

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

*ГОД ИЗДАНИЯ ОДИННАДЦАТЫИ*

3

1968

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

---

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

Выходит 6 раз в год.

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

---

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.114.262

О СОДЕРЖАНИИ ФОСФОРА В ПЕСЧАНЫХ  
ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ СВЕЖЕГО БОРА

К. В. БЕЛОВА, Е. И. ПАТРИКЕЕВ, В. Н. СМЕРНОВ

(Поволжский лесотехнический институт)

Определение содержания фосфора в почвах и способов улучшения фосфорного питания растений представляет большой интерес, однако работ, посвященных этим вопросам, особенно в региональном аспекте, недостаточно. При изучении лесорастительных свойств песчаных почв свежего бора лесной зоны Среднего Поволжья (Марийская АССР) нами получен некоторый аналитический материал, приведенный в табл. 1 и 2\*.

Название почв, характер покрывающей их растительности и краткая физико-химическая характеристика даны в табл. 1.

Вырубки и низкополнотные насаждения свежего бора с травяным покровом представлены дерново-слабо- и среднеподзолистыми песчаными почвами на древнеаллювиальных песках, высокополнотные насаждения того же типа — типичными слабоподзолистыми песчаными почвами на тех же перемытых и переветренных песках, то есть почвами с менее ясно выраженным и незадернованным перегнойно-аккумулятивным горизонтом.

Физико-химические свойства почвы (табл. 1) типичны для песчаных подзолистых лесных почв и свидетельствуют о бедности их перегноем и элементами пищи, значительной ненасыщенности основаниями, кислой реакцией. Лишь в почвах гари (разрез 216) реакция оказалась по всему профилю слабокислой, близкой к нейтральной.

Содержание как валового, так и подвижного фосфора в песчаных подзолистых почвах свежего бора невелико\*\*. При этом наибольшее количество валовой фосфорной кислоты констатируется в органогенных горизонтах лесных почв, особенно в лесной подстилке (десятые доли процента) и в гумусовом горизонте, благодаря биологической аккумуляции фосфора. Однако содержание фосфора в горизонте  $A_1$  все же не превышает сотых долей процента. В оподзоленном горизонте ( $A_2V_1$ ) наблюдается обычно наименьшее количество фосфорной кислоты, а в иллювиальном ( $V_1$  и  $V_2$ ) несколько большее; в материнской почвообразующей породе оно снова уменьшается. Таким образом, данные валового содержания фосфорной кислоты достаточно отчетливо подчеркивают особенности как исследованных почв в целом, так и их генетических горизонтов. Подвижная и поэтому более доступная для растений фосфорная кислота составляет всего лишь несколько процентов

\* Полевое почвенное обследование производили по методике В. Н. Смирнова, изложенной в книге «Почвенная съемка», изд. АН СССР, М., 1959.

\*\* Среднее валовое содержание фосфорной кислоты произведено спектрографическим методом К. В. Беловой. По исследованиям К. В. Беловой, спектральный анализ валового содержания фосфора в почве дает относительную ошибку  $\pm 10\%$  (чаще в сторону уменьшения) по сравнению с химическим методом и отличается быстротой (скорость анализа одной пробы 30 мин вместо 10—15 час при химическом методе). Это имеет большое значение при проведении массовых анализов почв. О спектральном определении валового фосфора в почве К. В. Белова доложила на специальном совещании по спектральным анализам горных пород в МГУ в январе 1965 г.

