac{\alpha^2}{x^2} \right) \text{ кг/см}^2 \quad (3)$$

\* С. В. Серенсен, И. М. Шетельбау, Н. И. Пригоровский. Динамическая прочность в машиностроении. Машгиз, М., 1945, стр. 277.

\*\* С. П. Тимошенко. Сопротивление материалов, ч. II. Гостехиздат, Л.-М., 1934.

Тангенциальное напряжение получается наибольшим на внутреннем крае диска, где  $x = \alpha$ . В этом случае формула (3) примет вид:

$$\sigma_{t \max} = \frac{\gamma \cdot V^2}{g} \cdot \frac{3 + \mu}{4} \left( 1 + \frac{1 - \mu}{3 + \mu} \cdot \alpha^2 \right) \text{ кг/см}^2. \quad (4)$$

Расчет по формуле (4) сводим в табл. 1, в последней графе которой приведены значения допустимого числа оборотов и допустимой скорости круглых пил, причем коэффициент запаса  $K = 4,0$ .

Таблица 1

Диаметр пилы в мм	Диаметр внутреннего отверстия в мм	$\frac{\gamma}{g}$ кг/см <sup>3</sup>	$\frac{3 + \mu}{4}$	$\alpha = \frac{d}{D}$	$1 + \frac{1 - \mu}{3 + \mu} \alpha^2$	$V$ м/сек	Число оборотов в минуту $n = \frac{60V}{\pi D}$
400	40	0,000008	0,825	0,100	1,0020	160	7650
	50	"	"	0,125	1,0030		"
	85	"	"	0,212	1,0090		"
500	40	"	"	0,080	1,0013	"	6100
	50	"	"	0,100	1,0020		"
	85	"	"	0,170	1,0061		"
600	40	"	"	0,0665	1,0009	"	5080
	50	"	"	0,0835	1,0014		"
	85	"	"	0,1410	1,0042		"
700	40	"	"	0,0570	1,0007	"	4350
	50	"	"	0,0715	1,0010		"
	85	"	"	0,1210	1,0030		"

Результаты произведенных расчетов (не учитывающие влияния диаметра шайбы) показывают, что круглопильные станки по условиям прочности имеют значительные резервы скоростей резания (см. табл. 1).

### Критические скорости пильных дисков с учетом (частот) собственных колебаний их

Несмотря на то, что пильные диски работают на скоростях резания, которые значительно ниже допустимых ( $V = 50-60$  м/сек), практически часто в условиях заводов наблюдаются поломки пил. Поломки дисков не могут быть объяснены только дефектами материала или чрезмерными напряжениями, вызванными центробежными силами, так как последние значительно ниже допустимых; их следует отнести за счет колебаний изгиба этих дисков.

Проведенные нами опыты показали, что такие колебания пил при числах оборотов, близких к критическим или к кратным им, становятся заметными и вызывают значительные дополнительные напряжения изгиба, которые ведут к усталости металла и к постепенному образованию трещин, особенно у кромок шайбы пилы, то есть в местах наибольшей концентрации тангенциальных напряжений. Причины, вызывающие эти колебания, различны, но наиболее существенными являются следующие: неуравновешенность диска в плоскости вращения и непостоянство нагрузки на зубчатый венец, которая в свою очередь зависит от подготовки пилы, вида резания по отношению к направлению волокон древесины и др.

При критических скоростях эти колебания резонансно действуют на пильный диск.

### Экспериментальное определение частоты собственных колебаний пильных дисков

Определение частот собственных поперечных колебаний пильных дисков постоянной толщины является первой ступенью в исследовании, имеющем целью определение критических чисел оборотов.

Пильные диски, как и всякое упругое тело, имеют свою собственную частоту колебаний, которая зависит от размеров диска и способа его крепления.

Известно, что если частота собственных колебаний пилы совпадает с частотой изменения возмущающей силы или будет ей кратна, то наступит резонанс колебаний. В период резонанса амплитуда колебаний пилы резко возрастает, а это приводит к резкому увеличению напряжения изгиба. Поэтому необходимо определить частоты собственных колебаний, чтобы найти такие режимы работы пилы (число оборотов и окружную скорость), при которых невозможно возникновение резонанса. Скорости вращения пильных дисков, при которых появляется резонанс, принято называть критическими.

Метод определения частоты собственных колебаний пильных дисков заключается в следующем. Испытуемый пильный диск закрепляется в горизонтальном положении на специальном шпинделе. Затем при помощи электромагнита и генератора звуковых частот задается вынуждающая частота колебаний диска (рис. 1). При совпадении частоты вынужденных колебаний с частотой собственных колебаний наступает та или иная резонансная форма колебания, что легко определяется по песочным фигурам.

Для установления момента совпадения частот колебаний пильных дисков, соответствующих тем или иным резонансным формам, был использован катодный осциллограф. Кратность частот определялась по фигурам Лиссажу на экране осциллографа.

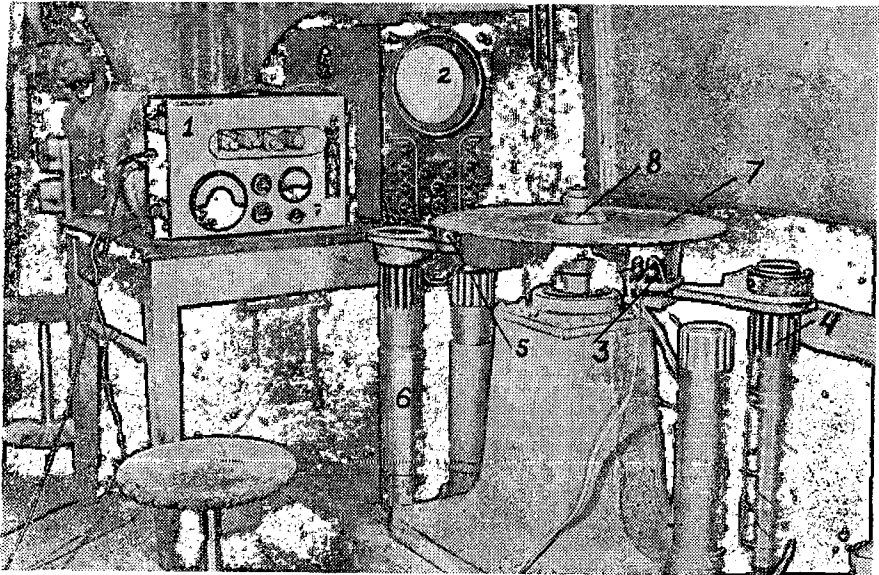


Рис. 1. Экспериментальная установка.

1—генератор звуковой частоты; 2—катодный осциллограф; 3—электромагнит; 4—подставка электромагнита; 5—датчик; 6—подставка датчика; 7—испытуемый пильный диск; 8—шайбы для крепления пильного диска.



Рассматривая случаи колебаний, когда деформированная поверхность пильного диска симметрична относительно центра круга, мы видим, что колебания могут быть двух видов: а) несимметричные, имеющие узловыми линиями диаметры; б) симметричные, с узловыми линиями в виде окружностей и узловых диаметров. Во всех случаях частота колебаний пильных дисков, соответствующая той или иной форме, зависит от размеров пильного диска, способа крепления и может быть определена как опытным, так и аналитическим путем.

Чем сложнее эта форма, тем выше частота собственных колебаний. Первая форма колебаний, наступающая при самых низких частотах, называется «зонтообразной» или «тюльпанной». При повышении частоты появляется вторая форма колебаний — одноузловая, при которой песочная фигура имеет резкое очертание по одному диаметру (рис. 2). С повышением частоты появляются новые формы колебаний: двухузловая (рис. 3), трехузловая (рис. 4), четырехузловая (рис. 5), которые в дальнейшем переходят в сложные формы колебаний, имеющие узловыми линиями и диаметры, и окружности (рис. 6).

Для экспериментального определения собственных частот колебаний были взяты плоские пильные диски наиболее распространенных размеров.

Обсуждая результаты проведенных опытов, можно сделать вывод, что трехузловая, четырехузловая и сложная формы колебаний имеют место лишь в интервале частот от 72 до 380 колебаний в секунду. Так как пильные диски диаметром 500—600—700 мм работают на скоростях, не превышающих 4000 об/мин, то явление резонанса, соответствующее сложным формам колебаний, исключается.

Следовательно, при изучении колебаний пильных дисков основное внимание следует уделить несимметричному виду колебаний, имеющему узловыми линиями диаметры, то есть тем случаем, когда частота собственных колебаний диска приближается к рабочему числу оборотов пильного вала.

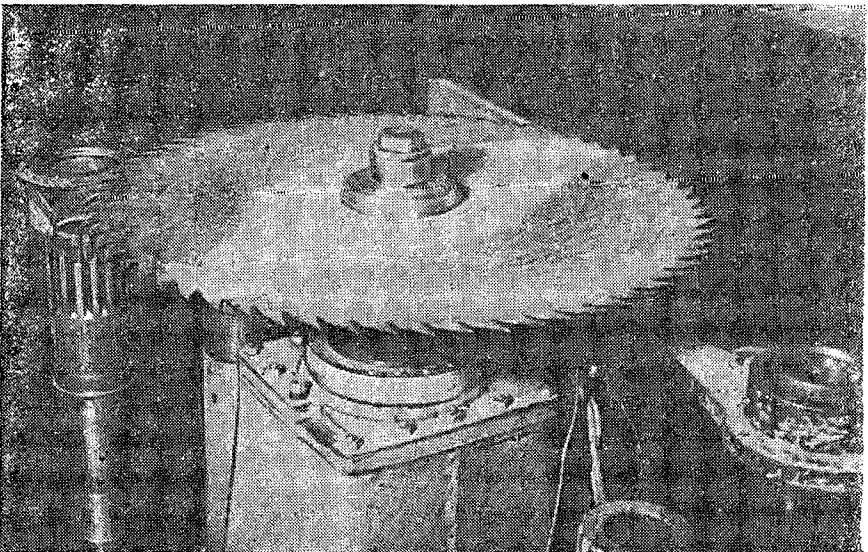


Рис. 2.

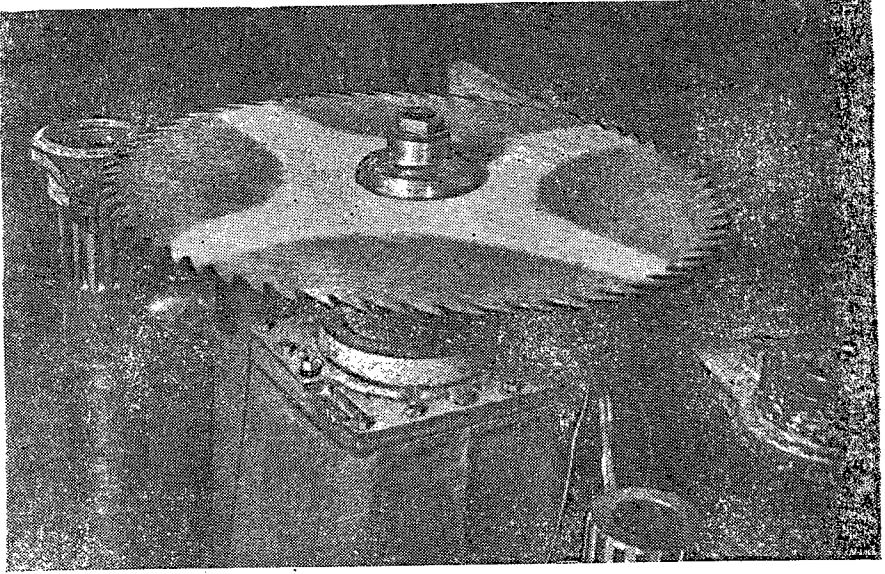


Рис. 3.

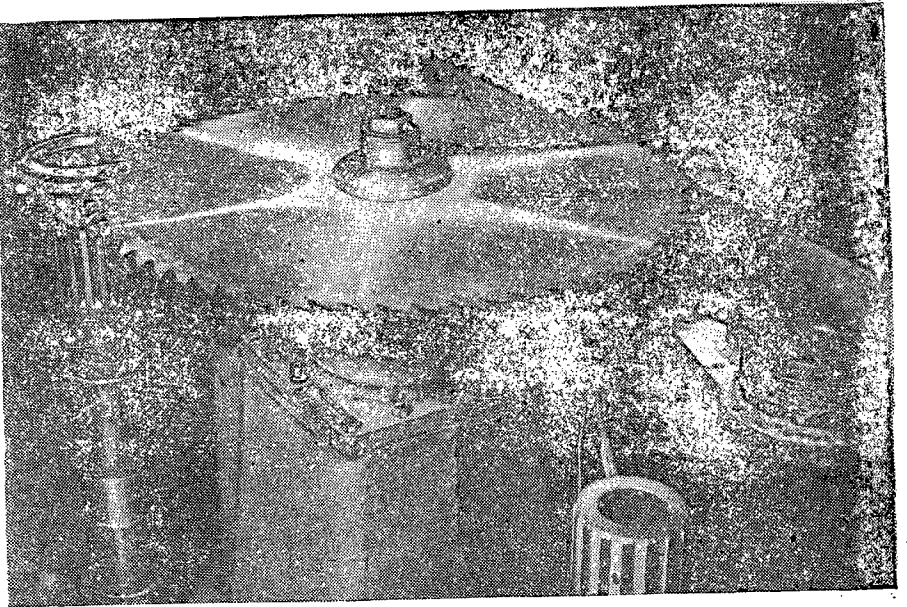


Рис. 4.

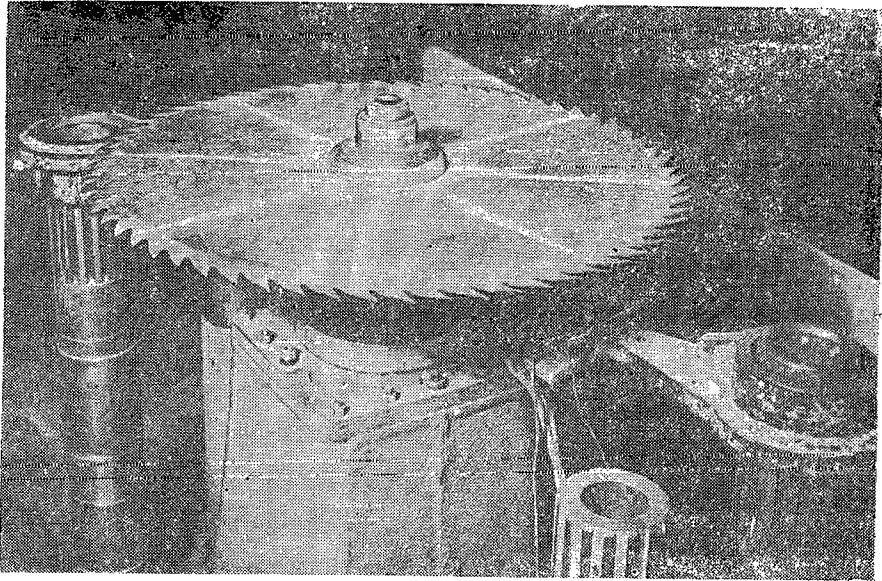


Рис. 5.

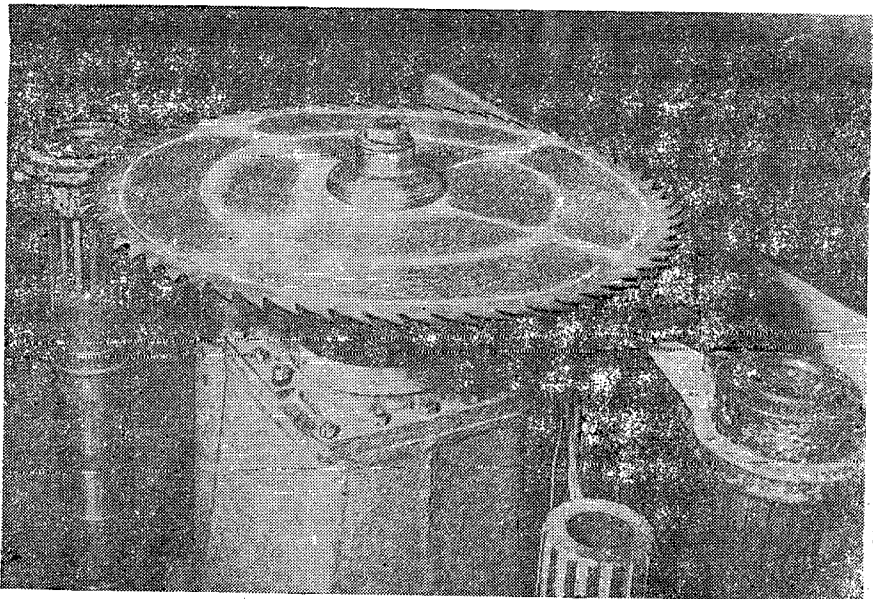


Рис. 6.

### Определение критических скоростей вращающихся пильных дисков

Как было отмечено выше, существенное влияние на устойчивость пильных дисков, а также на их поломку могут оказать только несимметричные колебания.

При рассмотрении несимметричных колебаний допускается\*, что прогиб относительно плоскости покоящегося пильного диска может быть выражен следующим образом:

$$W = W_0 \sin n\theta \cdot \cos pt, \quad (5)$$

где  $W$  — прогиб диска;  
 $W_0$  — функция радиального расстояния;  
 $\theta$  — угловой параметр рассматриваемой точки;  
 $n$  — число узловых диаметров;  
 $p$  — частота;  
 $t$  — промежуток времени.

Прогиб диска также можно выразить в виде:

$$W = W_0 \cos n\theta \cdot \sin pt. \quad (6)$$

Суммируя уравнения (5) и (6), получим уравнение

$$W = W_0 (\sin n\theta \cdot \cos pt \pm \sin pt \cos n\theta) = W_0 \sin(n\theta \pm pt). \quad (7)$$

Уравнение (7) описывает перемещение волны. Угловая скорость перемещения волн может быть найдена из условия:

$$n\theta \pm pt = \text{const.}$$

Решая относительно  $\theta$ , имеем

$$\theta = \pm \frac{pt}{n} + \text{const.}$$

Знаки плюс и минус указывают на прямой и обратный ход волны.

Согласно опытам Кампбелла, амплитуды волн, движущихся назад, обычно больше, чем амплитуды волн, движущихся вперед.

Волны, движущиеся обратно, становятся заметными в условиях резонанса, когда скорость этих волн в диске пилы совпадает с угловой скоростью вращения диска или становится кратной ей. В этот момент волны становятся устойчивыми, что приводит к поломке дисков и неудовлетворительному качеству распиловки.

При работе пильных дисков наиболее опасной формой колебаний является двухузловая, что следует учитывать при выборе режимов резания.

Частота собственных колебаний вращающегося диска возрастает за счет эффекта центробежных сил. Поэтому следующим моментом в обосновании критических скоростей является решение вопроса о зависимости частоты колебаний пильных дисков, которая соответствует той или иной резонансной форме, от режимов работы станка.

Для подсчета собственной частоты колебаний пильных дисков с учетом числа оборотов, воспользуемся выражением

$$f_{\text{дин}}^2 = f_{\text{ст}}^2 + Bn^2, \quad (8)$$

\* С. П. Тимошенко. Теория колебания в инженерном деле. Гостехтеориздат, Л.-М., 1934, стр. 323.

где  $f_{\text{днн}}$  — частота собственных колебаний с учетом вращения пыльного диска;  
 $f_{\text{ст}}$  — частота собственных колебаний без учета вращения пыльного диска;  
 $B$  — коэффициент, учитывающий вращение;  
 $n$  — число оборотов пыльного диска, *об/сек.*

Из выражения (8) следует, что частота колебаний пыльных дисков с изменением числа оборотов изменяется, что учитывается коэффициентом  $B$ , величина которого является функцией числа узловых диаметров.