| Лесхоз, лесничество, квартал    | № разрезов | Название почвы   | Растительность   | Генетический горизонт  |
|---------------------------------|------------|--|--|--|
| Нолькинское, учебно-опытный, 7  | 216-См     | Дерново-слабо-подзолистая песчаная на древнеаллювиальных песках  | Сосняк-брусничник (10С ед. Б), класс возраста II; полнота 0,7, бонитет II, травяной покров из вейника, брусники (по гари)  | A <sub>1</sub><br>A <sub>2</sub> B <sub>1</sub><br>B<br>C  |
| Куярский, 113                   | 29-Гл      | То же  | Вырубка, заросль иван-чая (по гари)  | A <sub>1</sub><br>A <sub>2</sub> B <sub>1</sub><br>B<br>C  |
| Нолькинское, учебно-опытный, 50 | 2-П        | Дерново-средне-подзолистая песчаная на древнеаллювиальных песках | Вырубка, задернованная вейником  | A <sub>1</sub><br>A <sub>2</sub><br>B <sub>1</sub><br>B <sub>2</sub><br>C                                  |
| Куярский, 82                    | 22-Гл      | То же  | Насаждение сосны V класса возраста с примесью осины и березы (8С1Ос1Б), полнота 0,4; бонитет I. В покрове брусника, ландыш, зеленые мхи и др.  | A <sub>1</sub><br>A <sub>2</sub><br>B<br>C <sub>1</sub><br>C <sub>2</sub>                                  |
| Нолькинское, учебно-опытный, 56 | 87-П       | Типично-слабо-подзолистая песчаная на древнеаллювиальных песках  | Сосняк-брусничник V класса возраста (98 лет), I класс бонитета, полнота 0,8; подрост редкий; подрост редкий из ракитника и можжевельника; в напочвенном покрове брусника, ландыш; запас древесины 280 м <sup>3</sup> /га | A <sub>0</sub><br>A <sub>1</sub><br>A <sub>2</sub> B <sub>1</sub><br>B <sub>1</sub><br>B <sub>2</sub><br>C |

\* Дестеря при прокаливании. Содержание физической глины (частиц < 0,01 мм) С — 1,11%; в почве разреза № 22: A<sub>1</sub>A<sub>2</sub> — 6,52%; B — 5,05%; C<sub>1</sub> — 1,45%; C<sub>2</sub> — 1,00%;

от общего содержания фосфора в почве, и распределение ее по профилю почв хотя и аналогично послойному содержанию валового фосфора, но менее четко, и гумусовый горизонт не всегда богаче ею, чем ниже лежащие.

Наибольшее количество подвижной P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> отмечается в иллювиальном горизонте В, но она здесь едва ли физиологически равноценна подвижной фосфорной кислоте гумусового горизонта, на что указывал А. Т. Кирсанов [1].

Содержание подвижной фосфорной кислоты в гумусовом горизонте колеблется от следов до 2,5—5,0 мг на 100 г почвы, повышаясь в иллювиальном горизонте до 10 и даже до 15 мг. Количество ее в почвах свежего бора так низко (тысячные и десятитысячные доли процента), что в пересчете на 1 га запас P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в горизонте A<sub>1</sub> составляет всего лишь 30—40 кг, а в метровой толще немногим более 1 т [2], в то

Таблица 1

| Глубина образцов, см | Гумус (по Тюрину), % | Подвижная P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг на 100 г (по Кирсанову) | Сумма обменных оснований         |      | Гидролитическая кислотность | Насыщенность основаниями, % | рН солевой вытяжки (колориметрическая) |
|----------------------|----------------------|--|----------------------------------|------|-----------------------------|-----------------------------|--|
|                      |                      |  | мэкв на 100 г почвы (по Каппену) |      |                             |                             |  |
| 2—11                 | 0,98                 | 1,50   | 3,5                              | 1,0  | Не опр.                     | 77,8                        | 6,3                                    |
| 11—30                | 0,54                 | 1,25   | 1,2                              | 1,2  |                             | 50,0                        | 6,3                                    |
| 30—110               | 0,42                 | 1,25   | 1,9                              | 1,9  |                             | 6,3                         | 6,3                                    |
| 110—120              | 0,34                 | 1,25   | 1,3                              | 0,8  |                             | 42,0                        | 5,5                                    |
| 0—6                  | 1,19                 | Следы  | 2,4                              | 2,3  | 51,3                        | 5,0                         |  |
| 6—12                 | 0,35                 | Следы  | 1,3                              | 0,6  | 62,0                        | 4,5                         |  |
| 27—37                | 0,68                 | 7,50   | 1,5                              | 1,2  | 54,8                        | 4,7                         |  |
| 106—116              | 0,19                 | 2,50   | 1,5                              | 0,4  | 69,3                        | 5,0                         |  |
| 3—12                 | 3,34                 | 2,50   | 6,0                              | 7,8  | 43,5                        | 5,1                         |  |
| 12—20                | 0,74                 | 2,50   | 3,2                              | 2,2  | 58,0                        | 5,4                         |  |
| 50—60                | 0,42                 | 3,75   | 2,0                              | 1,7  | 55,0                        | 5,6                         |  |
| 100—110              | 0,18                 | 3,75   | 3,4                              | 0,7  | 82,4                        | 5,7                         |  |
| 120—130              | 0,04                 | 2,50   | 1,5                              | 0,5  | 75,8                        | 5,9                         |  |
| 4—7                  | 5,78                 | 2,50   | 3,2                              | 6,1  | 34,4                        | 4,0                         |  |
| 7—14                 | 0,64                 | 1,25   | 1,5                              | 1,3  | 43,3                        | 4,5                         |  |
| 33—42                | 0,38                 | 15,00  | 1,4                              | 1,2  | 53,2                        | 4,5                         |  |
| 88—94                | 0,28                 | 6,25   | 1,5                              | 0,4  | 77,3                        | 5,0                         |  |
| 122—137              | 0,16                 | 5,00   | 1,5                              | 0,4  | 77,3                        | 5,0                         |  |
| 0—2                  | 83,33*               | Не определяли  |                                  |      |                             |                             | 4,3                                    |
| 2—9                  | 2,32                 | 5,0  | 5,2                              | 10,6 | 33,3                        | 4,0                         |  |
| 9—19                 | 0,52                 | 2,50   | 2,3                              | 2,4  | 48,9                        | 4,0                         |  |
| 30—40                | 0,56                 | 10,00  | 1,1                              | 3,4  | 24,6                        | 4,6                         |  |
| 55—65                | 0,20                 | 2,50   | 1,9                              | 1,0  | 64,4                        | 5,6                         |  |
| 140—150              | 0,03                 | 2,50   | 2,4                              | 0,9  | 73,6                        | 5,4                         |  |

в почве разреза № 29 следующее: в горизонте А<sub>2</sub> — 2,88%; В<sub>1</sub> — 1,25%; В<sub>2</sub> — 2,55%; в почве разреза № 87: А<sub>1</sub> — 10,42%; А<sub>2</sub>В<sub>1</sub> — 4,82%; В<sub>1</sub> — 8,07%; В<sub>2</sub> — 1,11%; С — 1,98%.

время как в подзолистых суглинистых почвах запас фосфорной кислоты в метровом слое составляет 10—11, а в мощных черноземах — 20 т/га [3]. Низкое содержание фосфора в почвах — один из факторов, ограничивающих производительность насаждений. Поэтому следует уделять серьезное внимание мероприятиям по улучшению фосфорного питания осняжков.

Среди мероприятий по улучшению фосфорного питания лесонасаждений можно указать прежде всего на уход за лесной подстилкой, поскольку она наиболее богата элементами пищи, в том числе и фосфором. Это осуществимо при рубках ухода и восполнении естественному возобновлению. В тех случаях, когда возможно и экономически целесообразно применение удобрений (в высокоинтенсивных хозяйствах, на семенных участках, плантациях, лесных культурах и лесопитомниках), следует рекомендовать внесение золы как ценнейшего местного