По данным А. Н. Огуречникова, коэффициент  $B$  для первых форм колебаний (включая «тюльпан» и одноузловую форму) равен 1,45, для двухузловой формы — 2,3, для трехузловой формы — 3,9 и для четырехузловой формы — 5,9.

### Критические скорости пыльных дисков

В момент достижения критической скорости диск становится динамически неустойчивым, что является следствием резонанса.

Прогиб, имеющий место в данный момент в любой точке диска, обегает диск со скоростью  $\omega$  (явление распространения волны).

Так как перемещение прогиба (волны) и вращения диска совпадает по скорости, но направлены в разные стороны, то по отношению к пространству поверхность диска остается неподвижной, то есть возникает так называемая стоячая волна. Следовательно, скорость вращения диска  $\omega$ , равная частоте собственных колебаний его или кратная этой частоте (кратность зависит от числа узловых диаметров) может быть определена как критическая. При работе на критических скоростях амплитуда колебаний диска значительно увеличивается, что зафиксировано нами на осциллограммах (рис. 7).

Вследствие больших значений амплитуд колебаний, пропил получается некачественным, пыльный диск подвержен поломкам и авариям. При скоростях, не равных критической, амплитуда колебаний уменьшается, и пыльный диск работает вполне устойчиво.

При работе пыльными дисками наиболее опасной является критическая скорость, при которой получается двухузловая форма колебаний, так как зонтичная и одноузловая форма колебаний не могут быть устойчивыми.

Критическая скорость для дисков постоянного сечения может быть определена из формулы (8);  $f_{\text{ст}}$  определяется опытным или аналитическим путем.

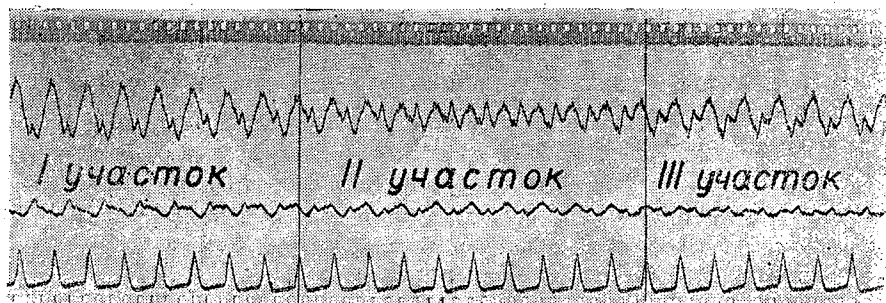


Рис. 7.

Таблица 2

Размеры пильного диска по ГОСТУ 980-53		Частота собственных коле- баний при двухузловой форме в сек		Критическое число оборотов	
диаметр в мм	толщина в мм	$f_{ст}$	$f_{лин}$	в сек	в мин
150	1,2	394	620	310	18600
200	1,2	221	340	170	10200
	1,4	258	397	198,5	11900
	1,6	294	450	225	13500
250	1,2	141	216	108	6480
	1,4	165	254	127	7630
	1,6	188,5	289	149,5	8970
300	1,4	114,5	156	78	4680
	1,6	126,0	190	95	5700
	1,8	147,0	223	111,5	6700
350	1,6	96	147	73,5	4410
	1,8	108	115,5	82,75	4970
	2,0	120	184,5	92,75	5540
400	1,8	83	127	63,5	3810
	2,0	92	141	70,5	4230
	2,2	101	155	77,5	4650
450	1,8	53	81,2	40,6	2435
	2,0	73	111,8	55,9	3350
	2,2	80	123	61,5	3690
	2,4	87	133,5	66,75	4000
500	1,8	53	81,2	40,6	2435
	2,0	59	90,5	45,75	2715
	2,2	65	99,6	49,8	2990
	2,4	71	109	54,5	3270
550	2,0	48,6	74,5	37,25	2220
	2,2	53,6	82,4	41,2	2465
	2,4	58,5	89,8	44,9	2691
600	2,0	41	63	31,5	1890
	2,2	45	69	34,5	2070
	2,6	53	81,4	40,1	2420
700	2,2	33,2	51	25,5	1530
	2,4	36,2	55,5	27,25	1635
	2,6	39,0	59,7	29,85	1790
	3,0	45,0	69,0	34,5	2070
750	2,4	31,4	48,1	24,05	1440
	2,6	34,0	52,3	26,15	1568
	3,0	39,3	59,5	29,75	1783
	3,4	44,6	68,5	34,25	2055
800	2,8	32,2	49	24,5	1470
	3,0	34,6	53,2	26,6	1520
	3,4	39,2	60,4	30,2	1210
900	3,0	27,2	41,7	20,85	1250
	3,4	31	47,6	23,8	1430
	3,8	34,6	53,2	26,6	1596
1000	3,4	25,0	38,4	19,2	1152
	3,8	28,0	43,0	21,5	1290
	4,2	31,0	47,5	23,75	1422
1100	3,8	24,7	37,8	19,0	1140
	4,2	25,6	39,2	19,6	1176
	4,6	28,0	43,0	21,5	1290
1200	4,2	21,5	33,0	16,5	990
	4,6	23,5	36,0	18,0	1080
	5,0	25,5	39,0	19,5	1170
1300	4,2	19,2	29,5	14,7	882
	4,6	21,0	32,2	16,1	966
	5,0	22,8	35,0	17,5	1050
1400	4,2	15,7	24,0	12,0	720
	4,6	17,3	26,5	13,7	792
	5,0	18,8	28,8	14,4	864
1500	4,2	13,8	21,0	10,5	630
	4,6	15,1	23,1	11,5	690
	5,0	16,4	25,1	12,5	750

Примечание:  $f_{ст}$  определены экспериментально,  $B$  для двухузловой формы колебания принимаем равными 1,3.

С другой стороны

$$f_{\text{дин}} = S_{\varnothing} n_{\text{кр}}, \quad (9)$$

где  $S_{\varnothing}$  — число узловых диаметров;  
 $n_{\text{кр}}$  — число оборотов в секунду.

Откуда:

$$n_{\text{кр}} = \frac{f_{\text{дин}}}{S_{\varnothing}}. \quad (10)$$

Тогда формула (8) принимает вид:

$$f_{\text{дин}}^2 = f_{\text{ст}}^2 + B \frac{f_{\text{дин}}^2}{S_{\varnothing}^2}. \quad (11)$$

Откуда:

$$f_{\text{дин}} = \sqrt{\frac{f_{\text{ст}}^2}{1 - \frac{B}{S_{\varnothing}^2}}}. \quad (12)$$

Вычисленная таким образом критическая скорость называется «первой» (или «первым тоном») в отличие от «второй» критической скорости (или «второго тона»), которая возникает при большем числе оборотов диска.

Руководством для правильного выбора режимов резания на круглопильных станках с учетом критических скоростей могут служить данные табл. 2, позволяющие установить критические скорости для наиболее часто употребляемых пил.

Заводы-изготовители круглых пил должны сортировать пильные диски с учетом частоты собственных колебаний и рекомендовать потребителям режимы эксплуатации.

Имея в виду данные табл. 2, можно сделать вывод, что на основных круглопильных станках, как, например, двухпильном обрезающем, торцовочном и др., работа производится на критических числах оборотов диска. Для пил диаметром 650 мм на двухпильных обрезающих станках паспортное число оборотов в минуту составляет 1500—1800—2200. Эти же числа оборотов являются критическими.

Следует пересмотреть режимы работы круглопильных станков и рекомендовать повысить число оборотов, а соответственно скорости резания и подачи. Необходимо работать на таких режимах, чтобы явление резонанса при работе было исключено, а разгон станка осуществлять в режиме холостого хода, с тем, чтобы избежать аварий в момент прохождения через критические скорости.

Поступила в редакцию  
 31 октября 1958 г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА И БЕРЕЗЫ

*И. С. КУГЕЛЬ*

Старший преподаватель

(Белорусский лесотехнический институт)

Самым распространенным методом механической обработки древесины является фрезерование, которое производится вращающимися резцами на фуговальных, рейсмусовых, четырехсторонних строгальных, фрезерных, шипорезных и других специализированных станках. Из лиственных пород древесины наиболее часто подвергаются обработке дуб и береза. Влияние же отдельных факторов на силовые и энергетические параметры, производительность и качество обработки при фрезеровании этих пород очень мало изучено. Без знания количественных зависимостей между отдельными факторами, влияющими на этот процесс, конструирование станков и выбор рациональных режимов обработки затруднительны.

Теория резания древесины в настоящее время еще не может дать объяснение многим явлениям, имеющим место в конкретных условиях резания. Нет научно-обоснованного аналитического метода, дающего возможность производить расчеты по резанию древесины. Установить основные закономерности и взаимосвязи между отдельными факторами процесса резания вообще, и фрезерования — в частности, можно пока лишь опытным путем.

Результаты немногочисленных экспериментальных работ по фрезерованию древесины лиственных пород, проведенных некоторыми исследователями, представлены только в виде графиков или таблиц, для узкого диапазона изменения переменных факторов и математически необобщены, а также в виде эмпирических зависимостей, в которых степень влияния на процесс резания каждого из переменных факторов не зависит от величины других изменяющихся факторов, и носящих поэтому узко ограниченный, частный характер. Проф. А. Л. Бершадским предложены некоторые пути математического обобщения опытных данных по резанию древесины и эмпирические формулы, в которых влияние отдельных факторов учтено в их взаимосвязи. Однако и в формулах, полученных проф. А. Л. Бершадским, влияние некоторых факторов учитывается коэффициентами, независимыми от других переменных факторов [1]. Кроме того, формулы по фрезерованию древесины также требуют уточнения и дополнения, так как они выведены проф. А. Л. Бершадским на основе обработки опытных данных, полученных во многих случаях при очень малых скоростях резания, не встречающихся



на практике и для небольшого диапазона изменения других переменных факторов.

В данной работе и была поставлена задача выявить взаимное влияние отдельных основных факторов на процесс продольно-торцевого и поперечного фрезерования древесины дуба и березы и, далее, обобщить опытные данные, составив уравнения, которые бы связывали основные факторы, определяющие процесс фрезерования, с силовыми и энергетическими параметрами. Кроме того, была поставлена задача установить степень влияния этих факторов на чистоту обработки. Опыты проводились на тарированном фрезерном станке, оборудованном специальным тяговым механизмом и соответствующей электроизмерительной аппаратурой. Краткое описание экспериментальной установки и методики проведения опытов изложены в сборнике научных трудов БЛТИ (вып. X, 1957). Чистота поверхности обработки определялась при помощи прибора ТСП-2 конструкции Б. М. Буглай.

В данной статье приводятся результаты работ по выявлению закономерностей влияния толщины стружки, угла резания, направления волокон древесины и скорости резания на удельную работу и чистоту обработки при фрезеровании дуба и березы.

На основе обработки опытных данных нами установлено:

1. С увеличением толщины стружки  $l$  удельная работа  $K$  уменьшается во всех случаях. Это соответствует целому ряду исследований как в области резания древесины, так и в области резания металлов. Характерные графики, показывающие влияние толщины стружки на удельную работу резания, приведены на рис. 1 и 2.

Проф. А. Л. Бершадский [1] обобщив многочисленные опытные данные, нашел, что при резании древесины зависимость удельной работы резания  $K$  от толщины стружки  $l$  выражается уравнением:

$$K = \frac{K'}{l^m}, \quad (1)$$

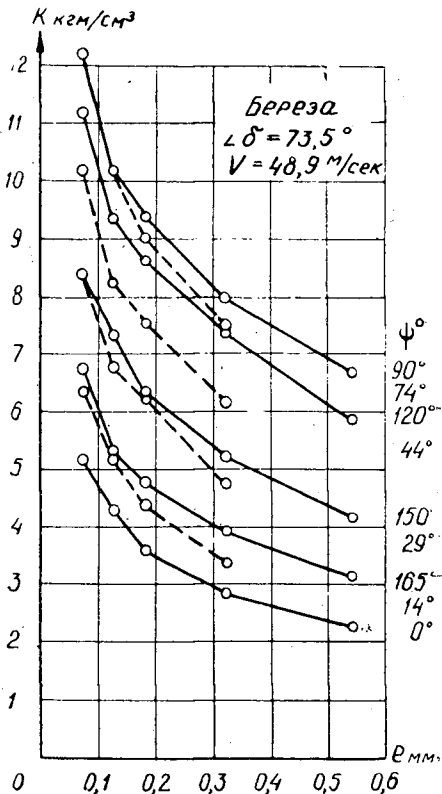


Рис. 1. Зависимость удельной работы резания  $K$  от толщины стружки  $l$ .

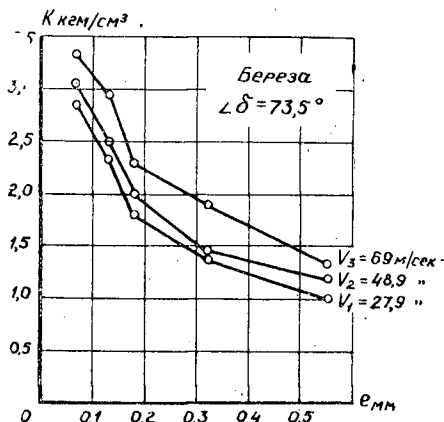


Рис. 2. Зависимость удельной работы резания  $K$  от толщины стружки  $l$  при поперечном фрезеровании.

где  $K'$  является величиной переменной, зависящей от целого ряда изменяющихся факторов, а показатель степени  $m$  зависит только от угла встречи  $\psi$  между направлением вектора скорости резания и направлением волокон древесины. Аналогичные по конструкции формулы

$$P_z = C_z ba^{0,75}$$

проф. А. Н. Челюсткина [3] общеприняты в настоящее время при расчете режимов резания металлов.

Путем обработки полученных нами опытных данных графоаналитическим и статистическим методами мы нашли, что и в нашем случае зависимость  $K = f(l)$  может быть выражена аналогичным уравнением. Однако в отличие от выводов, данных проф. Бершадским, нами установлено, что и показатель степени  $m$  в формуле  $K = \frac{K'}{l^m}$  характеризующий интенсивность изменения удельной работы  $K$  с изменением толщины стружки  $l$ , зависит не только от угла встречи  $\psi$ , но также и от других переменных факторов, в том числе и от породы древесины. Закон изменения показателя степени  $m$  может быть выражен следующими уравнениями:

При поперечном фрезеровании

для дуба

$$m = 0,472 - 0,021 \delta - 0,0024 V \quad (2)$$

для березы

$$m = 0,482 - 0,001 \delta - 0,0013 V \quad (3)$$

При продольно-торцевом фрезеровании

для дуба

$$m = 0,536 - 0,105 \sin \psi - 0,0013 V \quad (4)$$

при фрезеровании вдоль волокон;

$$m = 0,536 - 0,105 \sin^{3,5} \psi - 0,0013 V \quad (5)$$

при фрезеровании поперек волокон.

для березы

$$m = 0,484 - 0,112 \sin^{0,9} \psi - 0,001 V \quad (6)$$

при фрезеровании вдоль волокон;

$$m = 0,484 - 0,112 \sin^{2,7} \psi - 0,001 V \quad (7)$$

при фрезеровании поперек волокон,

где  $\psi$  — угол встречи в градусах;

$\delta$  — угол резания в градусах;

$V$  — скорость резания в м/сек.

Что касается чистоты поверхности обработки, то нами выявлено, что при продольно-торцевом фрезеровании вдоль волокон ( $\psi = 180 - 90^\circ$ ), изменение толщины стружки в пределах 0,07—0,32 мм незначительно влияет на чистоту обработки. При толщине стружки 0,55 мм замечалось ухудшение поверхности обработки. При фрезеровании же против волокон ( $\psi = 0 - 90^\circ$ ) увеличение толщины стружки приводит к резкому ухудшению чистоты обработки.

2. При увеличении угла встречи  $\psi$  от 0 до  $90^\circ$  и от  $180$  до  $90^\circ$  удельная работа резания возрастает. Интенсивность роста удельной работы зависит от направления фрезерования (вдоль волокон или попе-

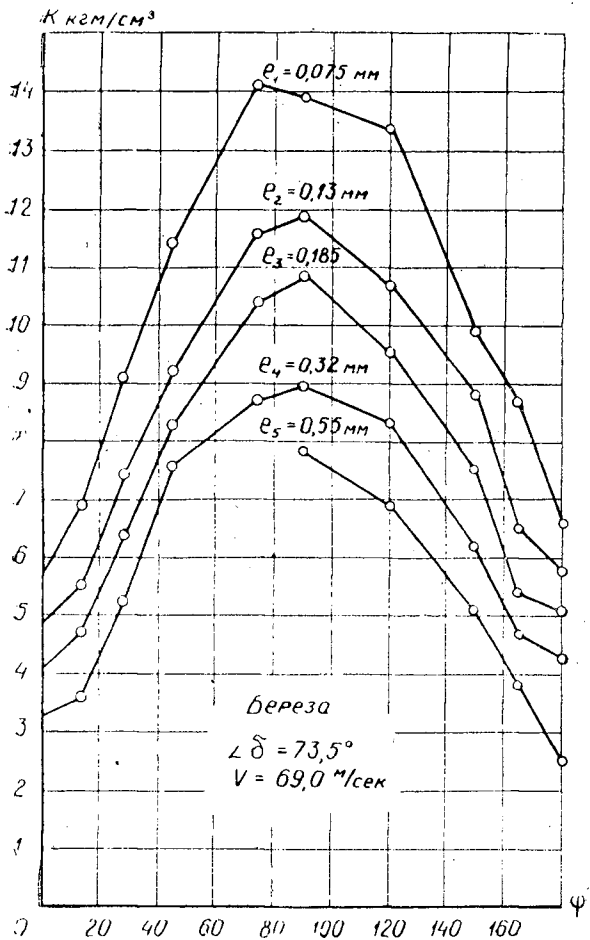


Рис. 3. Зависимость удельной работы резания  $K$  от угла встречи  $\psi$

рек волокон, рис. 3). Чистота обработки, в зависимости от угла встречи и толщины стружки при фрезеровании против волокон, оставалась в пределах  $\nabla d8 - \nabla d4$  классов чистоты по ГОСТу 7011-54. Наихудшая чистота обработки отмечена при  $\psi = 30-50^\circ$ . По мере приближения угла  $\psi$  к  $0^\circ$  (фрезерование вдоль волокон) и к  $90^\circ$  (фрезерование в торец) чистота поверхности улучшилась. При фрезеровании вдоль волокон изменение угла встречи от  $180$  до  $120^\circ$  мало влияло на чистоту обработки. Последняя находилась в пределах  $\nabla d9 - \nabla d7$  классов чистоты.

3. При увеличении угла резания  $\delta$ , удельная работа растет (рис. 4 и 5). Изменение угла резания в пределах от  $51$  до  $74^\circ$  в наших опытах мало влияло на чистоту обработки. Замечалось лишь незначительное улучшение чистоты обработки при увеличении угла резания в указанных пределах.