Таблица 2

| Лесхоз, лесничество, квартал         | № разреза | Название почвы и характер растительности   | Генетический горизонт         | Глубина образцов, см | Валовое содержание уксусной кислоты, % на воздушно-сухую почву |
|--------------------------------------|-----------|--|-------------------------------|----------------------|--|
| Учебно-опытный ПЛТИ, Нолькинское, 47 | 75-П      | Типично слабоподзолистая песчаная на древнеаллювиальных песках. Сосняк-брусничник 9С1Б, IV класс возраста (64 года), класс бонитета II, полнота 0,8, запас 240 м <sup>3</sup> /га. Подрост сосны и березы редкий; подлесок—ракитник (редко); напочвенный покров — брусника, ландыш | A <sub>0</sub>                | 0—1                  | 0,153  |
|                                      |           |  | A <sub>1</sub>                | 1—10                 | 0,054  |
|                                      |           |  | A <sub>2</sub> B              | 10—21                | 0,038  |
| " " 57                               | 81-П      | Типично слабоподзолистая песчаная на древнеаллювиальных песках. Сосняк-брусничник 10С, III класс возраста (54 года), класс бонитета II, полнота 0,9, запас 230 м <sup>3</sup> /га. Подрост—сосна (редко); напочвенный покров — лишайники, толокнянка, сонтрава; редкий             | B <sub>1</sub>                | 35—45                | 0,089  |
|                                      |           |  | B <sub>2</sub>                | 75—85                | 0,032  |
|                                      |           |  | C                             | 150—160              | 0,037  |
|                                      |           |  | A <sub>0</sub>                | 0—2                  | 0,235  |
|                                      |           |  | A <sub>1</sub>                | 2—10                 | 0,052  |
| " " 56                               | 87        | Типично слабоподзолистая песчаная на древнеаллювиальных песках. Сосняк-брусничник 10С, V класс возраста (98 лет), класс бонитета I, полнота 0,8, запас 280 м <sup>3</sup> /га. Подрост сосновый — редкий; подлесок — ракитник, можжевельник; напочвенный покров — брусника, ландыш | A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 10—16                | 0,043  |
|                                      |           |  | B <sub>1</sub>                | 30—40                | 0,079  |
|                                      |           |  | B <sub>2</sub>                | 60—70                | 0,063  |
|                                      |           |  | C                             | 150—160              | 0,048  |
|                                      |           |  | A <sub>0</sub>                | 0—2                  | 0,223  |
| A <sub>1</sub>                       | 2—9       | 0,093  |                               |                      |  |
| A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>        | 9—19      | 0,070  |                               |                      |  |
| B <sub>1</sub>                       | 30—40     | 0,130  |                               |                      |  |
| B <sub>2</sub>                       | 55—65     | 0,069  |                               |                      |  |
| C                                    | 140—150   | 0,060  |                               |                      |  |

минерального, главным образом калийно-фосфорно-известкового удобрения. Получение золы в лесхозах и леспромпхозах — не проблема. При значительной ненасыщенности почв основаниями и кислой реакции (табл. 1) успешно может применяться фосфоритная мука — наиболее дешевое промышленное фосфорное удобрение.

Зола и фосфоритная мука, увеличивающие количество фосфора в почве, снижают ненасыщенность почв основаниями и нейтрализуют кислую реакцию, улучшают их лесорастительные свойства и вследствие этого опосредствуют повышению продуктивности таких ценных насаждений, как сосняки свежего бора.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Т. Кирсанов. Равноценна ли физиологически P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, извлекаемая слабыми концентрациями кислот из пахотного горизонта и из более глубоких горизонтов. Журн. «Почвоведение» № 5—6, 1935. [2]. В. Н. Смирнов. Почвы Марийской АССР. Йошкар-Ола, 1953. [3]. Д. М. Хейфец. Запасы фосфора в различных почвах Советского Союза. Труды Почвенного института АН СССР, т. 33, 1950.

Поступила 29 января 1966 г.

УДК 634.0.2

## К ВОПРОСУ О НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКАХ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА

В. Е. МАКСИМОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Исследования биоэлектрического потенциала у растений (под которым, как известно, подразумеваются напряжения, возникающие в тканях животных и растений и характеризующие их жизнедеятельность) показали, что возникновение и изменение этих биопотенциалов зависит от физиологического состояния тканей организма, а также от процессов обмена веществ ([1], [2] и др.).

Предполагается, что разности биопотенциалов, наряду с осмотическим давлением, играют важную роль в поступлении и передвижении питательных веществ в растениях [2], [3].