4. Из многочисленных работ, проведенных главным образом по исследованию процесса резания металлов и частично — по изучению резания древесины с целью выявить влияние скорости резания на удельную работу резания, можно установить, что на  $K = f(V)$  влияет сочетание

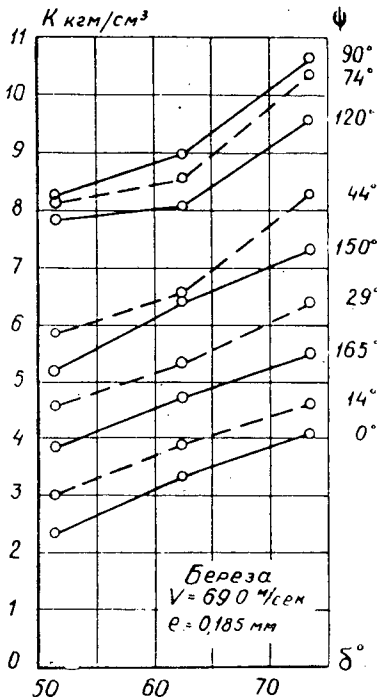


Рис. 4. Зависимость удельной работы резания  $K$  от угла резания  $\delta^\circ$ .

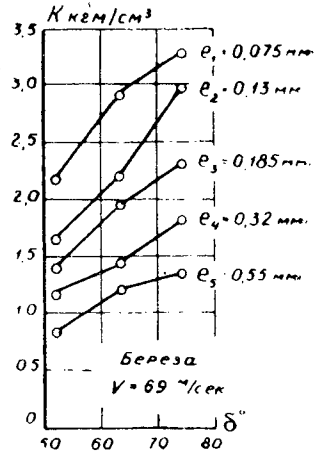


Рис. 5. Зависимость удельной работы резания  $K$  от угла резания  $\delta^\circ$  при поперечном фрезеровании.

счень многих факторов, относящихся как к режимам резания и виду обработки, так и к обрабатываемому материалу, материалу резца и их состоянию в процессе резания. Поэтому и выводы многих исследователей, проводивших опыты в разных условиях, кажутся противоречивыми.

Так, например, по данным М. И. Клушина и М. Б. Гордона [3], изучавших резание меди, Ф. М. Манжоса [6] и А. К. Петруша [8], исследовавших резание древесины, с ростом скорости резания  $V$  удельная работа уменьшается. По данным проф. Э. Кивимаа [4] и Ф. Н. Масленкова [7], при резании древесины, скорость резания не влияет на  $K$ . А. А. Смирнов [9] и М. М. Козел [5] нашли, что с ростом скорости резания при пилении древесины круглыми пилами и при поперечном фрезеровании древесины удельная работа непрерывно растет. Некоторые исследователи, изучавшие резание сталей [3], пиление древесины сосны [11], продольно-торцевое фрезерование древесины сосны [5], установили, что кривые  $K = f(V)$  имеют перегибы и в зависимости от амплитуды скоростей резания могут иметь место рост или падение удельной работы резания — с ростом скоростей резания.

В наших опытах исследовалось влияние скоростей резания в пределах, имеющих практическое значение для производства (27—70 м/сек). При этом нами обнаружено, что во всех случаях с ростом скорости резания увеличивалась и удельная работа (рис. 6 и 7). Объяснить это явление, по нашему мнению, можно тем, что в наших условиях (фрезерование сухой древесины резцами из инструментальной углеродистой стали), видимо, преобладали такие факторы, как увеличение временного сопротивления древесины, происходящее при увеличении скорости деформации, увеличение работы, необходимой для преодоления возра-

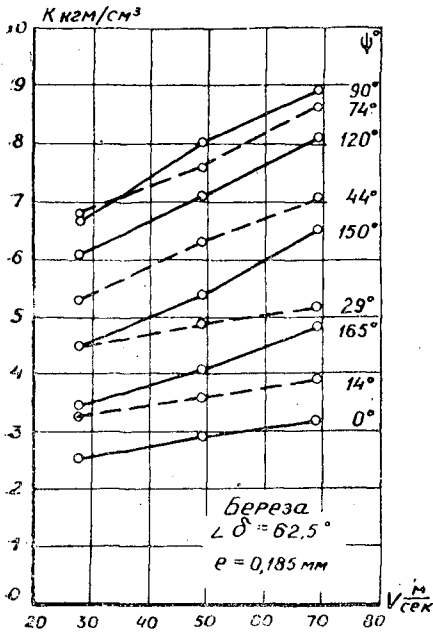


Рис. 6. Зависимость удельной работы резания  $K$  от скорости резания  $V$ .

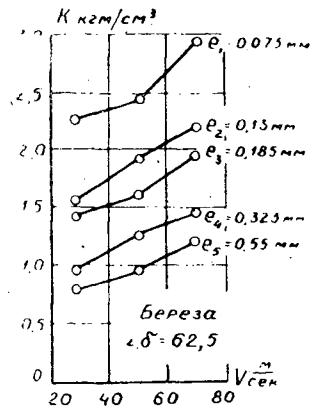


Рис. 7. Зависимость удельной работы резания  $K$  от скорости резания  $V$  при поперечном фрезеровании.

стающего инерционного сопротивления стружки, имеющего место при возрастании скорости резания, а также более интенсивное затупление резца в связи со значительной концентрацией тепла у лезвия из-за чрезвычайно низкой теплопроводности сухой древесины. (Известно, что режущие свойства резцов из углеродистых инструментальных сталей резко снижаются при температуре нагрева свыше 200° С).

По данным М. В. Троицкой [10], температура нагрева торцовочных ножей при резании древесины на токарно-катушечных автоматах при  $V = 8$  м/сек превосходит 350° С на некотором удалении от лезвия. Температура же непосредственно у лезвия, естественно, значительно выше. Хотя в наших опытах специальных исследований, ставящих целью выявить влияние скорости резания на стойкость резца не проводилось, однако нами было установлено, что с ростом скорости резания, при всех прочих одинаковых факторах, затупление резцов из стали У8А увеличивалось.

Одним из параметров, от которого зависит сопротивление обрабатываемого материала резанию, является коэффициент трения между контактными поверхностями. Установлено [3], что при обработке углеродистых сталей с ростом скорости резания, вследствие роста температуры в зоне контакта, коэффициент трения растет и достигает максимума при 600—800° С, а затем начинает падать. Изменение коэффициента трения при резании древесины не изучено. Бесспорно, что и при резании древесины величина коэффициента трения меняется в зависимости от ряда факторов, что в свою очередь не может не отразиться на величине удельной работы резания.

Что касается влияния скорости резания на чистоту обработки, то нами установлено, что увеличение скорости резания до 69 м/сек при фрезеровании вдоль волокон не приводит к заметному улучшению чистоты обработки.

При фрезеровании поперек волокон древесины отмечено некоторое улучшение чистоты обработки.

На основании обработки наших опытных данных мы установили, что закон изменения коэффициента  $K'$  в формуле  $K = \frac{K'}{l^m}$  может быть выражен следующими уравнениями:

При поперечном фрезеровании

для дуба

$$K'_{\parallel} = 0,0106\delta + 0,0085V - 0,2505 \quad (8)$$

для березы

$$K'_{\parallel} = 0,015\delta + 0,006V - 0,54 \quad (9)$$

При продольно-торцевом фрезеровании:

$$K'_{\parallel-\perp} = A + B \sin^{\alpha} \psi.$$

Значения коэффициентов  $A$ ,  $B$  и показателя степени  $\alpha$  могут быть определены из следующих уравнений связи:

для дуба

$$A = 0,007V + 0,029\delta - 0,732 \quad (10)$$

$$B = 0,035(V + \delta) - 0,058 \quad (11)$$

при фрезеровании вдоль волокон:

$$\alpha = 0,005V + 0,97; \quad (12)$$

при фрезеровании поперек волокон:

$$\alpha = 0,007V + 1,45; \quad (13)$$

для березы

$$A = 0,009V + 0,036\delta - 1,359 \quad (14)$$

$$B = 0,015\delta + 0,035V - 0,597 \quad (15)$$

при фрезеровании вдоль волокон:

$$\alpha = 1,388 - 0,004V; \quad (16)$$

при фрезеровании поперек волокон:

$$\alpha = 0,008V + 1,17; \quad (17)$$

В формуле проф. А. Л. Бершадского

$$K' = K'_{\parallel} + (K'_{\perp} - K'_{\parallel}) \sin^{\alpha} \psi$$

не учтено влияние скорости резания. Кроме того, показатель степени  $\alpha$  в данной формуле является величиной постоянной, равной 1,25. Нами же выявлено влияние скорости резания во взаимосвязи с другими факторами и установлена зависимость показателя степени  $\alpha$  от скорости резания и направления фрезерования отдельно для дуба и березы.

Мощность резания и среднее касательное усилие резания определяются по следующим формулам:

При продольно-торцевом фрезеровании

$$N_p = \frac{KbHU}{60 \cdot 102} \frac{(A + B \sin^{\alpha} \psi) bHU}{60 \cdot 102 l^m} \text{ квт.} \quad (18)$$

$$P_p = \frac{(A + B \sin^{\alpha} \psi) bHU}{60 V l^m} \text{ кг.} \quad (19)$$

При поперечном фрезеровании:

$$N_p = \frac{K'_{\#} bHU}{60 \cdot 102 l^m} \text{ квт.} \quad (20)$$

$$P_p = \frac{K'_{\#} bHU}{60 \cdot V \cdot l^m} \text{ кг,} \quad (21)$$

где  $b$  — ширина фрезерования в мм;  
 $H$  — толщина снимаемого слоя в мм;  
 $U$  — скорость подачи в м/мин;  
 $V$  — скорость резания в м/сек.

Значения коэффициентов  $A$ ,  $B$ ,  $K'_{\#}$  и показателей степени  $\alpha$  и  $m$  могут быть определены по соответствующим вышеприведенным формулам.

Пользуясь указанными формулами, нами построены номограммы для определения  $A + B \sin^{\alpha} \psi$ ,  $K'_{\#}$  и  $l^m$  при разных режимах фрезерования. С помощью этих номограмм можно легко определить значение удельной работы резания, а следовательно, мощность и силу резания. Таким образом, выполненная работа дает возможность подбирать рациональные режимы фрезерования дуба и березы, а также определять значения удельной работы и мощности резания при заданных режимах фрезерования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Бершадский. Резание древесины. Гослесбумиздат, М., 1955.  
 [2]. С. А. Воскресенский. Резание древесины. Гослесбумиздат, М., 1955.  
 [3]. М. И. Клушин. Резание металлов. Машгиз, М., 1953. [4]. Э. Кивимаа. Сила резания при обработке древесины. Пер. с нем. «Holz als Roh und Werkstoff», 1952, III, № 3, S. 94—108. [5]. М. М. Козел. Сила резания в зависимости от скорости резания при фрезеровании сосны. Диссертация. БЛТИ, 1955. [6]. Ф. М. Манжос. Исследование процесса строгания дерева вращающимися резами. ЦНИИМОД. Станки и инструменты, Гослесбумиздат, М., 1934. [7]. Ф. Н. Масленков. Удельное давление резания и расчет мощности при плоском строгании древесины. Диссертация, ЛТА, 1939. [8]. А. К. Петруа. Влияние скорости резания на процесс резания древесины. Автореферат диссертации, ЛТА, 1953. [9]. А. А. Смирнов. Влияние основных факторов на процесс резания при продольном пилении круглыми пилами. Автореферат диссертации, АЛТИ, 1939. [10]. М. В. Троицкая. О температурах нагрева режущей кромки резцов. «Деревообрабатывающая промышленность» № 5, 1955. [11]. Н. К. Якунин. Исследование режимов пиления и профилирование зубьев круглых пил для продольной распиловки древесины хвойных пород. Гослесбумиздат, М., 1956.

Поступила в редакцию  
 22 августа 1958 г.

## О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ВИБРАЦИОННОГО РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

**Р. Ш. БАКИЕВ**

Младший научный сотрудник

(Поволжский лесотехнический институт)

Первые исследования вибрационного резания древесины были проведены Ф. М. Манжосом [1], [2], [3], Д. И. Шилькрутом [7] и В. А. Смирновым [5]. На основе их работ [7] можно считать установленным, что при возрастании скорости резания усилие надвигания растет, но остается меньшим, чем при безвибрационном резании. Но пока еще не исследованы такие важнейшие закономерности вибрационного резания древесины, как зависимость усилия резания (надвигания) от частоты и амплитуды вибраций, от толщины и формы ножа (реза), от породы и влажности древесины и т. д. Попытка частично решить эти вопросы делается в настоящей работе.

Для установления перечисленных выше зависимостей автором была сконструирована и построена экспериментальная установка, основными узлами которой были эксцентриковый механизм, служивший в качестве вибратора ножа, и устройство в виде рычага с грузом и двух направляющих, надвигающее древесину с постоянной силой. Общий вид экспериментальной установки приводится на рис. 1. В качестве датчика вибраций был выбран эксцентриковый механизм, обеспечивающий, независимо от усилия надвигания\*, постоянство величины амплитуды вибрации.

В других типах вибраторов (пневматических, электромагнитных) величина амплитуды резко изменяется при изменении действующего усилия [4], [6]. Частоты вибраций ножа были равны 24, 39, 74 *гц*, амплитуды — 1, 2, 3, 4 *мм*, размеры ножей: толщина — 1, 2, 3, 4, 4,5 *мм* и ширина 30 *мм*, прямолинейные лезвия составляли с направлением подачи угол 90°. Ножи колебались в направлении подачи. Исследовались резание ели, сосны и березы как в свежесрубленном, так и в воздушно-сухом состояниях. Образцы для исследований брались в виде дощечек со следующими размерами: длина — 240 *мм*, высота — 80 *мм*, толщина — 20 *мм* (толщина незначительного количества образцов, взятых для сравнительных исследований, составляла 30 и 40 *мм*). Резание производилось под различными углами к направлению волокон. Качество резания воздушно-сухой древесины поперек волокон уже описано [2]; можно лишь добавить, что при этом ширина реза лишь немного меньше тол-

\* В нашей статье термин «усилие надвигания» применяется в том же значении, что и термин «усилие резания».



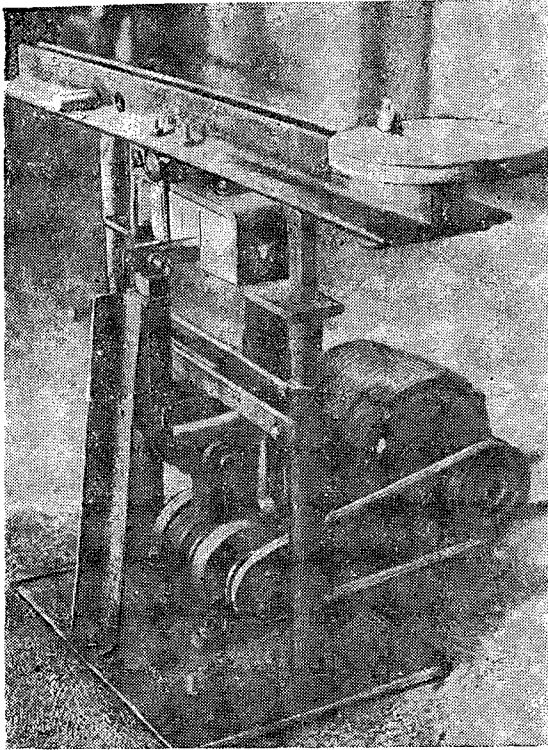


Рис. 1. Внешний вид установки для исследования вибрационного резания древесины.

шины ножа, и толстый нож дает небольшие смятия и вырывы древесины. При свежесрубленной древесине наличие упругой деформации волокон сводит ширину реза почти к нулю, качество резания хорошее, а поверхность древесины остается неуплотненной как и в случае воздуш-

Таблица 1

Амплитуда вибраций ножа в мм	Частота вибраций ножа сек <sup>-1</sup>	Ель свежесрубленная			Береза свежесрубленная		
		усилие надвигания		соотноше- ние усилий	усилие надвигания		соотноше- ние усилий
		трапецидаль- ный нож	прямоуголь- ный нож		трапецидаль- ный нож	прямоуголь- ный нож	
1	24	58,3	79,0	1,35	67,6	88,5	1,31
	39	63,4	75,0	1,18	85,5	99,0	1,16
	74	57,5	63,0	1,10	78,0	78,0	1,00
2	24	53,0	47,3	0,9	52,0	57,2	1,10
	39	45,3	53,0	1,15	61,4	74,0	1,20
	74	31,0	31,0	1,0	50,4	58,0	1,16
3	24	24,5	45,6	1,83	34,6	54,0	1,56
	39	33,6	38,4	1,14	37,5	59,0	1,57
	74	16,5	22,8	1,38	35,0	53,5	1,57

Примечание: Толщина прямоугольного ножа равна 2,4 мм; трапецидального: наибольшая—2,3 мм, наименьшая—1,5 мм; усилие надвигания при резании поперек волокон дано в кг на 2 см.

но-сухого ее состояния. Нами исследовались в основном закономерности поперечного вибрационного резания, так как только для этого случая получалось резание в чистом виде, в то время как резание вдоль волокон и под углом к ним сопровождается значительным уводом ножа, а для продольного, кроме того, — опережающей трещиной. Ниже приводятся результаты экспериментальных исследований, показывающие ориентировочно тенденции и некоторые закономерности вибрационного резания. Мы оставили в стороне физическую сущность самого процесса деления древесины вследствие неизученности этого вопроса.

### Результаты экспериментальных исследований

Зависимость усилий резания от его скорости представлена на рис. 2, из которого видно, что при малых скоростях резания усилие надвигания мало, а с ростом скорости оно увеличивается. Здесь и в последующем приводятся средние скорости резания (подачи), определяемые как величина высоты реза создаваемого в единицу времени.

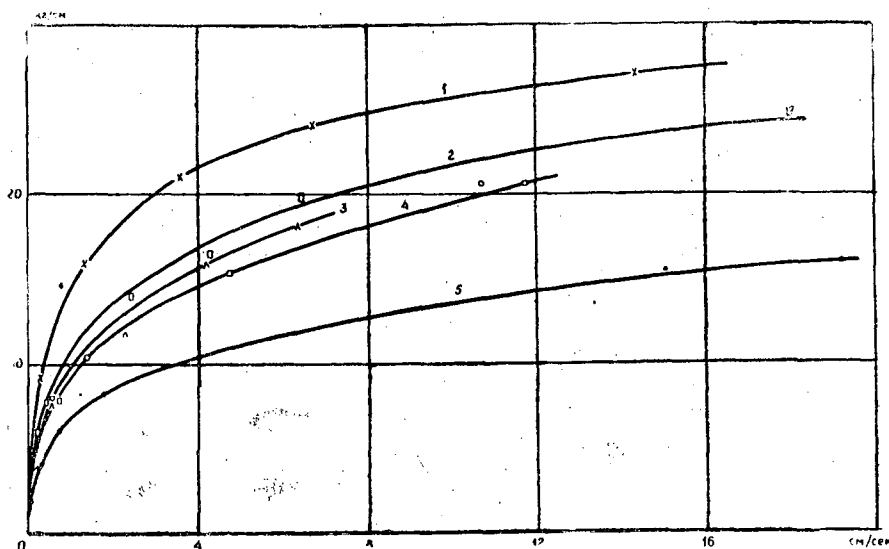


Рис. 2. Зависимость усилия надвигания от скорости резания.

1—береза свежесрубленная, частота вибраций ножа 74 гц, амплитуда вибраций 4 мм, толщина ножа 2,4 мм; 2 и 3—ель воздушно-сухая (разных партий), частота вибраций—39 гц, амплитуда вибраций 4 мм, толщина ножа 1,2 мм, 4—ель свежесрубленная, частота вибраций 74 гц; амплитуда вибраций 4 мм, толщина ножа 2,4 мм; 5—ель свежесрубленная, частота вибраций 39 гц, амплитуда вибраций 4 мм, толщина ножа 1,2 мм.

Зависимость усилия резания от частоты вибрации, как видно из рис. 3, при малых скоростях резания приближается к гиперболической, а с ростом частоты вибраций ножа — уменьшается, асимптотически приближаясь к некоторому пределу, причем, как видно из рис. 4, чем больше скорость резания, тем медленнее происходит уменьшение усилия с ростом частоты. Из рис. 4 и 5 видно, что увеличение частоты свыше 65 гц приводит лишь к незначительному уменьшению усилия резания, причем верхняя граница частот относится к более твердым породам, а нижняя — к более мягким.

\* Все графические зависимости получены в результате исследования процесса поперечного резания ножами, имеющими углы заострения 40°.

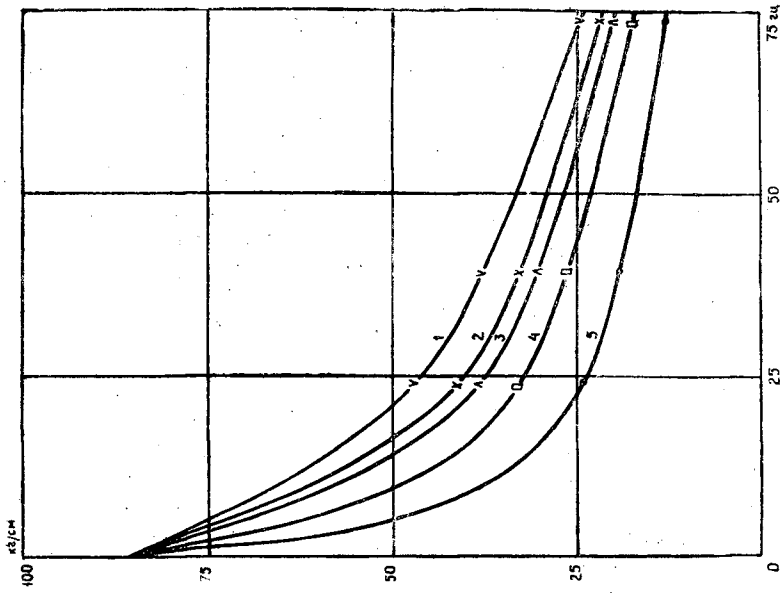


Рис. 4. Зависимость усилия надвигания от частоты вибрации ножа для свежесрубленной ели при амплитуде вибраций 3 мм, толщине ножа 2,4 мм при различных скоростях.

1—15 см/сек; 2—10 см/сек; 3—8 см/сек; 4—5 см/сек; 5—3 см/сек.

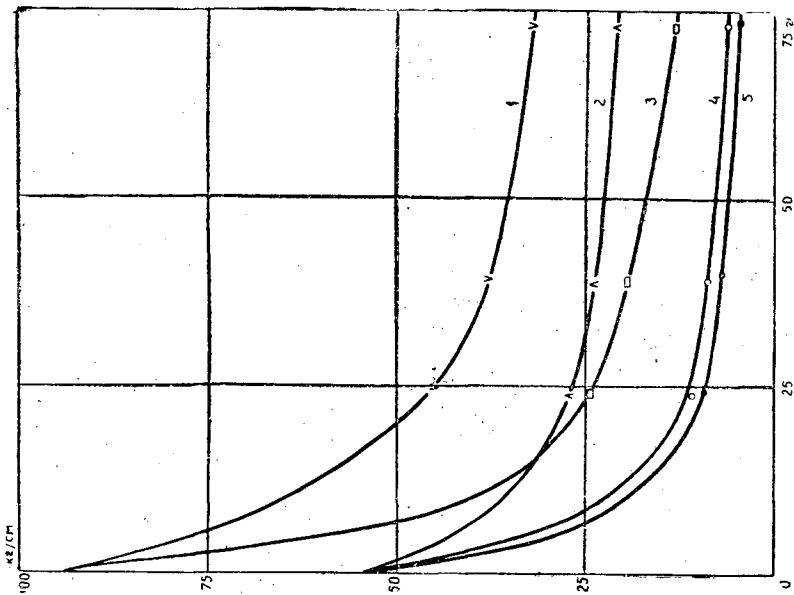


Рис. 3. Зависимость усилия надвигания от частоты вибраций для свежесрубленной ели.

1—толщина ножа 2,4 мм, амплитуда вибраций 1 мм; 2—толщина ножа 1,2 мм, амплитуда вибраций 4 мм; 3—толщина ножа 2,4 мм, амплитуда вибраций 3 мм; 4—толщина ножа 1,2 мм, амплитуда вибраций 4 мм.

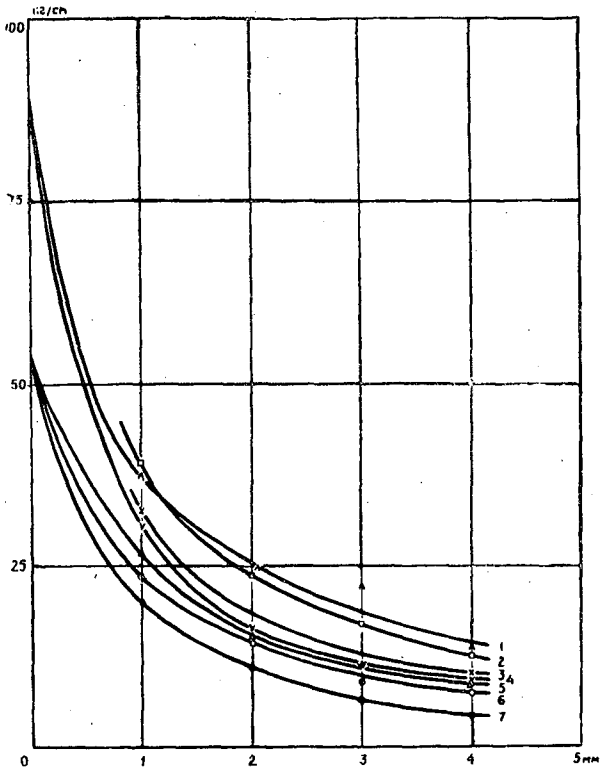


Рис. 5. Зависимость усилия надвигания от амплитуды вибраций ножа.

1—ель свежесрубленная, частота вибраций 24 гц, толщина ножа 2,4 мм; 2—береза свежесрубленная, частота вибраций 24 гц, толщина ножа 1,2 мм; 3—береза свежесрубленная, частота вибраций 39 гц, толщина ножа 1,2 мм; 4—ель свежесрубленная, частота вибраций 24 гц, толщина ножа 2,4 мм; 5—ель свежесрубленная, частота вибраций 24 гц, толщина ножа 1,2 мм; 6—ель свежесрубленная, частота вибраций 74 гц, толщина ножа 1,2 мм.

Зависимость усилия резания (надвигания) от амплитуды вибраций представлена на рис. 5 и в исследованных пределах для малых скоростей надвигания приблизительно может быть выражена уравнением равнобочной гиперболы. Кривые, характеризующие величину усилий резания, для одной и той же породы и одного и того же ножа исходят из одной точки на оси ординат и по мере роста амплитуды расходятся таким образом, что чем больше скорость надвигания (см. рис. 6), тем медленнее уменьшается усилие при увеличении амплитуды.

На рис. 5 и 6 также видно, как усилие надвигания уменьшается при переходе от безвибрационного (безвибрационное, по существу, представляет вибрационное с амплитудой вибраций ножа равной нулю) резания к вибрационному со все возрастающей амплитудой.

Увеличение амплитуды свыше 3—5 мм (верхняя граница амплитуд соответствует твердым породам, нижняя — мягким) приводит лишь к незначительному уменьшению усилия надвигания.

Усилие надвигания, как видно из вышеприведенных графиков, с увеличением толщины ножа растет, причем для твердых пород по более крутой кривой, чем для мягких. Кроме того, на величину усилия надвигания влияет и форма поперечного сечения ножа. Так, в случае трапе-

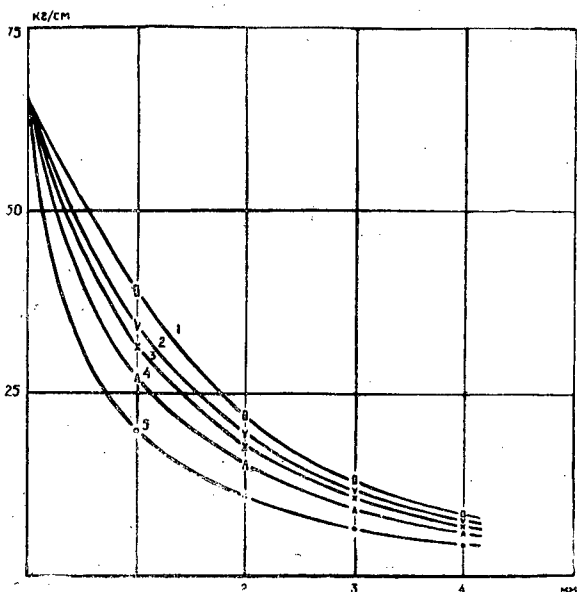


Рис. 6. Зависимость усилия надвигания от амплитуды вибраций ножа для свежесрубленной ели при частоте вибраций 74 гц, при толщине ножа 1,2 мм при различных скоростях резания.

1—15 см/сек; 2—10 см/сек; 3—8 см/сек; 4—5 см/сек; 5—2 см/сек.

цеидального сечения ножа усилие меньше в среднем в 1,1—1,4 раза, чем для прямоугольного, что видно из таблицы, составленной по результатам исследования поперечного резания со скоростью 2 см/сек. На основании результатов наших исследований можно утверждать, что существует тесное корреляционное соотношение между усилием надвигания и твердостью древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ф. М. Манжос. Бесстружечное деление древесины с использованием вибраций. Газ. «Лесная промышленность» № 110, 1955. [2]. Ф. М. Манжос. Вибрационное резание древесины. Тезисы докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1955 год, МЛТИ, 1956. [3]. Научно-техническая информация № 22. МЛТИ, 1956. [4]. Ю. Е. Нитусов. Об одной схеме электромагнитного вибратора, «Электричество» № 5, 1956. [5]. В. А. Смирнов. К вопросу построения теории резания древесины вибрационным методом. «Сборник трудов» ЛЛТИ, т. 3, 1957. [6]. С. П. Тимошенко. Теория колебаний в инженерном деле. Гостехтеориздат, 1934. [7]. Д. И. Шилькрут. О вибрационной механической обработке пластических материалов. ДАН СССР, 107, № 2, 1956.

Поступила в редакцию  
3 января 1959 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

К ВОПРОСУ ОБ ОМЫЛЕНИИ ЭФИРОВ ИЗОБОРНЕОЛА  
ВОДНОЙ ЩЕЛОЧЬЮ

## Сообщение 1

*С. Я. КОРОТОВ*

Профессор, доктор технических наук

*В. А. ВЫРОДОВ*

Младший научный сотрудник

(Всесоюзный заочный лесотехнический институт)

## Положение вопроса

В настоящее время в производстве синтетической камфары эфиры изоборнеола омыляют водной щелочью концентрации 20—40% с 10-процентным избытком при температуре 120—155° и небольшом давлении, иногда с применением эмульгаторов. Процесс, таким образом, протекает в гетерогенной среде. Для проведения реакции в заводских условиях требуется громоздкая аппаратура и значительное время (3—6 часов); периодический процесс вызывает ряд эксплуатационных затруднений.

В связи с поставленной общей задачей — перевода камфарного производства полностью на непрерывный процесс — необходимо и для омыления изоборнилных эфиров разработать практически приемлемый непрерывный способ.

Основной задачей является значительное увеличение скорости процесса омыления.

Согласно современным воззрениям скорость процесса омыления эфиров изоборнеола водной щелочью определяется не только скоростью химической реакции, но и скоростью диффузии реагирующих веществ из объема к поверхности, на которой имеет место химическая реакция [4].

В нашем случае такой поверхностью должна быть граница раздела фаз, так как трудно предположить, чтобы скорость диффузии молекул эфира в водную щелочь или молекул щелочи в изоборнилные эфиры была бы больше скорости химической реакции. Определяющей будет диффузия только одного реагирующего вещества к поверхности раздела фаз, поскольку молекулы второго реагирующего вещества будут в избытке на этой поверхности.

Ранее делались попытки подобные процессы описать критериальным уравнением [1]. Нам кажется более удобным пользоваться дифференциальными уравнениями.

В случае установившегося, непрерывного процесса омыления стадию диффузии можно несколько упрощенно\*, в общем виде, описать следующим уравнением:

$$dG = K_g(C_m - C_r)F \cdot dV \quad (1)$$

где  $G$  — количество прореагировавшего вещества в единицу времени в кг-моль вещества/час;  
 $C_m$  — концентрация этого вещества в объеме в кг-моль вещества/кг-моль фазы;  
 $C_r$  — концентрация этого вещества на границе раздела фаз в кг-моль вещества/кг-моль фазы;  
 $F$  — поверхность границы раздела фаз в единице объема в  $m^2/m^3$ ;  
 $V$  — объем аппарата, заполненный эмульсией, в  $m^3$ ;  
 $K_g$  — коэффициент массопередачи в кг-моль реагирующего вещества/ $m^2$ час единица концентрации.

Для нашей цели вторую стадию общего процесса — химическую реакцию (не вдаваясь в ее механизм) удобнее всего описать уравнением:

$$dG = K_x C_r C_{2r} F dV. \quad (2)$$

Здесь  $C_{2r}$  — концентрация второго реагента на границе раздела фаз в кг-моль реагента/кг-моль фазы;  
 $K_x$  — коэффициент скорости химической реакции в кг-моль реагирующего вещества/ $m^2$  час единица произведения концентраций эфира и щелочи.

Легко показать, что суммарный процесс пойдет по закону

$$dG = K C_m F \cdot dV, \quad (3)$$

где общий коэффициент скорости процесса

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_g} + \frac{1}{K_x C_{2r}}} \quad \text{или} \quad \frac{1}{K} = \frac{1}{K_g} + \frac{1}{K_x C_{2r}}. \quad (4)$$

Во многих случаях концентрацию второго реагирующего вещества на границе раздела фаз можно с достаточной точностью принять равной концентрации этого вещества в массе ( $C_{2r} = C_{2m}$ ). Таким образом, определение  $C_{2r}$  затруднений не встретит. Если второе реагирующее вещество имеется в очень большом избытке по сравнению с первым, то дело еще более упрощается и химическую реакцию можно рассматривать как идущую по первому порядку.

Назовем  $\frac{1}{K} = R$  — общим сопротивлением процесса,

$\frac{1}{K_g} = R_g$  — диффузионным сопротивлением,

$\frac{1}{K C_{2r}} = R_x$  — «химическим» сопротивлением.

\* Уравнение (1) справедливо или для «плоского» потока, или при наличии ламинарных пленок на границе раздела фаз, что по современным воззрениям [2] считается маловероятным. Не вдаваясь в обсуждение этого вопроса, будем считать для всех случаев уравнение (1) приведенным к уравнению массопередачи через плоскую поверхность.

$$R = R_g + R_x. \quad (4a)$$

Очевидно при низких температурах, когда скорость химической реакции чрезвычайно мала,  $R_g$  по сравнению с  $R_x$  исчезающе мало, и им можно пренебречь. Тогда  $R \approx R_x$ . Следовательно, в этих условиях все законы химической кинетики проявят себя, процесс будет проходить в кинетической области как бы в гомогенной среде.

С ростом температуры будут уменьшаться и  $R_g$  и  $R_x$ , причем  $R_g$  будет уменьшаться гораздо медленнее, чем  $R_x$ . ( $R_g$  изменяется от изменения физических свойств жидкости: вязкости, удельного веса). Наступит момент, когда с  $R_g$  уже придется считаться; тогда общее сопротивление будет определяться по формуле (4a).

При дальнейшем росте температуры  $R_x$  становится настолько меньше  $R_g$ , что им можно пренебречь. Тогда  $R \approx R_g$ . Процесс оказывается переведенным в диффузионную область.

Процесс выгоднее вести при высоких температурах, то есть в диффузионной области. Следовательно; придется считаться в основном с диффузионным сопротивлением.

Теоретические предпосылки и разведывательные опыты показывают, что при омылении изоборнил-формиата процесс переходит в диффузионную область при  $t$  до  $100^\circ$ , но протекает при такой температуре довольно медленно. Трудно объяснить это только низким значением  $K$ . По-видимому, медленность процесса связана с образованием третьей фазы — кристаллов изоборнеола, на поверхности которых образуется ламинарная пленка. Через эту пленку молекулы проходят только путем медленной молекулярной диффузии. Для ускорения процесс следует вести так, чтобы избежать образования кристаллов изоборнеола, что достигается двумя путями: 1) переводом изоборнильных эфиров и изоборнеола в паровую фазу; 2) проведением процесса в жидкой фазе, но при температурах выше температуры плавления технического изоборнеола, то есть при  $t \sim 200^\circ \text{C}$ . Давление при этом должно быть сравнительно небольшое, около  $20 \text{ атa}$ .

В условиях развитой свободной турбулентности коэффициент массопередачи зависит только от гидродинамических условий [5] и, следовательно,

$$K_g = f(Re). \quad (5)$$

В случае омыления в паровой фазе формула (5) напишется

$$K_g = f(Re_n, Re_{ж}), \quad (5a)$$

где  $Re_n$  — критерий Рейнольдса для паровой фазы,  
 $Re_{ж}$  — критерий Рейнольдса для жидкой фазы.

При отсутствии принудительного размешивания жидкой фазы, когда турбулентность ее достигается только путем барботирования паров через жидкость, формулу (5a) можно упростить:

$$K_g = f(Re_n). \quad (5b)$$

Так как в области развитой свободной турбулентности процесс массообмена практически не зависит от вязкости [3], то формулу (5) можно еще более упростить:

$$K_g = f(w) \quad (6)$$

где  $w$  — скорость движения жидкости или пара.



Для диффузионной области можно написать

$$K = K_g = f(\omega). \quad (6a)$$

В случае омыления изоборнильных эфиров при температурах, допускающих выкристаллизовывание изоборнеола, процесс идет в две стадии. Первая стадия характеризуется отсутствием твердой фазы и, следовательно, допускает режим развитой свободной турбулентности. В этой области  $K$  постоянен, так как не зависит от меняющихся физических свойств (вследствие протекающей реакции) эмульсии. Вторая стадия проходит при наличии увеличивающейся твердой фазы, что ведет к росту ламинарной пленки и обуславливает зависимость  $K$  от физических свойств жидкости. Очевидно в этой области значение коэффициента  $K$  должно падать. Сдвигать момент появления кристаллов изоборнеола и тем изменять время омыления можно не только повышением температуры процесса, но и добавкой растворителей. Этим можно объяснить лучшее омыление относительно слабых уксуснокислых эфиров, изоборнеола на Горьковском камфарном заводе. Вероятно, это же обстоятельство было причиной добавки к омыляемому эфирам на заводе Шеринга в Германии. Однако добавка растворителя не является выходом из положения, так как он, во-первых, снижает концентрацию эфира и, следовательно, замедляет скорость процесса; во-вторых он растворяет в себе изоборнеол и, вследствие этого, требует добавочных операций по извлечению из него последнего.

Увеличивая турбулентность, можно настолько уменьшить диффузионное сопротивление, что процесс перейдет из диффузионной в кинетическую область и дальнейшее увеличение скорости не окажется бесполезным. Очевидно, технически оптимальной скоростью  $\omega$  будет скорость, при которой процесс из диффузионной области переходит в кинетическую.

Удельная поверхность массообмена  $F$  должна зависеть от геометрических и гидродинамических факторов, а также от величины поверхностного натяжения:

$$F = f(Re, We) \quad (7)$$

Здесь  $We$ — критерий Вебера.