В настоящей работе были поставлены следующие задачи: 1) выяснить, существует ли закономерность в содержании химических элементов в хвое последнего года у елового подростка различного состояния и в показаниях разности биоэлектрических потенциалов; 2) установить, существует ли связь между количеством питательных элементов в хвое и величиной биопотенциалов у подростка различной степени жизнеспособности.

Исследования проводили в августе и в первой декаде сентября 1966 г. на территории Лисинского учебно-опытного лесхоза Ленинградской области на четырех пробных площадях: а) на участке, пройденном первым приемом постепенной двухприемной рубки в 1962/63 гг.; б) на участке, пройденном первым (1956/57 гг.) и вторым (окончательным, в 1965 г.) приемом постепенной рубки; в) на сплошной вырубке 1965 г.; г) под пологом леса.

Все пробные площади характеризуются более или менее однородными лесорастительными условиями: тип леса — ельник-черничник. Почва суглинистая слабоподзолистая свежая, класс бонитета — II.

В качестве основного признака жизнеспособности подростка условно был принят средний годичный прирост в высоту за последние 5 лет до рубки леса. Так, к благонадежному относился подрост с ежегодным приростом осевого побега свыше 5 см; к сомнительному — 3—5 см; к неблагонадежному — менее 3 см.

Дополнительными внешними признаками служили показатели развития кроны (длина, ширина, их соотношение, форма), характер ассимиляционного аппарата (соотношение световой и теневой хвои) и др.

На пробных площадях по каждой категории подростка обследовали 25 модельных деревьев 20—25-летнего подростка с трехкратной повторностью (всего около 900 экземпляров). У каждой модели при помощи милливольтметра измеряли биоэлектрический потенциал путем ввода датчиков под кору стволика (один на уровне 10 см от поверхности почвы, второй — на расстоянии 20 см от первого по вертикали). Показания прибора (в милливольттах) снимали по истечении 2—3 мин с момента ввода датчиков под кору.

Содержание химических элементов (K, Mg, P, Cl) в хвое подростка ели определяли при помощи прибора К. П. Магницкого.

Таблица 1

| Категория жизнеспособности подроста                                     | Средний годичный прирост до рубки, см | Средний годичный прирост после рубки, см | Величина биопотенциалов, % | Содержание химических элементов в хвое, мг на 1 кг сока хвои |            |              |           |
|---|---------------------------------------|--|----------------------------|--|------------|--------------|-----------|
|   |                                       |  |                            | калий  | фосфор     | магний       | хлор      |
| <b>Участок, пройденный I приемом постепенной рубки</b>                  |                                       |  |                            |  |            |              |           |
| Благонадежный . . . . .   | 5,7                                   | 8,9                                      | 110 ± 4,9                  | 3625 ± 148,1   | 41,0 ± 3,1 | 362,0 ± 19,3 | 0,5 ± 0,0 |
| Сомнительный . . . . .  | 3,2                                   | 4,9                                      | 86 ± 6,0                   | 3417 ± 171,4   | 21,0 ± 1,1 | 341,0 ± 18,0 | 0,5 ± 0,0 |
| Неблагонадежный . . . . .   | 2,3                                   | 2,3                                      | 73 ± 3,9                   | 3225 ± 181,0   | 16,0 ± 0,9 | 336,0 ± 16,2 | 0,5 ± 0,0 |
| <b>Участок, пройденный II (окончательным) приемом постепенной рубки</b> |                                       |  |                            |  |            |              |           |
| Благонадежный . . . . .   | 6,4                                   | -17,1                                    | 133 ± 3,5                  | 3908 ± 127,2   | 66,0 ± 3,0 | 179,0 ± 9,7  | 0,5 ± 0,0 |
| Сомнительный . . . . .  | 3,8                                   | 5,9                                      | 98 ± 6,9                   | 3833 ± 168,3   | 64,0 ± 3,6 | 163,0 ± 8,9  | 0,5 ± 0,0 |
| Неблагонадежный . . . . .   | 2,1                                   | 2,2                                      | 69 ± 5,5                   | 3207 ± 179,4   | 59,0 ± 2,4 | 160,0 ± 6,0  | 0,5 ± 0,0 |
| <b>Участок сплошной вырубki 1965 г.</b>                                 |                                       |  |                            |  |            |              |           |
| Благонадежный . . . . .   | 5,1                                   | —  | 119 ± 5,9                  | 2582 ± 116,0   | 82,0 ± 4,1 | 155,0 ± 8,1  | 0,5 ± 0,0 |
| Сомнительный . . . . .  | 3,2                                   | —  | 92 ± 5,7                   | 2562 ± 128,1   | 47,0 ± 2,2 | 144,0 ± 7,7  | 0,5 ± 0,0 |
| Неблагонадежный . . . . .   | 1,9                                   | —  | 50 ± 3,1                   | 2360 ± 135,3   | 78,0 ± 4,1 | 126,0 ± 7,1  | 0,5 ± 0,0 |
| <b>Участок под пологом леса</b>   |                                       |  |                            |  |            |              |           |
| Благонадежный . . . . .   | 5,2                                   | —  | 94 ± 5,1                   | 3210 ± 138,0   | 52,0 ± 3,0 | 259,0 ± 8,0  | 0,5 ± 0,0 |
| Сомнительный . . . . .  | 3,3                                   | —  | 63 ± 2,6                   | 3000 ± 141,0   | 43,0 ± 2,7 | 147,0 ± 6,5  | 0,5 ± 0,0 |
| Неблагонадежный . . . . .   | 1,9                                   | —  | 61 ± 2,8                   | 2875 ± 119,1   | 46,0 ± 2,4 | 128,0 ± 6,1  | 0,5 ± 0,0 |