Следовательно, прибавление к реагирующей массе эмульгаторов, изменяющих величину поверхностного натяжения, должно сказаться на изменении величины  $F$ . Если  $R_x$  мало по сравнению с  $R_g$ , а турбулентность большая, то, как сказано выше, по аналогии с другими процессами можно считать, что величина  $KF$  зависит только от гидродинамических условий, но не от физических свойств жидкости. Тогда, поскольку гидродинамические условия по длине аппарата будут примерно постоянными, можно принять  $KF = \text{const}$ . Это позволяет интегрировать уравнение (3). Обозначив количество кг-моль/час фазы через  $W$ , имеем:

$$dG = WdC_m = KFC_m dV. \quad (8)$$

Так как  $W$  постоянно в любом сечении, то, интегрируя уравнение (8) в пределах от  $C_{\text{мн}}$  (начальная концентрация) до  $C_{\text{мк}}$  (конечная концентрация), имеем:

$$G = KF \frac{C_{\text{мн}} - C_{\text{мк}}}{2,31g \frac{C_{\text{мн}}}{C_{\text{мк}}}} V, \quad (9)$$

или

$$G = KFC_{\text{м ср}} V, \quad (10)$$

где

$$C_{\text{м ср}} = \frac{C_{\text{мн}} - C_{\text{мк}}}{2,3 \lg \frac{C_{\text{мн}}}{C_{\text{мк}}}}. \quad (11)$$

Здесь  $C_{\text{м ср}}$  — средняя концентрация фазы.

Исходя из этого, можно определить полный объем аппарата, работающего в подобных опытной установке условиях:

$$V = \frac{G}{KFC_{\text{м ср}}}. \quad (10a)$$

$G$  находим из материального баланса:

$$G = W(C_{\text{мн}} - C_{\text{мк}}). \quad (12)$$

$W$  дано,  $C_{\text{мн}}$  — дано,  $C_{\text{мк}}$  — задаемся,  $C_{\text{м ср}}$  — вычисляем по формуле (11),  $KF$  находим из опытов. Метод расчета позволяет экстраполировать экспериментальные данные, если соблюден принцип подобия и можно быть уверенным, что  $KF \approx \text{const}$ .

### Выводы

1. Предложена рабочая гипотеза механизма процесса омыления изоборнильных эфиров водной щелочью, позволяющая оценить влияние на скорость процесса: температуры, турбулентности потока, концентрации реагента, взятого в избытке, эмульгаторов, наличия твердой фазы (кристаллов).

2. Предложено два пути проведения непрерывного омыления изоборнильных эфиров:

а) омыление в жидкой фазе при температурах выше температуры кристаллизации технического изоборнеола,

б) омыление в паровой фазе.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. К. Дьяконов. Вопросы теории подобия в области физико-химических процессов. Изд. АН СССР, М., 1956. [2]. А. Г. Касаткин. Основы массопередачи. Сб. трудов научно-методической конференции 1956 года «Вопросы массопередачи». Госхимиздат, Л., 1957. В. В. Кафаров. Новые пути анализа моделирования диффузионных процессов. «Вопросы массопередачи». Госхимиздат, Л., 1957. P. V. Danckwerts. Transactions of the Faraday Society, Vol. 46, 300, 701, 1950. T. K. Sherwood, K. L. Pigford. Absorption and Extraction New—York, 1952. М. Х. Кишиневский, ЖПХ, XXVIII, 9, 1955. [3]. В. В. Кафаров. (См. [2]); В. Н. Стабников. «Химическое машиностроение» 2, 1937; 1, 1938; 2, 1940. D. W. Van Krevelen, P. I. Hofstijzer. Chemical Engineering Progress, Vol. 46, 29, 1950. В. А. Баум. Диссертация, Фонд ЭНИН АН СССР, 1945 по Г. К. Дьяконову (см. [1]). [4]. М. Е. Позин, ЖПХ, XIX, 1200, 1946. [5]. М. Е. Позин, И. П. Мухленов, Е. С. Гумаркина, Э. Я. Тарат. Пенный способ обработки газов и жидкостей. Госхимиздат, 1955.

## ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТОГО МЕТИЛАЛЯ ИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО

**Д. М. ВИНОКУРОВ**

Кандидат технических наук

(Львовский лесотехнический институт)

Ранее уже сообщалось, что при непосредственной конденсации формалина с метиловым спиртом получается технический метилаль, содержащий около 8% метанола [1]. Такой продукт, естественно, не соответствует некоторым пунктам технических условий на метилаль чистый [5]. В частности, за счет содержащегося в нем метанола он имеет несколько пониженный удельный вес. В неочищенном виде метилаль, вырабатываемый Свалявским лесохимзаводом, употребляется в качестве растворителя для лаков.

Между тем, для некоторых технологических процессов требуется чистый, не содержащий метанола и воды, метилаль. Чтобы из технического получить чистый метилаль, необходимо разрушить азеотропную смесь, которую он образует с метанолом. Это и явилось целью настоящей работы.

Из возможных способов освобождения метилаля от метанола нам казались наиболее доступными и реальными для промышленного применения следующие:

1. Связывание метанола в метилале путем проведения дополнительной конденсации его с параформом в соответствии с известным способом получения метилаля из параформа и метанола [6].

2. Растворение метанола (содержащегося в техническом метилале) в несмешивающемся с метилалем растворителе, в качестве которого, например, может быть использован раствор едкого натра. Как известно, щелочи неограниченно смешиваются с метанолом, но не растворяют нейтральные масла и эфиры [2], [3], [4]. По аналогии мы предположили, что растворимость метилаля в растворах едкого натра будет небольшой.

3. Проведение дополнительной конденсации технического метилаля с обесспиртованным формалином непосредственно в процессе отгонки азеотропа.

### Экспериментальная часть

#### *1. Конденсация технического метилаля с параформом*

Параформ для конденсации был получен путем отгонки метанола и воды из технического формалина под вакуумом 12 мм. Выпавший в

осадок после охлаждения остатка в колбе параформ отфильтровывался на стеклянном фильтре, сушился под вакуумом над хлористым кальцием в течение недели, после чего использовался для конденсации с метанолом, содержащимся в техническом метилале.

Конденсация проводилась смешением взвешенных количеств параформа и метилала в присутствии 2—3 капель концентрированной серной кислоты. Процесс конденсации протекал в течение 24 часов при комнатной температуре (опытным путем было установлено, что метилаль плохо растворяет параформ, особенно если последний не свежеприготовленный), после чего производилась отгонка метилала. Затем определяли его удельный вес и коэффициент преломления. Температура кипения устанавливалась непосредственно в процессе отгонки.

Для характеристики степени освобождения получаемого метилала от метанола мы применяли известную пробу на всплываемость метилала при смешении одного объема его с двумя объемами 30-процентного раствора едкого натра\*. Всплываемость не содержащего метанол метилала составляет 96—97%.

В результате ряда проведенных опытов было выявлено, что наилучшим для конденсации является соотношение: 1 г параформа на 26 г технического метилала ( $\approx 4\%$  от веса метилала). Это почти соответствует теоретически необходимому количеству параформа для того, чтобы превратить весь метанол азеотропной смеси в метилаль.

Не приводя здесь всех опытных данных, укажем лишь, что меньшие количества параформа давали менее чистый метилаль, что вполне естественно. В тех случаях, когда для конденсации брали избыточное количество параформа, излишек его к концу отгонки метилала откладывался в виде белого налета на внутренние части стенок отводной трубки перегонной колбы и холодильника.

Полученный таким путем чистый метилаль имеет

$$t_{\text{кип}} = 41,5 - 42,5^{\circ}\text{C} (760 \text{ мм}); d_4^{20} = 0,8625 - 0,8630; n_D^{20} = 1,3540 - 1,3542;$$

всплываемость над 30-процентной щелочью 97%. Он по всем своим константам полностью удовлетворяет требованиям технических условий на метилаль реактивный [5].

## 2. Разрушение азеотропа раствором едкого натра

Для определения степени растворимости метанола, метилала и технического метилала в растворах едкого натра мы брали отмеренные количества испытуемой жидкости при  $t = 18 - 20^{\circ}\text{C}$ , тщательно взбалтывали с равным объемом NaOH и после 20—30-минутного отстаивания измеряли нерастворившийся слой.

Время, необходимое для полного всплывания метилала над щелочью, определяли опытным путем.

По убыли в объеме испытуемого вещества устанавливалась его растворимость (в процентах от исходного объема). При этом мы не учитывали возможного, весьма малого, изменения объема метилала за счет растворения им воды, содержащейся в растворителях (нами определено, что метилаль при взбалтывании растворяет воду в количестве 3% по объему или 3,7% по весу).

Метанол почти неограниченно растворяется в исследованных растворах щелочи.

\* По стандарту [4] применяется 33-процентная щелочь.

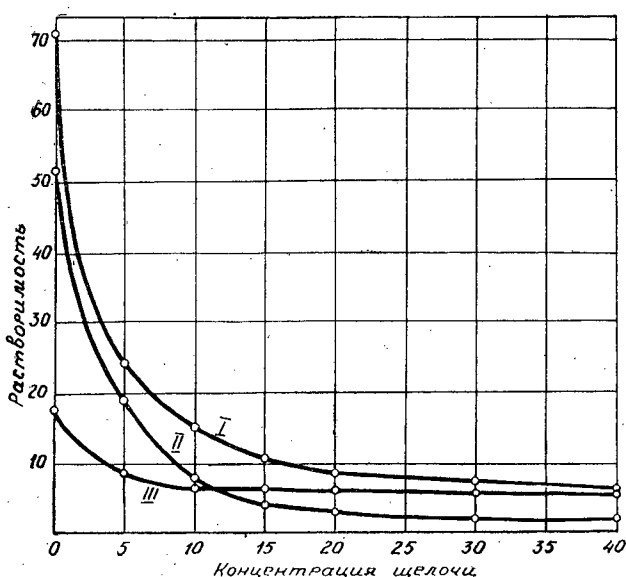


Рис. 1.

Результаты испытаний изображены на рис. 1, где кривые II и I представляют зависимость растворимости соответственно метилала и азеотропа от концентрации щелочи при взбалтывании равных объемов раствора щелочи и исследуемого вещества. Кривая III изображает ту же зависимость для соотношений одного объема раствора щелочи на 4 объема вещества.

Как видно из диаграммы (кривая II) растворимость метилала в значительной степени зависит от концентрации едкого натра в растворе. При увеличении концентрации щелочи от 0 до 15% растворимость метилала резко уменьшается с 51,5% до 4%. С дальнейшим ростом концентрации раствора до 40% растворимость его продолжает медленно снижаться до 1,5%.

Аналогичный характер имеет кривая I, выражающая зависимость растворимости азеотропа от концентрации щелочи: резкое падение растворимости от 71,5 до 8% при увеличении концентрации едкого натра от 0 до 20% и лишь незначительное изменение с дальнейшим ростом концентрации щелочи до 40%. При соотношении щелочи и азеотропа 1:4 (кривая III) заметное падение растворимости азеотропа наблюдается при увеличении концентрации раствора NaOH от 0 до 5%. При дальнейшем увеличении концентрации щелочи до 40% уменьшение растворимости азеотропа невелико.

Во всех исследованных случаях, когда растворялось около 8 и более процентов азеотропа, после отделения всплывшего над щелочью метилала и простой перегонки его из колбы Вюрца получался метилал, имеющий  $d_4^{20} = 0,8621 - 0,8633$ ;  $t_{\text{кип}} = 42,1 - 42,6^\circ\text{C}$  и  $n_D^{20} = 1,3537 - 1,3542$ ; всплываемость над 30-процентной щелочью 98%.

При сравнении кривых I и III видно, что почти одинаковые по растворимости результаты получаются при применении однократной промывки азеотропа одним объемом 20—30-процентной щелочи или  $1/4$  объема 5-процентной щелочи.

Таким образом, можно считать, что  $1/4$  объема 5-процентного раствора едкого натра достаточно для промывки одного объема азеотропа,

чтобы при последующей отгонке получить соответствующий техническим условиям (ТУ № 2069-51) реактивный метилаль.

Расход щелочи будет при этом незначительным, так как после отгонки метилаля и метанола охлажденный раствор щелочи вновь становится пригодным для промывки азеотропа.

### 3. Разрушение азеотропа путем дополнительной конденсации его с обесспиртованным раствором формалина в процессе отгонки технического метилаля

Обесспиртованный раствор формалина получали, добавляя к техническому формалину один процент серной кислоты и отгоняя затем на колонке в 9 теоретических тарелок образовавшийся технический метилаль. Выпадение осадка параформа начиналось после 60 часов стояния раствора при 20° С; при подогреве его до 70° С почти весь параформ вновь растворялся.

Процесс конденсации проводился с отгонкой азеотропа на обычной колонке, применяемой нами для получения метилаля. В середину колонки (по высоте) в процессе отгонки технического метилаля из конденсационной смеси непрерывно вводился обесспиртованный, подогретый до 42—43° С формалин, содержащий около 1% серной кислоты\*. Для этой цели между колонкой и ее головкой ставился тройник. Через один отросток его пропускалась изогнутая стеклянная трубка, нижний конец которой доходил до середины колонки. Верхний конец трубки соединялся с бюреткой, из которой выпускались в колонку отмеренные количества обесспиртованного формалина.

Количество вводимого в колонку формалина регулировалось так, чтобы оно составляло 0,12—0,15 от количества отбираемого дистиллята. Как показали расчеты, при получении метилаля в производственных условиях на тарелочной колонке, достаточно вводить формалин в количестве 0,1 от объема отбираемого дистиллята.

Удельный вес, температура кипения и коэффициент преломления отводимого из верхней части колонки метилаля в значительной степени зависит от количества вводимого в колонку формалина: при уменьшении его подачи все указанные показатели понижаются; при увеличении подачи — повышаются, но метилаль приобретает запах формальдегида.

Полученный метилаль по своим свойствам соответствовал реактивному метилалю; он имел:  $d_4^{20} = 0,861—0,862$ ;  $t_{\text{кип}} = 42,1—42,6^\circ\text{C}$ ;  $n_D^{20} = 1,3537—1,3540$  и всплываемость над 30-процентным едким натром 96—97%.

В заключение статьи хотелось отметить одно выявившееся обстоятельство. При проведении опытных отгонок технического метилаля из конденсационной смеси на заводской колонке в 18 тарелок получался метилаль с  $d_4^{20} = 0,8572$ ,  $n_D^{20} = 1,3520$  и всплываемостью над 30-процентной щелочью 90—92%, то есть по коэффициенту преломления строго соответствующий азеотропной смеси: 92% метилаля и 8% метанола.

В лабораторных условиях, при отгонке технического метилаля на колонке в 9 теоретических тарелок с насадкой в виде медных колец с применением в качестве катализатора соляной кислоты, получается при достаточном флегмовом числе (8—10) метилаль с  $d_4^{20} = 0,860$ ;  $n_D^{20} = 1,3535$ ; всплываемостью 94—95%, то есть, очевидно, с содержанием менее 8% метанола.

\* Серная кислота добавлялась, как указывалось, при получении обесспиртованного формалина.

По-видимому, это можно объяснить следующим образом. В бестарелочной колонке поднимающийся вверх по насадке азеотроп увлекает с собой небольшое количество формальдегида и следы HCl. Затем, уже на самой насадке, происходит дополнительная конденсация метанола (из азеотропа) с увлеченным им формальдегидом. Подтверждением этого является изложенный нами выше способ получения чистого метилаля в процессе отгонки технического (способ III). Поэтому не лишен, очевидно, основания первоначально предложенный нами способ получения метилаля в производственных условиях на бестарелочной колонке с керамической или угольной насадкой [1].

### Выводы

1. Исследована возможность получения чистого метилаля из технического тремя способами. При этом установлено, что чистый метилаль, соответствующий техническим условиям на метилаль реактивный, получается:

а) при конденсации технического метилаля с небольшим количеством параформа;

б) при промывке азотропа щелочью и последующей отгонке промытого метилаля;

в) при непрерывной конденсации азеотропной смеси с обесспиртованным формалином непосредственно в процессе получения технического метилаля.

### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. М. Винокуров. Получение метилаля из формалина и метилового спирта. Журн. «Научные доклады высшей школы», раздел «Лесонинженерное дело» № 4, 1958. [2]. З. Г. Марков, А. В. Красилов. Использование отходов переработки метанольной фракции. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 3, 1955, стр. 24. [3]. В. П. Сумароков. Древесно-спиртовые масла и их использование. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 3, 1955, стр. 6. [4]. Технические условия на ацетале-спиртовой растворитель (ТУ 553-55). [5]. Технические условия на метилаль реактивный (ТУ № 2069-51). Главхимреактив. [6]. E. Fischer, G. Giebe. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, b. 30, s. 3053, 1897.

Поступила в редакцию  
2 декабря 1958 г.

## ЭКСТРАКЦИЯ КАНИФОЛИ ИЗ ВОЛОКНИСТОЙ ОСМОЛЬНОЙ МАССЫ В АППАРАТЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

**Ф. А. МЕДНИКОВ**

Доцент, кандидат технических наук

**Е. В. УШКОВА**

Аспирант

**В. Н. ЖЕРНАКОВА**

Инженер

**Н. Н. ГОЛУБЕВА**

(Ленинградская лесотехническая академия).

При комплексной переработке смолистой и малосмолистой древесины осмольная щепка обычно поступает на дефибрирование. Поэтому при сочетании канифольно-экстракционного производства с получением древесноволокнистых материалов (изоплит, картонов и др.) целесообразно извлечение смолистых веществ производить не из щепы, а из волокнистой массы, так как экстракция в этом случае протекает быстрее и в более мягких условиях, а летучие улавливаются при размоле древесины на дефибрерах. Получается мисцелла, состоящая только из растворителя и канифоли, что в значительной степени упрощает ее переработку.

В настоящей работе описывается процесс экстракции канифоли из волокнистой осмольной массы на лабораторной установке периодического действия.

Лабораторный экстрактор изготовлен из газовой трубы диаметром 50 мм, длиной — 1120 мм. Весь объем экстрактора (для составления материальных балансов экстракций) разделяется на 5 зон. По высоте экстрактора установлено 9 пробных краников на равных расстояниях друг от друга. Для обогрева имеется водяная рубашка (диаметр наружной трубы — 110 мм). Сверху и снизу экстрактор закрывается винтовыми пробками с патрубками для ввода растворителя и слива мисцеллы. Схема экстракционной установки показана на рис. 1.

Опыты проводились с волокнистой массой спелого осмола, приготовленной на Новобелицком лесохимическом комбинате в цехе изоплит. До экстракции волокнистая масса находилась 18 месяцев в ящиках под навесом. Исходное и остаточное содержание смолистых веществ в массе определялось экстракцией свежеперегранным серным эфиром в аппарате Иванова. Канифоль в экстракте и мисцелле оттитровывалась 0,1н. КОН с фенолфталеином. Влажность определялась отгонкой с



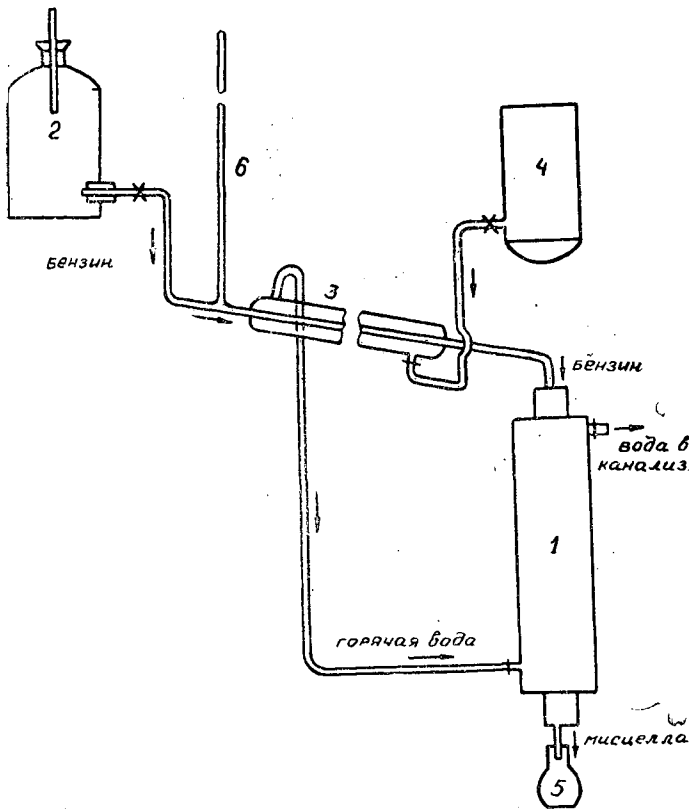


Рис. 1. Схема экстракционной установки камерального типа.

1— экстрактор; 2— мерник бензина; 3— подогреватель для бензина; 4— подогреватель для воды; 5— сборник для мисцеллы; 6— воздушник.

бензином, а в отработанной массе летучие (растворитель) — кипячением с водой. Загрузка массы в экстрактор проводилась с разной степенью уплотнения. Объемный вес массы в экстракторе колебался в пределах 167,4—344,1 кг/м<sup>3</sup>. В опыте № 10 экстрагировалась прессованная волок-

№ опыта	Количество загружаемой в экстрактор массы в г	Объемный вес экстрагируемой массы в кг/м <sup>3</sup>	Содержание в %		Время экстракции в мин.	Модуль*) кг/л	Коэффициент извлечения в %
			влаги к навеске массы	канифоли на древесину 20%-ной влажности			
1	360	167,4	8	15,8	60	1:9	86,7
2	534	248,3	18	15,9	110	1:9	84,4
3	370	172,0	18	22,6	30	1:7	86,3
4	380	176,7	14	15,3	70	1:10	90,0
5	370	172,0	18	16,6	60	1:5	91,1
6	600	279,0	48	22,6	120	1:9	92,0
7	645	300	38	38,0	110	1:6	92,3
8	167,4	360	14	16,9	30	1:9	98,0
9	300	150	40	15,4	120	1:13	94,5
10	500	620	40	15,4	120	1:9	89,0

\* Модуль рассчитывался во всех опытах на древесину 20-процентной влажности.

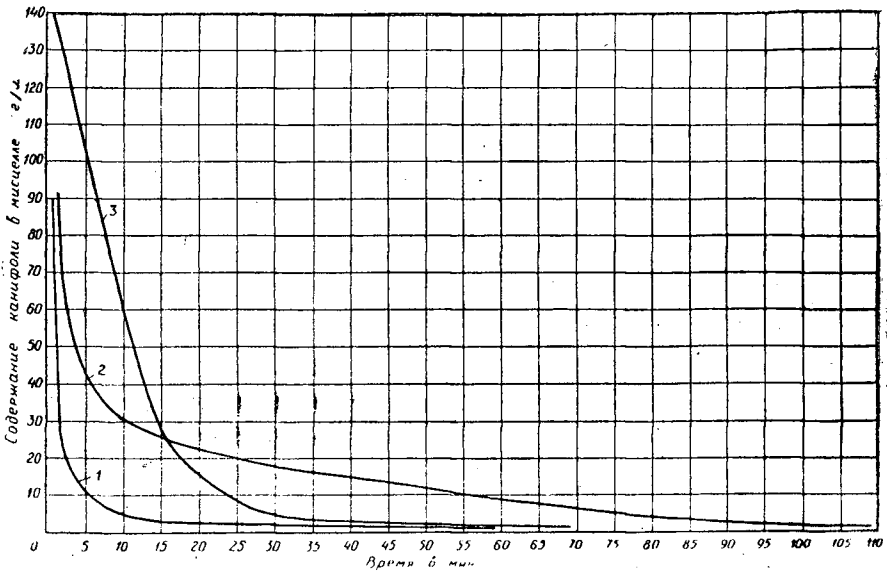


Рис. 2а.

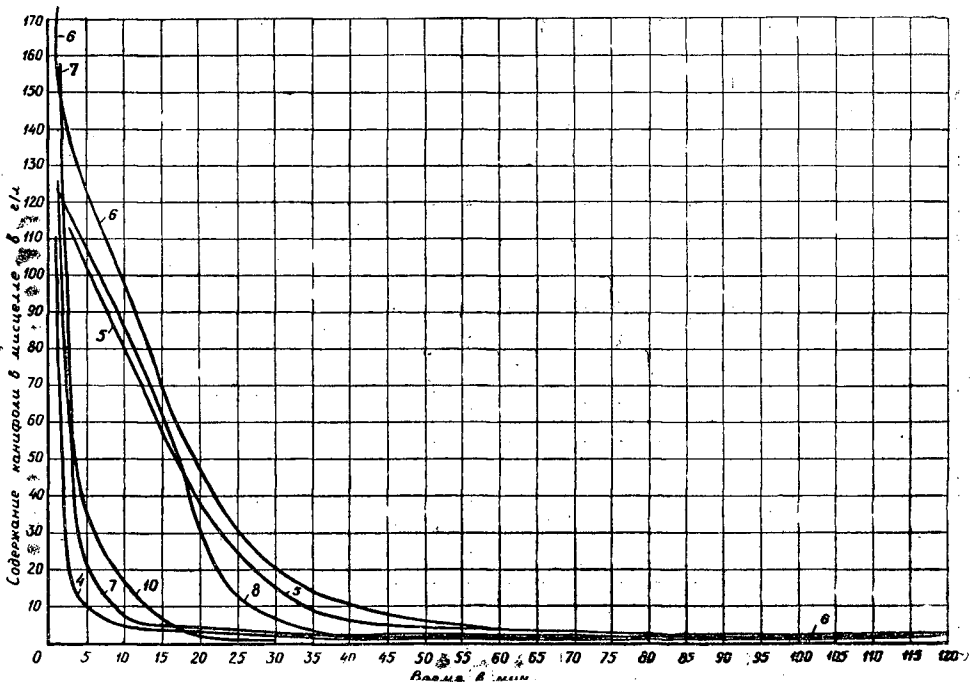


Рис. 2б.

нистая масса с объемным весом 620 кг/м<sup>3</sup>. Жидкостный модуль по мисцелле у большинства опытов составлял 1:9 и 1:10 кг/л. Отбор проб мисцеллы в течение первых 5 мин экстракции производился каждую минуту, затем через каждые 5 мин (до 30 мин экстракции) и после этого через каждые 10 мин (до конца опыта). В опытах № 1—3 растворителем являлся бензин, отвечающий условиям ГОСТ 443-41. В других:

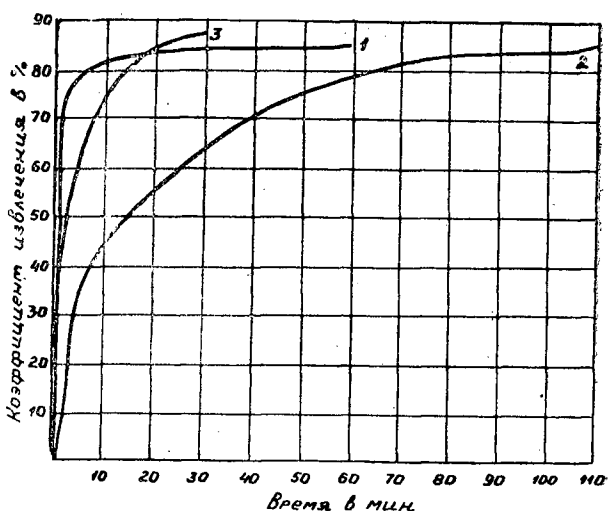


Рис. 3а.

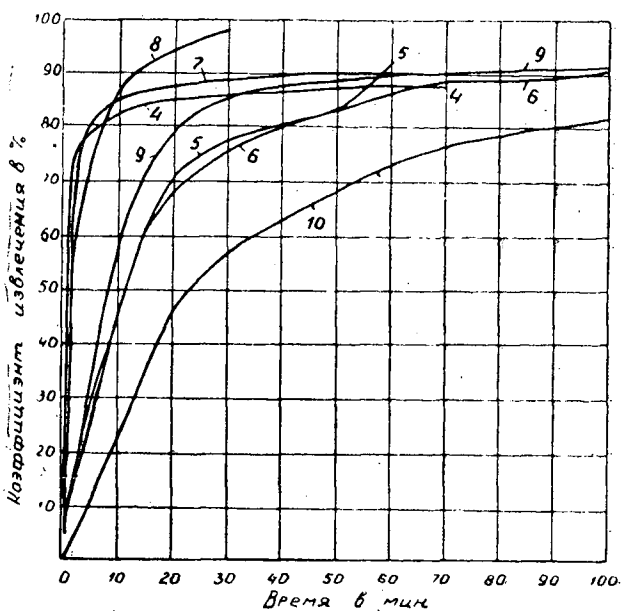


Рис. 3б.

опытах экстракция проводилась смесью бензина (90%) и бутилового спирта (10%), так как канифоль содержала большое количество окисленных смоляных кислот. Температура растворителя, поступающего на экстракцию, была 50—55°, а температура сливаемой мисцеллы 40—50°. Результаты десяти опытов по экстракции канифоли из волокнистой массы спелого осмола приводятся в таблице (стр. 161).

Как видно из таблицы, при обработке бензином долго сохранявшейся на воздухе осмольной массы можно получить сравнительно высокий коэффициент извлечения смолистых веществ, а именно 86—87%

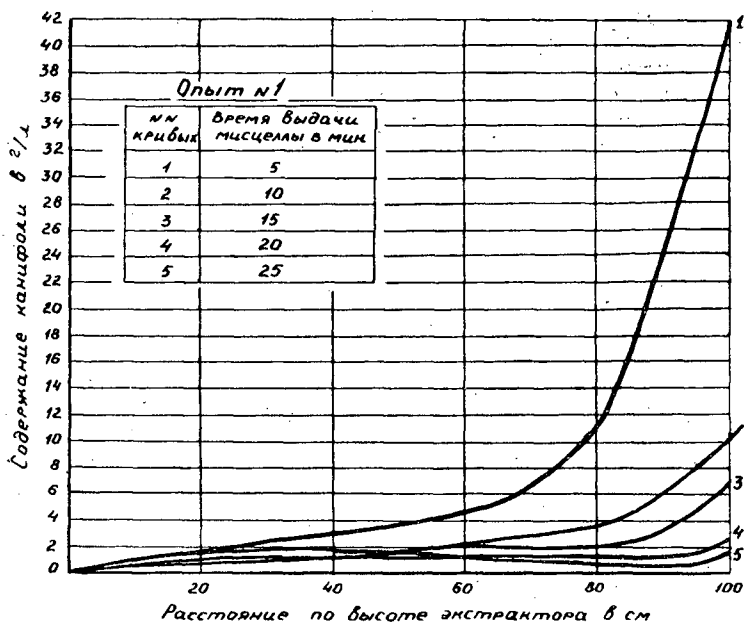


Рис. 4а.

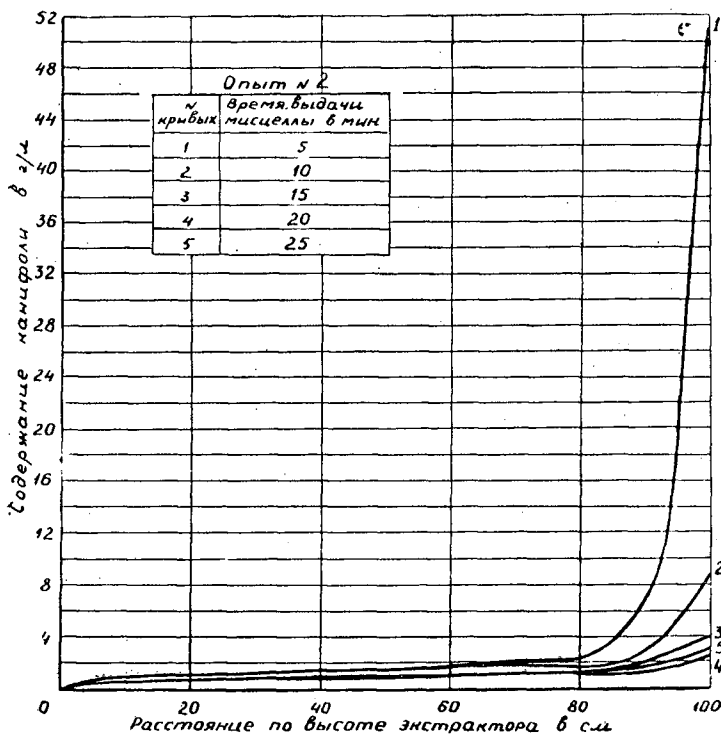


Рис. 4б.

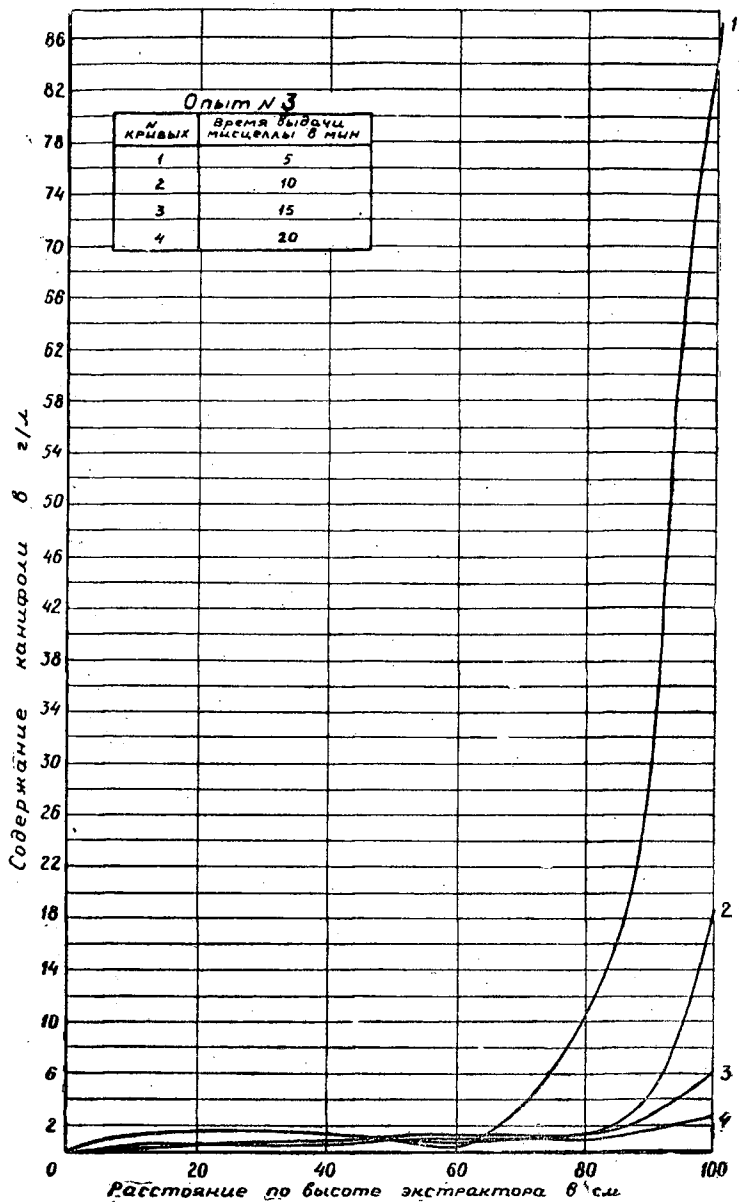


Рис. 4в.

за 60—70 минут экстракции. Значение этого показателя за тот же промежуток времени и при одинаковом жидкостном модуле заметно повышается, если экстракция волокнистой массы проводится смесью (9:1) бензина и бутанола. В среднем по семи опытам коэффициент извлечения составляет 92,5%.

Во всех случаях основная масса канифоли извлекалась за первые 5—10 мин экстракции. Так, например, при применении бензина средний (из трех опытов) коэффициент извлечения оказался равным 76% (5 мин экстракции) и 83% (10 мин экстракции). При проведении экстракции смесью бензина и бутанола средний (по опытам 4—10) коэффициент извлечения соответственно получился равным 81% и 84%.

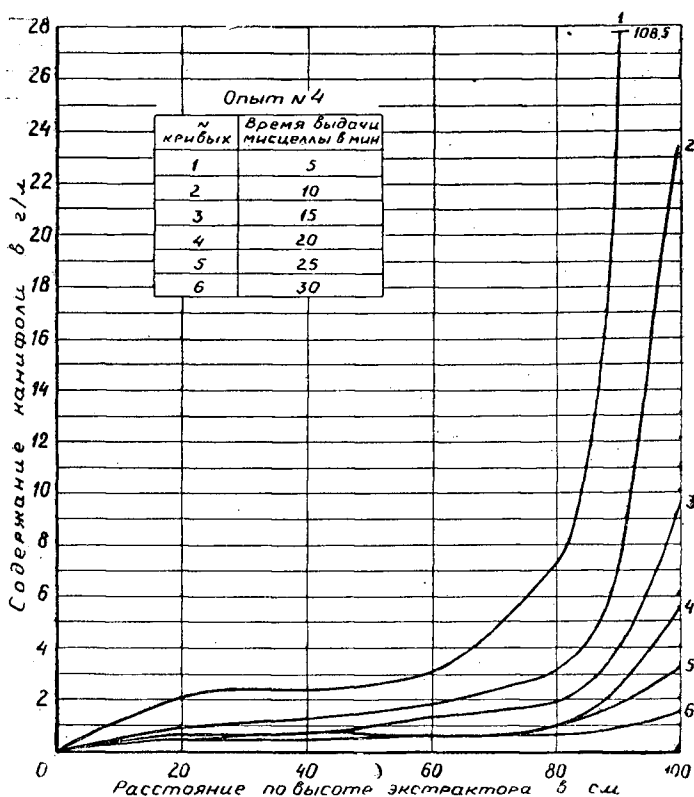


Рис. 4г.

Содержание канифоли в мисцелле, отобранной в первую минуту, во всех случаях было максимальным и колебалось от 139 г/л до 89,6 г/л (экстракция бензином) и от 172,2 г/л до 123,9 г/л (экстракция смесью растворителей). В конце периода экстракции концентрация канифоли в мисцелле составляла всего лишь 0,5—1,0 г/л (см. рис. 2, а и б).

Коэффициент извлечения канифоли из волокнистой массы при экстракции бензином (рис. 3 а) и смешанным растворителем (рис. 3 б) резко увеличивается в первые минуты процесса. В конце экстракции кривые имеют асимптотический характер.

В целях изучения кинетики процесса экстракции канифоли из волокнистой осмольной массы нами было проведено четыре опыта с одновременным отбором проб мисцеллы по всей высоте экстрактора. В опытах № 1—3 применялся бензин, а в опыте № 4 — смесь: бензина 90% и бутанола — 10%. Плотность набивки в экстракторе колебалась от 135 до 210 кг/м<sup>3</sup>. Модуль в первых двух опытах был 1:6, а в последующих 1:4. В опытах № 1 и 2 за 25 мин экстракции из волокнистой массы (исходная смолистость которой была 15,4%, а влажность 8%) извлеклось — 70% канифоли, а в опыте № 3 за 20 мин экстракции — 79,5%. В опыте № 4, который проводился в аналогичных условиях с опытом № 3, коэффициент извлечения составил 97,6%. Отсюда ясно, что добавка к бензину бутанола в значительной степени повышает извлекающую способность растворителя.

Содержание канифоли в мисцелле, отобранной в одно и тоже время с разной высоты экстрактора, колеблется в широких пределах (см.