К сожалению, этот прибор не смог зафиксировать содержание азота в хвое, видимо, потому, что он позволяет определять только нитратный азот, в хвое же последний находится в виде аммиачных солей.

Цифровые данные величин питательных элементов в хвое и разностей биопотенциалов подростка различной степени жизнеспособности приведены в табл. 1 и показывают, что подрост различной степени жизнеспособности характеризуется неодинаковым содержанием калия в хвое. Наибольшее количество его наблюдается у благонадежного подростка, наименьшее — у неблагонадежного, причем количество калия увеличивается по мере освобождения площади из-под материнского древостоя в процессе постепенной двухприемной рубки.

На сплошной вырубке 1965 г. подрост характеризуется несколько меньшим содержанием калия, чем подрост под пологом леса, по-видимому, из-за болезненного состояния особей и невозможности использовать в достаточной мере питательные вещества после резкой смены внешних условий существования. Содержание магния и фосфора у неблагонадежного и сомнительного подростка немного меньше, чем у благонадежного. Количество хлора у подростка различной степени жизнеспособности на всех пробных площадях незначительно.

Наиболее жизнестойкий, перспективный подрост имеет более высокий показатель биопотенциала по сравнению с неблагонадежным и сомнительным подростом, причем подрост под пологом леса обладает меньшим биопотенциалом, чем на участках, пройденных рубками.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ю. И. Аршавский. О роли обмена веществ в происхождении биопотенциалов. Успехи современной биологии, т. 50, вып. 1, 1960. [2]. В. А. Опритов. К вопросу о роли биоэлектрических потенциалов. Биофизика, т. 8, вып. 2, 1963. [3]. А. В. Петербургский. Поступление питательных веществ в корни растений из поглощенного состояния. В книге «Роль минеральных элементов в обмене веществ», М., 1964.

---

Поступила 13 марта 1967 г.

УДК 634.0.116

## О ВЛИЯНИИ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. КОРЕПАНОВ

(Поволжский лесотехнический институт)

При наших исследованиях в сосновых насаждениях Кировской области были отмечены следующие особенности связи уровня грунтовых вод и напочвенного покрова. В сосняках недостаточного увлажнения эта взаимосвязь слабая. В мшистом и лишайниковом типах леса, где средний вегетационный уровень грунтовых вод на песчаных почвах находится на глубине более 1,5 м, не происходит капиллярного поднятия грунтовых вод до корнеобитаемого слоя травянистой растительности. В этом случае влага поступает, главным образом, из атмосферных осадков.