рис. 4, а, б, в, г). В случае отбора проб в одном и том же месте, но через разные (от начала процесса экстракции) промежутки времени, наибольшее содержание канифоли получается в первой пробе, отобранной через 5 мин после начала экстрагирования. В дальнейшем происходит резкое снижение концентрации, а в конце периода экстракции содержание канифоли в мисцелле по всем точкам отбора проб выравнивается. В первых трех опытах это явление наступает при коэффициенте извлечения 70—80%, а в опыте № 4 при коэффициенте извлечения — 97,6%. Таким образом, добавка бутилового спирта к бензину в значительной степени повышает экстрагирующую способность растворителя при извлечении из волокнистой массы канифоли с большим содержанием окисленных смоляных кислот (содержание НПЭ в канифоли — 51,5%).

### Выводы

1. Экстракция канифоли из волокнистой осмольной массы бензином в экстракторе периодического действия протекает быстро. При мягких условиях процесса (температура мисцеллы 40—50°С) коэффициент извлечения составляет 80—90%. Применение смешанного растворителя (бензин 90%, бутанол — 10%) значительно ускоряет процесс экстракции и увеличивает коэффициент извлечения до 97%.

2. Концентрация канифоли в мисцелле за первые 5 мин экстракции доходит до 172 г/л, а к десятой минуте составляет 20—50 г/л. Рабочее время экстракции для получения вышеуказанных показателей составляет всего лишь 10—15 мин. В последние 20—30 мин экстракции как коэффициент извлечения, так и содержание канифоли в мисцелле остаются практически без изменений.

3. При сочетании канифольно-экстракционного производства с получением из обессмоленной волокнистой массы древесноволокнистых плит, для проклейки которых применяются смолы, отпадает необходимость доводить процесс экстракции до высокого коэффициента извлечения. Оставшаяся в древесине канифоль будет служить связующим материалом для изоплит.

---

Поступила в редакцию  
11 августа 1958 г.

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

## СОВЕЩАНИЕ В МОСКОВСКОМ ДОМЕ УЧЕНЫХ

П. И. ВОЙЧАЛЬ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

11—12 декабря секция охраны природы и секция права Московского Дома ученых АН СССР провели широкое совещание деятелей научных и общественных организаций, посвященное состоянию нашего лесного хозяйства.

В работе совещания, созданного Домом ученых в связи с выступлениями печати («Известия» от 17 сентября 1958 г. и др.), приняли участие 250 человек — представители научной и инженерной общественности, интересующиеся состоянием лесного хозяйства в нашей стране.

Вступительное слово о характере и задачах совещания произнес председатель секции охраны природы проф. А. П. Протопопов. Всего на совещании выступили 35 человек, среди которых следует назвать видных ученых-лесоводов проф. В. П. Тимофеева, чл.-корр. ВАСХНИЛ проф. Н. П. Анучина, проф. Б. В. Гроздова, проф. Г. П. Мотовилова, проф. А. И. Ахромейко, руководящих работников Главных управлений лесного хозяйства и лесозащитного лесоразведения СССР и РСФСР. Б. М. Перепечина, Н. Р. Письменного, В. П. Цепляева, А. Ф. Мукина, представителей юридической науки тт. Полянскую, Спекторова, работников лесохозяйственного производства тт. Николаюк, Захарова, Ложкова, Джумагулова, Бойко; в работе совещания участвовали также проф. Чайнов (институт почвоведения АН СССР), проф. Соколов (лаборатория гидрологических исследований АН СССР), представитель группы общественных работников Сталинского района гор. Москвы бактериолог Королев и многие другие. Присутствовали на совещании и лесозаготовители.

На совещании царил дух большой заботы о состоянии наших лесов и о дальнейшей судьбе лесного хозяйства. В высказываниях выступавших было ярко показано огромное народнохозяйственное значение леса не только как источ-

ника древесины, но и как хранителя подземных вод, борца с суховеями и эрозийными процессами, охранителя здоровья человека, поставщика дичи, грибов, ягод и т. д. и, наконец, как неогценимого эстетического фактора. Было подчеркнуто, что решение задачи сохранения и приумножения наших лесных богатств, в комплексе с другими мероприятиями по охране природы, уже стало срочным и необходимым. Выступавшие на совещании вновь отметили, какой великий ущерб наносится нашему лесному хозяйству из-за низкой культуры лесозаготовок, незнания и недооценки закономерностей живой природы, из-за слабой разъяснительной и воспитательной работы среди населения по вопросам охраны природы, в том числе и охраны лесов. Указано было также на имеющиеся юридические неясности в правовом статусе лесного хозяйства и недостатки в организации управления лесохозяйственной деятельностью. Единодушно была одобрена ленинская идея о неделимости лесного хозяйства страны.

В своем постановлении совещание, включившись в предсъездовское обсуждение тезисов плана развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 годы, отметило значение лесного хозяйства страны, его достижения и крупные недостатки. К числу недостатков относятся: несоответствие между размещением рубок и запасов древесины, медленное перебазирование лесозаготовок в многолесные районы, несовершенство технологии лесозаготовок, нарушение лесохозяйственных правил, плохое использование лесосечного фонда, излишняя рубка, отсутствие в лесу достаточно развитой дорожной сети и ее плохое состояние, сплошная рубка в горных лесах, приводящая к эрозии и оползням, низкий уровень механизации основных лесохозяйственных работ, плохое внедрение научных достижений, низкая опла-



та труда лесохозяйственных рабочих, неудовлетворительные культурно-бытовые условия, недостаточное внимание к лесному хозяйству со стороны руководителей сельским хозяйством, несоответствие организационно-правовой формы управления лесным хозяйством современным требованиям сохранения и возобновления леса.

Совещание высказалось за необходимость следующих неотложных мероприятий и рекомендаций:

разработать план развития лесного хозяйства в увязке с лесной промышленностью по отдельным районам и по всей стране на период 12—15 лет;

издать законы об охране природы и о лесах;

организовать самостоятельный орган по управлению лесным хозяйством при Правительстве СССР;

ускорить упорядочение территориального размещения лесозаготовок и прекратить перерубы в малолесных районах;

улучшить использование лесосечного фонда, пересмотреть технологические процессы лесозаготовок с учетом лесохозяйственных требований;

усилить механизацию трудоемких лесохозяйственных работ; пересмотреть таксы на лес, сделав их экономическим стимулом полного и рационального использования лесосечного фонда; восстановить действенную службу лесозащиты;

начать широкие работы по повышению продуктивности лесов, прежде всего по их осушительной мелiorации;

усилить выделение средств по лесному хозяйству на строительстве мостов и дорог, в том числе и из бюджета лесозаготовительных организаций;

поручить научно-исследовательским учреждениям разработку рекомендаций о соотношении площадей лесов и сельскохозяйственных угодий в горных местностях и малолесных районах;

ускорить решение научных задач и конструирование машин для семенного

хозяйства и других работ и разработку экономики лесохозяйственных предприятий и т. п.;

установить такой порядок, при котором средства, выручаемые колхозами от продажи леса на сторону, зачислялись бы в государственный бюджет;

расширить права лесхозов и лесничих в хозяйстве и в контроле за лесопользователями;

считать нецелесообразным в современных условиях включение лесного хозяйства в лесную промышленность, так как это повело бы к бесконтрольности в эксплуатации леса и к ухудшению лесного хозяйства в широком смысле слова;

обратить серьезное внимание местных органов государственной власти на прорисовываемое уничтожение пригородных лесных зон; просить Правительство приравнять незаконные порубки леса к хищению социалистической собственности; перевести в I группу леса тех районов, где развивается эрозия и истощаются запасы подземных вод;

рекомендовать Министерством просвещения и Академии педагогических наук РСФСР ввести в начальных классах школ уроки по основам биологии и охране природы для воспитания у детей уважения к природным богатствам;

увеличить программы лесоводственных дисциплин в лесотехнических вузах страны;

привлечь печать и широкую общественность к охране природы, проводить недели и дни леса силами молодежи, школ, краеведов и т. п.;

в южных и западных районах СССР ввести комплексное лесное хозяйство с возложением лесозаготовок на лесхозы.

Единодушно одобрив тезисы доклада Н. С. Хрущева о плане развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 годы, совещание поручило секциям охраны природы и права Московского Дома ученых довести материалы совещания и принятые предложения до сведения директивных органов.

## ЭНЕРГОХИМИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОГО СОВНАРХОЗА

**Н. В. НИКИТИН**

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

24 декабря 1958 года состоялся пленум технико-экономического совета Архангельского совнархоза, посвященный вопросу энергохимического использова-

ния древесных отходов предприятий Архангельской области.

На пленуме были заслушаны доклады ученых Ленинградской лесотехнической

академии доктора технических наук проф. В. В. Померанцева, кандидата технических наук доц. А. А. Ливеровского, доктора технических наук проф. С. Я. Коротова, проф. Д. В. Тищенко, а также главного механика завода «Вахтан» В. С. Герасимова, научного сотрудника центрального котлотурбинного института (ЦКТИ) имени И. И. Ползунова, К. Д. Сыркиной, главного энергетика Архангельского бумажного комбината инж. В. И. Демьяновского, инженера Гипролесхима А. А. Ганшина, научного сотрудника Северного научно-исследовательского института промышленности Сухановского.

В обсуждении докладов приняли участие ученые Архангельского лесотехнического института кандидаты технических наук доц. М. В. Кушнер и кандидаты технических наук доц. Н. В. Никитин, инженеры производства, работники Совнархоза.

Архангельский экономический административный район располагает большим количеством различных древесных отходов; так, например, по данным Архангельского Совнархоза, количество отходов лишь от лесопильно-деревообрабатывающих предприятий в 1958 г. составляло 2169 тыс. м<sup>3</sup>, из них в целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности использовалось 640 тыс. м<sup>3</sup>, для ТЭЦ и на отопление жилищ — 1377 тыс. м<sup>3</sup>.

Уровень производства пиломатериалов за семилетие возрастет на 65,5%, будет сварено целлюлозы в 3,7 раза, выработано бумаги в 3,9 раза, этилового спирта в 2,4 раза больше, чем в 1958 г. Объем лесозаготовок по Совнархозу в 1965 г. составит 24,75 млн. м<sup>3</sup>, то есть на 37,5% больше, чем в 1958 г. В 1965 г. расчетное количество отходов лесопильно-деревообрабатывающих производств Архангельской области составит 3700 тыс. м<sup>3</sup>, низкосортной древесины и отходов лесозаготовок — 8300 тыс. м<sup>3</sup> \*.

Проблема полного и рационального использования древесины и древесных отходов все сильнее занимает умы ученых. За последние пять лет в Академии Наук и лесотехнических вузах неоднократно проводились совещания по этому вопросу. Ленинградская лесотехническая академия, Архангельский, Московский и другие лесотехнические институты на основе проведенных исследований опубликовали ряд работ, в которых дали рекомендации по рациональному использованию древесины и древесных отходов.

\* При рассмотрении баланса отходов и выбора методов их использования необходимо учитывать то, что часть лесопрохозов находится далеко от железных дорог, и древесина вывозится потребителями только в летний период водным путем.

Поэтому понятен интерес, который вызвал специальный пленум технико-экономического совета, и хотя предполагалось рассмотреть лишь один вопрос — об энергохимическом использовании отходов, многие выступления были посвящены другим способам их утилизации.

Архангельские предприятия имеют опыт комбинирования; примером могут служить лесозаводы № 16—17 и сульфат-целлюлозный завод. Гидролизные заводы используют опилки и щепу с лесозаводов. Завод древесной муки употребляет стружку и опилки деревообрабатывающих цехов и т. д.

Семилетний план по Архангельскому совнархозу предусматривает использование отходов и низкосортной древесины в 1965 году следующим образом:

1. В производстве древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит	500 тыс. м <sup>3</sup>
2. В целлюлозно-бумажном, картонном и гидролизном производстве	2600 "
3. На топливо для ТЭЦ предприятий и для жилищ	5000 "
	8100 "

В 1965 г. предполагается выработать мебели на 68 млн. рублей. Предусматривается производство древесно-стружечных плит в объеме 160 тыс. м<sup>3</sup> в год, а также строительство цеха клееных панелей. Для развития этих производств требуются связующие. Одной из важных составных частей связующих являются фенолы, которых у нас в стране еще недостаточно. Поэтому и было предложено организовать на Архангельских предприятиях энергохимическое использование отходов по схеме ЦКТИ, так как в этом случае, наряду с паром, получается древесная смола, которая служит сырьем для получения фенолов и других продуктов.

В 1951 г. начала работать первая энергохимическая опытно-промышленная установка на базе котла НЗЛ-300 на Вахтанском канифольно-экстракционном заводе. Работе ее было посвящено несколько докладов. Так В. С. Герасимов привел ряд технических и экономических показателей, характеризующих эффективность энергохимического комплекса. Он сообщил, что с введением энергохимического процесса выход химических продуктов из одной тонны абс. сух. древесины значительно возрос как в натуральном, так и в стоимостном выражении.

К. Д. Сыркина в своем докладе показала итоги эксплуатации топки-генератора ЦКТИ системы В. В. Померанцева, сообщив, что на заводе работает лишь один комбинированный котлоагрегат, а другие котлы даже не вводятся в состояние горячего резерва; производительность пара при этом выросла более чем в два раза, а персонал остался неизменным.

В. В. Померанцев и А. А. Ливеровский отметили, что как показал длительный период работы энергохимической установки на заводе «Вахтан», топка скоростного горения может служить основой для организации комплексного процесса использования древесных отходов.

В своем докладе «Опыт работы топок скоростного горения» В. И. Демьяновский рассказал, что Архангельский комбинат потребляет значительное количество балансовой древесины высокой влажности. Отходы от окорки древесины при сжигании в обычных топках паровых котлов вызывали значительные затруднения и резко снижали производительность котлов. Комбинат произвел модернизацию котлов № 1 и № 2, и это позволило утилизировать все древесные отходы и кору от окорки баланса.

А. А. Ганшин в своем докладе сообщил, что организацию энергохимической переработки древесных отходов на фенолы предполагается производить в два этапа. Первый — получение из древесных отходов так называемой суммарной смолы на первичных энергохимических установках, оборудованных топками Померанцева. Второй — переработка суммарной смолы на фенолы, крепители, уксусную кислоту, пек, тяжелые и нейтральные масла, осуществление которой должно производиться на центральном заводе. Для Севера энергохимическое использование отходов явилось новым направлением. При обсуждении докладов высказывалась мысль, что это не должно вызывать напряженности баланса отходов; в первую очередь необходимо обеспечить сырьем уже имеющиеся производства — гидролизное, целлюлозно-бумажное, древесной муки и т. п. с учетом их расширения в 1959—1965 гг.

Специалисты химии сообщили, что переход на энергохимический процесс требует увеличения расхода топлива для получения пара на 20—25% при возрастании ценности товарной продукции, получаемой из топливной древесины, по крайней мере в два раза. Были высказаны пожелания, что этот вид использования отходов для выработки смол и из них фенолов и др. продуктов должен быть организован в большем объеме на нижних складах леспромхозов. Следует заметить, что вопросу направленности использования отходов придается большое значение; как в печати так и на конференциях имеется ряд высказываний и предложений. Так, например, проф. Н. Москвитин \* считает, что наиболее

целесообразно перерабатывать стружку, щепу, маломерную и дровяную древесину только на волокно для изготовления различных картонов, древесно-стружечных и древесноволокнистых плит. При механическом измельчении древесины сохраняется ее волокнистое строение, ценный природный высокополимер — целлюлоза, обладающая большой механической прочностью, хорошей упругостью, малой тепло- и звукопроводимостью.

Проф. Н. Москвитин считает, что химически изменять древесину для того, чтобы получить, в частности, сырье для синтетических полимеров, нецелесообразно. Эти смолы могут быть синтезированы из нефтяных газов и другого сырья и притом значительно дешевле. Что касается мелких отходов (мелкие ветки, сучки, хвоя, листья, кора, пни и т. п.) то их лучше использовать на выработку химических продуктов.

Расширенный пленум Техничко-экономического совета Совнархоза подробно обсудил возможные аспекты использования древесных отходов, главным образом, в энергохимическом направлении. Он учел опыт утилизации отходов на Севере и рекомендовал организовать энергохимическое использование их при наиболее крупных заводских котельных.

В первую очередь решено создать энергохимический комплекс на Цигломанской электростанции. Предполагается построить завод по переработке 100 тыс. т смолы в год. Решено развивать производство выработки смолы на нижних складах лесовозных дорог и на лесоперевалочных базах, где концентрация древесных отходов и малоценной древесины составляет не менее 35 тыс. м<sup>3</sup>. Решено усилить изучение вопросов, связанных с энергохимией, и осуществить координацию работ в этой области, проводимых научно-исследовательскими и лесотехническими институтами.

Намеченные мероприятия по энергохимическому использованию отходов вызваны тем, что другие отрасли промышленности, по мнению докладчиков, не смогут полностью обеспечить потребность в фенолах новых развивающихся производств, которые на Севере создаются в большом количестве. Поэтому необходимо найти новые источники сырья для производства фенолов. Таким источником оказалась смола, получающаяся из древесных отходов лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий Севера.

\* Газета «Лесная промышленность» за 13 января 1959 г.

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

## НЕОБХОДИМА РАЗРАБОТКА ТЕОРИИ АЭРОСЕВА

Задача облесения 11 млн. гектаров, поставленная в контрольных цифрах развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг., не может быть удовлетворительно решена без широкого развертывания лесокультурных работ. Можно думать, что какая-то часть из этих 11 млн. гектаров будет отведена для аэросева, и тогда книги и брошюры, вроде здесь рассматриваемой, должны будут сыграть роль помощника в практической работе лесовода и летчика, ведущего аэросев. Однако из этого вовсе не вытекает то утверждение, которое мы читаем в книге Захарова \* и Полдушкина на стр. 3: «В лесах третьей группы посев леса производят с самолетов методом аэросева». Будет ли это справедливо в будущем, сказать довольно трудно, но пока подобное утверждение неверно. Аэросев вовсе не так распространен и вовсе не везде приемлем, как это может показаться на первый взгляд человеку, думающему только о внедрении машин в лесокультурное дело и забывающему, что успех посева определяется очень многими факторами, которые должны быть учтены лесокulturником. Такого учета факторов в рецензируемой книжке, мы к сожалению, не находим. Покажем это примерами.

На стр. 5 авторы отмечают такие особенности лесов третьей группы, как концентрированные рубки на больших площадях, наличие пожаров, малая населенность и бездорожье. Отсюда делается беспопытный вывод: «Аэросев в этих условиях является весьма эффективным». Конечно, с этим согласиться совершенно невозможно, так как здесь забываются такие решающие обстоятельства, как характер рубки и трелевки, типы леса и типы вырубков, без учета которых семена могут быть разрабо-

саны впустую и не дадут практически ни одного всхода. И тем не менее, на стр. 9 еще раз говорится: «Аэросев, базирующийся на применении новой современной техники, позволил решить вопрос возобновления леса на концентрированных вырубках». Конечно, такой «вывод» из лесокультурной практики последних лет не может быть принят без больших оговорок.

На той же 9 стр. авторы утверждают, что «Основное преимущество аэросева леса по сравнению с ручным севом состоит в том, что он гораздо дешевле, дает высокую производительность, позволяет с небольшим количеством рабочей силы выполнять работы на больших площадях». Это утверждение подкрепляется рядом цифровых данных из опыта аэросева в различных районах страны (стр. 11). Приведенные здесь цифры с первого взгляда кажутся весьма убедительными, но они теряют убедительность при более глубоком рассмотрении материалов, приводимых самими авторами.

Оказывается, во-первых, что снижение стоимости культур при аэросеве против наземных способов посева зависит прежде всего от того, что аэросев проводится, как правило или очень часто, без предпосевной обработки почвы. Во-вторых, весьма сильно снижаются расходы при аэросеве, если не учитывать стоимости высеваемых семян.

Однако, в ряде случаев посев семян с самолета без обработки почвы не дает всходов. Например, в Сумском лесхозе на густозадернелых вырубках оказалось необходимым проводить плужные борозды и по ним сеять семена с самолета. При этом было обработано 70% площади (см. рецензируемую брошюру, стр. 12). Такие культуры дешевлеми быть не могут; кстати, гораздо проще было бы приделать к плугу сеялку и засеять борозды одновременно с вспашкой — это было бы дешевле.

Не включать стоимость семян в стоимость культуры, конечно, будет неправильно, особенно в настоящее время, когда дело идет к внедрению хозрасчета в лесное хозяйство. Но и с этой точ-

\* П. М. Захаров, Г. Н. Полдушкин. Аэросев леса. Библиотечка по технической пропаганде и обмену опытом. Главное управление гражданского воздушного флота при Совете Министров СССР. Редакционно-издательский отдел Аэрофлота. М., 1957. Отв. редактор П. И. Чулков.

кизрения аэросев не может считаться дешевым способом производства культур. Необходимо подсчитать, сколько семян требуется разными способами посева. При наземных способах в настоящее время на 1 га высевают примерно около 1 кг семян; при аэросеве, по цифрам, приводимым Захаровым и Полдушкиным, требуется семян на 1 га от 1,5 кг (стр. 11) до 2 кг (стр. 12) и 2,5—4 кг (стр. 29), причем последние цифры являются, по-видимому, более новыми и точными.

Легко подсчитать, что при столь увеличенной норме посева и необходимости обработать почву, аэросев не окажется экономически эффективным способом.

Однако, несмотря на изложенные очевидные возражения, авторы книжки на стр. 19 снова пишут: «Существенным преимуществом аэросева является возможность производить посев семян хвойных пород в необработанную почву и, не производя ухода за всходами, получать хорошие результаты». Тут все поставлено с ног на голову: трудности, с которыми сталкивается лесовод при создании культур способом аэросева (необработанная почва и отсутствие ухода) оказались преимуществами, как будто бы все это нельзя сделать и без самолета; весьма проблематичная возможность получить хорошие результаты объявлена обеспеченной. Это голословные утверждения авторов, с которыми даже нет необходимости полемизировать.

Рассматривая техническую сторону подготовки участков под аэросев, авто-

ры рекомендуют оригинальный агрегат для рыхления почвы, состоящей из трактора и двух толстых бревен (стр. 21); при помощи этого агрегата мыслится произвести поранения 40—50% почвы. Жаль, что авторы не привели здесь цифровых данных, в какую сумму обойдется подобная обработка почвы.

Можно было обсудить еще немало мест книги Захарова и Полдушкина, вызывающих серьезные возражения или недостаточно обоснованные и детализированные, но в этом нет необходимости. Можно и по рассмотренным материалам прийти к выводу о том, что аэросев, как интересный и полезный способ производства лесных культур, находится почти в зачаточном состоянии; разработка его мало продвинулась; из имеющихся довольно многочисленных фактов пока почти не сделано глубоких выводов.

Настало время подвести итоги многолетнему опыту аэросева в нашей стране и за рубежом и на основе серьезного анализа успехов и неудач (в связи с производственной обстановкой) построить теорию аэросева, которая позволила бы с открытыми глазами решать вопросы о возможности применения этого способа, о нужности или ненужности обработки почвы, о норме посева семян и т. д. и т. п.

Такой теории аэросева пока нет, есть лишь отдельные фрагменты, требующие обобщения и дальнейшей теоретической и экспериментальной работы.

**П. И. Войчалъ.**

## ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ЖЕМЧУЖНИКОВ (1889—1958)

Год тому назад (31 марта 1958 г.) после тяжелой и продолжительной болезни на 68 году жизни в Ленинграде скончался один из крупных физиологов растений, прекрасный педагог, доктор биологических наук профессор Евгений Александрович Жемчужников.

Многогранно образованный человек, Е. А. Жемчужников всю свою жизнь отдал беззаветному служению науке и преподавательской деятельности.

Среди физиологов Евгений Александрович известен как специалист в области водного режима и солеустойчивости растений. Труды его по названным проблемам широко использовались и используются как в научной, так и в учебной работе.

Основные этапы жизненного пути и научно-педагогической деятельности Е. А. Жемчужникова освещены в статье его ученика и сотрудника, действительного члена Академии педагогических наук РСФСР, доктора биологических наук профессора Ф. Д. Сказкина \*. По этому здесь остановимся на научной и педагогической работе проф. Жемчужникова лишь в стенах Ленинградской срдена Ленина лесотехнической академии им. С. М. Кирова, где он с 1947 г. заведовал кафедрой анатомии и физиологии растений.

В первые годы своей работы в академии Евгений Александрович продолжает заниматься проблемой стойкости древесных растений к почвенному засолению. С этой целью он налаживает связь с Дагестанским филиалом АН СССР, ставит там ряд полевых опытов, а в условиях вегетационного домика, построенного им на территории учебно-опытного садоводства академии, разрабатывает теоретические предпосылки солеустойчивости древесных растений, ставит опыты по предпосевной обработке семян по П. А. Генкелю с целью внедрения этого прогрессивного метода в практику лесоводства и лесных культур. В связи с разработкой проблемы соле-

устойчивости, Е. А. Жемчужников делает ряд публикаций и дает практические рекомендации по внедрению стойких к засухе и засолению древесных растений в практику полезационного лесоразведения и озеленения городов.

С 1951—1952 г. Евгений Александрович непосредственно приступил к изучению влияния временного избыточного увлажнения на древесные растения.

Работами проф. Жемчужникова и его учеников было показано, что временное избыточное увлажнение почвы, столь характерное для черничников, задерживает формирование годичного кольца, ухудшает качество древесины, нарушает ряд физиологических процессов в корневой системе сосны, задерживает формирование микоризы, приводит к массовому отмиранию корней. Выяснилось также, что корневая система сосны в этих условиях отличается исключительной пластичностью, выражающейся в способности к быстрой и массовой регенерации частично поврежденных корневых ответвлений. Была вскрыта динамика в процессах отмирания и регенерации корневой системы сосны в зависимости от степени аэрации почвы в течение вегетационного периода.

Выводы и отдельные положения работ профессора по вопросу анатомо-физиологических особенностей сосны в условиях избытка влаги в почве нашли отражение в публикациях лесоводов и физиологов. Рефераты опубликованных трудов Е. А. Жемчужникова находим и в иностранных журналах.

Непосредственное участие Евгения Александровича в разработке научно-исследовательских тем, его прекрасные лекции по физиологии растений привлекали к нему молодежь. Студенческий научный кружок при кафедре анатомии и физиологии растений был самым работоспособным в академии. Члены кружка за глубокие научные исследования награждались не только грамотами академии, областных и центральных организаций, но и поощрялись денежными премиями. В составе кружка были как

\* «Ботанический журнал» № 9, 1958.

представители разных народностей СССР, так и студенты стран народной демократии, Китайской народной республики. Проф. Жемчужников не жалел ни сил, ни времени для жаждущих знаний. Часто совместно с кружковцами он выезжал в лес, на опытные станции, питомники и на месте давал ценные советы и указания; отъезжающих на производственную практику студентов любовно снабжал массой хорошо продуманных методик, держал с ними тесную связь.

К Е. А. Жемчужникову обращались за помощью по самым различным вопросам преподаватели, аспиранты, соискатели, студенты. Он всегда давал ясные, исчерпывающие ответы.

Евгений Александрович исключительное внимание уделял учебному процессу, легкой практике студентов по физиологии растений. Им было написано несколько методических пособий, которые широко использовались студентами и сотрудниками кафедры.

Владея иностранными языками, Евгений Александрович всегда был в курсе мировой физиологической науки и использовал ее достижения в своих научных работах и лекциях.

Учитывая большую потребность лесоводов в физиологических исследованиях, Е. А. Жемчужников разрабатывает метод целых крон для изучения интенсивности транспирации деревьев\*.

За время пребывания в академии Евгений Александрович подготовил 4 аспирантов, руководил работой соискателей, был оппонентом десятков кандидат-

ских и нескольких докторских диссертаций; был деканом лесохозяйственного факультета, председателем и членом ряда методических комиссий, читал публичные лекции на различные темы, активно участвовал в работе философского мичуринского семинара.

Все помыслы проф. Жемчужникова были направлены на то, чтобы физиологические исследования увязать с практикой социалистического хозяйства (см., например, его работы: «Солеустойчивые древесные и кустарниковые породы для полезащитного лесоразведения» журн. «Лес и степь» № 1, 1951; «Материалы к биологическому обоснованию целесообразности применения осушения в сосняках, подвергающихся временному избыточному увлажнению», «Труды Ленинградской академии им. С. М. Кирова» 81, 2, 1957; «Опыт выращивания саженцев карагача, тополя пирамидального и клена ясенелистного при орошении», сб. «Интродукция растений и зеленое строительство», вып., 6, 1958). Работы Е. А. Жемчужникова всегда отличались высоким теоретическим уровнем, большой актуальностью и новизной поставленных проблем.

Евгений Александрович был полон творческих планов, мечтал о развитии физиологических исследований и о развитии кафедры, но тяжелая болезнь и смерть помешали ему осуществить эти мечты и планы.\*

Память о Е. А. Жемчужникове, этом светлом, обаятельном и большом человеке, о талантливом исследователе, навсегда останется в сердцах всех лично знавших его людей

А. В. Веретенников.

\* «Физиология растений» № 2, 4, 1955.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

И. С. Мелехов. Научные основы лесовосстановительных мероприятий в таежных лесах . . . . .	3
А. В. Тюрин. Продолжительность начального периода весны и его значение для организации лесокультурных работ . . . . .	16
М. В. Давидов. К вопросу о ходе роста и сортиментной структуре семенных дубовых насаждений . . . . .	28
П. Н. Ушатин, В. А. Бугаев. Состояние низкоствольных дубрав центральной лесостепи . . . . .	34
Д. Н. Данилов. Использование лесотаксационного описания при охотоустройстве . . . . .	40
В. В. Огиевский. Вопросы реконструкции горных лесов Крыма . . . . .	49
П. Н. Вашкулат. Способ быстрого размножения древесных пород корневыми черенками . . . . .	58
Н. К. Таланцев. Пути улучшения охраны лесов Западной Сибири от пожаров . . . . .	65
Г. Н. Севастьянов. К вопросу о питании синиц, горихвостки и серой мухоловки . . . . .	70

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

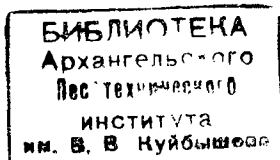
С. И. Морозов. Влияние внешних сил на угон пути узкоколейных железных дорог . . . . .	76
Э. М. Лаутнер. Исследование работы пильных цепей ручных сучкорезок . . . . .	89
П. А. Новиков. О некоторых параметрах петлевой сучкорезки . . . . .	98
Л. В. Коротяев. О положении центра тяжести стволов с кроной и хлыстов, заготовляемых в лесах Европейского Севера Союза ССР . . . . .	104
Г. М. Парфенов. Об определении вылета стрелы крана при бестрелевочной вывозке леса в хлыстах . . . . .	111

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. Петри, И. Л. Жодзишский, И. Л. Дымшиц. О влиянии хлористого калия на долговечность деревянных конструкций . . . . .	119
П. И. Лапин. Определение допустимого числа оборотов пильного диска из условий прочности и собственных частот колебаний . . . . .	125
И. С. Кугель. Исследование процесса цилиндрического фрезерования древесины дуба и березы . . . . .	136
Р. Ш. Бакиев. О некоторых закономерностях вибрационного резания древесины . . . . .	144

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

С. Я. Коротов, В. А. Выродов. В вопросу об омылении эфиров изоборнеола водной щелочью . . . . .	150
Д. М. Винокуров. Получение чистого метилала из технического . . . . .	155
Ф. А. Медников, Е. В. Ушкова, В. Н. Жернакова, Н. Н. Голубева. Экстракция канифоли из волокнистой осмольной массы в аппарате периодического действия . . . . .	160





---

*НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ*

П. И. Войчаль. Совещание в Московском Доме ученых . . . . .	168
Н. В. Никитин. Энергохимическое использование древесных отходов на предприятиях Архангельского совнархоза . . . . .	169

*КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ*

П. И. Войчаль. Необходима разработка теории аэросева . . . . .	172
--	-----

---

А. В. Веретенников. Евгений Александрович Жемчужников . . . . .	174
---	-----

---

Таблица

Вид зависимости	Среднее арифметическое	Среднее квадратическое отклонение $\sigma$	Показатель точности в % $P$	Коэффициент корреляции $r$	Корреляционное отношение $\eta$	Ошибки		Показатель достоверности		Вычисленные уравнения связи		удовлетворяющие опытным данным и справедливы для мелких лесонасаждений
						коэффициент корреляции	корреляционное отношение	коэффициент корреляции	корреляционное отношение	наиболее удовлетворяющим опытным данным		
$I_{цдд} = f(L_d)$	6,74	0,30	0,8	0,915	0,925	0,028	0,025	33	38	$I_{цдд} = 0,41L_d - 0,2$	$I_{цдд} = 0,41L_d - 0,2$	$I_{цдд} = 0,41L_d - 0,2$
$I_{цдд} = f(D)$	6,74	0,20	0,5	—	0,892	—	0,035	—	26	$I_{цдд} = 0,6D - 0,01D^2 - 0,85$	$I_{цдд} = 0,6D - 0,01D^2 - 0,85$	$I_{цдд} = 9,3 \lg D - 5,1$
$I_{цдд} = f(q_x)$	6,74	0,44	1,1	—	0,880	—	0,037	—	24	$I_{цдд} = 4 + 15,5q_x - 14,2q_x^2$	$I_{цдд} = 4 + 15,5q_x - 14,2q_x^2$	$I_{цдд} = 9,2 + 3,77 \lg q_x$
$I_{цдх} = f(L_x)$	5,44	0,27	0,8	0,947	0,975	0,017	0,008	55	122	$I_{цдх} = 0,9 + 0,31L_x$	$I_{цдх} = 0,9 + 0,31L_x$	$I_{цдх} = 0,9 + 0,31L_x$
$I_{цдх} = f(D)$	5,44	0,19	0,6	—	0,858	—	0,044	—	19	$I_{цдх} = 0,45D - 0,007D^2 - 0,4$	$I_{цдх} = 0,45D - 0,007D^2 - 0,4$	$I_{цдх} = 7,3 \lg D - 3,8$
$I_{цдх} = f(q_x)$	5,44	0,39	1,2	—	0,987	—	0,005	—	198	$I_{цдх} = 3 + 14,5q_x - 15q_x^2$	$I_{цдх} = 3 + 14,5q_x - 15q_x^2$	$I_{цдх} = 7,5 + 3 \lg q_x$
$C_d = f(L_d)$	0,40	0,017	0,7	0,163	0,540	0,164	0,120	1,0	4,5	$C_d = 0,39 + 0,01 \lg L_d$	$C_d = 0,39 + 0,01 \lg L_d$	$C_d = 0,39 + 0,01 \lg L_d$
$C_d = f(D)$	0,40	0,010	0,4	0,130	0,513	0,166	0,124	0,8	4,1	$C_d = 0,38 + 0,018 \lg D^*$	$C_d = 0,38 + 0,018 \lg D^*$	$C_d = 0,38 + 0,018 \lg D$
$C_d = f(q_x)$	0,40	0,017	0,7	0,147	0,483	0,165	0,129	0,9	3,7	$C_d = 0,404 + 0,007 \lg q_x^*$	$C_d = 0,404 + 0,007 \lg q_x^*$	$C_d = 0,404 + 0,007 \lg q_x$
$C_x = f(L_x)$	0,37	0,020	0,9	-0,603	0,655	0,106	0,096	5,7	6,8	$C_x = 0,55 - 0,16 \lg L_x$	$C_x = 0,55 - 0,16 \lg L_x$	$C_x = 0,31 + 0,85 \frac{1}{L_x}$
$C_x = f(D)$	0,37	0,011	0,5	-0,560	0,700	0,114	0,085	4,9	8,2	$C_x = 0,54 - 0,015D + 0,0003D^2$	$C_x = 0,54 - 0,015D + 0,0003D^2$	$C_x = 0,31 + 1,126 \frac{1}{D}$
$C_x = f(q_x)$	0,37	0,020	0,9	-0,472	0,562	0,130	0,114	3,6	4,9	$C_x = 0,34 - 0,054 \lg q_x$	$C_x = 0,34 - 0,054 \lg q_x$	$C_x = 0,34 - 0,054 \lg q_x$

\* Эти уравнения с такой же точностью вычислений могут быть заменены уравнениями прямой вида  $C_d = 0,38 + 0,001L_d$ ;  $C_d = 0,39 + 0,0004D$  и  $C_d = 0,40 + 0,01q_x$  и при этом они удовлетворяют опытным данным.

Цена 10 руб.

**Продолжается подписка  
на журнал на 1959 год**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР»**

Раздел

**„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“**

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 60 рублей. Цена отдельного номера — 10 рублей.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме, подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплект журналов за 1958 г. и отдельные номера за 1958 и 1959 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная им. Сталина, 17, АЛТИ; «Лесной журнал».

Министерство высшего образования СССР

# АРХАНГЕЛЬСКИЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ОБЪЯВЛЯЕТ ПРИЕМ В АСПИРАНТУРУ на 1959 год

с отрывом и без отрыва от производства  
по следующим специальностям:

1. Сухопутный транспорт леса.
2. Водный транспорт леса.
3. Тяговые машины.
4. Станки и инструменты деревообрабатывающих производств.
5. Технология деревообрабатывающих производств.
6. Технология лесозаготовок.
7. Древесиноведение и лесное товароведение.
8. Химия целлюлозы и древесины.
9. Лесоводство.

В аспирантуру принимаются лица, имеющие законченное высшее образование по избранной отрасли науки и имеющие стаж работы по специальности не менее двух лет.

Заявления подаются на имя директора с приложением в двух экземплярах: нотариальной копии диплома (с вкладышем); подробной автобиографии, личного листка по учету кадров, характеристики с места работы, фотокарточки размером 6×9 см, заверенного списка печатных и рукописных трудов, сведений об изобретениях и отзывов о них, справки о состоянии здоровья, документа об отношении к воинской обязанности.

Все поступающие в аспирантуру проходят приемные испытания по специальной дисциплине, курсу истории КПСС и иностранному языку в объеме программ, утвержденных для вузов и представляют письменный реферат или опубликованную работу по избранной специальности.

Лицам, допущенным к приемным испытаниям, предоставляется отпуск с сохранением заработной платы по месту работы.

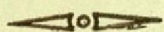
Прием заявлений — до 1 июля 1959 г., приемные экзамены с 5 по 25 сентября 1959 г.

Зачисленные в аспирантуру с отрывом от производства получают стипендию в размере 680 рублей в месяц, а поступающие с производства и получавшие заработную плату выше указанной стипендии — в размере получаемого оклада, но не выше 1000 рублей в месяц. Срок обучения в аспирантуре с отрывом от производства — 3 года, без отрыва от производства — 4 года. Для приобретения научной литературы ежегодно выдается пособие в размере месячной стипендии.

Адрес института: г. Архангельск, Набережная имени Сталина, 17.  
ДИРЕКЦИЯ.

МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ  
ЖУРНАЛ



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