В сосняках нормального и избыточного увлажнения существует тесная связь между уровнем грунтовых вод и напочвенным покровом.

Таблица 1

| Напочвенный покров                                       | Глубина грунтовых вод, см |                   |       |                   |                   |                   |
|--|---------------------------|-------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | в почве торфяной          |                   |       | в почве песчаной  |                   |                   |
|  | 0—10                      | 11—20             | 21—30 | 41—50             | 51—70             | 71—90             |
| Брусника <i>Vaccinium vitis-idaea</i> . . . . .          | sp.-gr.                   | sp.-gr.           | sp.   | sp.               | cop. <sub>3</sub> | cop. <sub>3</sub> |
| Черника <i>Vaccinium myrtillus</i> . . . . .             | —                         | sp.-gr.           | sp.   | cop. <sub>1</sub> | cop. <sub>1</sub> | sp.-gr.           |
| Вейник наземный <i>Calamagrostis epigeios</i> . . . . .  | —                         | —                 | —     | —                 | sol.              | sp.-gr.           |
| Вейник лесной <i>Calamagrostis arundinacea</i> . . . . . | —                         | —                 | —     | sol.              | sp.               | —                 |
| Майник <i>Majanthemum bifolium</i> . . . . .             | —                         | —                 | —     | —                 | sol.              | sol.              |
| Пушица <i>Eriophorum vaginatum</i> . . . . .             | sol.                      | cop. <sub>3</sub> | sp.   | —                 | —                 | —                 |
| Осоки <i>Carex</i> . . . . .                             | sol.                      | sol.              | sol.  | sp.               | sol.              | sol.              |
| Багульник <i>Ledum palustre</i> . . . . .                | soc.                      | soc.              | sp.   | sol.              | —                 | —                 |
| Кассандра <i>Cassandra calyculata</i> . . . . .          | cop. <sub>3</sub>         | cop. <sub>3</sub> | sp.   | —                 | —                 | —                 |
| Голубика <i>Vaccinium uliginosum</i> . . . . .           | cop. <sub>1</sub>         | sp.               | sp.   | —                 | —                 | —                 |
| Клюква <i>Oxycoccus palustris</i> . . . . .              | sp.                       | sol.              | sol.  | —                 | —                 | —                 |
| Сфагнумы . . . . .                                       | +                         | +                 | +     | +                 | —                 | —                 |
| Зеленые мхи . . . . .                                    | +                         | +                 | +     | +                 | +                 | +                 |
| Кукушкин лен . . . . .                                   | —                         | +                 | +     | +                 | —                 | —                 |

Примечание. Приводятся результаты наблюдений за 1963—1966 гг.

Как видно из данных табл. 1, с увеличением влажности почвы происходит постепенная смена напочвенного покрова сосновых боров на травяно-кустарничковую растительность болот.

Отмеченная тесная связь уровня грунтовых вод и травянисто-кустарничковой растительности болот создает необходимость деления типа сосняков кустарничково-сфагновых на три подтипа: чернично-багульниково-сфагновый IV класса бонитета, багульниково-сфагновый V класса бонитета, голубично-сфагновый Va класса бонитета.

Напочвенный покров нельзя рассматривать в отрыве от особенностей увлажнения и почвенных условий. Важно найти связь между тремя факторами среды: грунтовыми водами, почвами и почвенным покровом. Для этого мы провели сравнение среднего вегетационного уровня грунтовых вод в 1965 г. в сосняках на торфяных почвах проточного, слабо проточного и застойного увлажнения. В этих условиях наблюдается ухудшение качества почв и грунтовых вод от сосняков травяно-болотных к голубично-сфагновым, на что чувствительно реагирует травяно-кустарничковая растительность (табл. 2). С уменьшением проточности грунтовых вод и зольности торфяных почв исчезают требовательные к богатству почв виды напочвенного покрова. Происходит увеличение роли сфагнумов и типичных представителей травяно-кустарничковой растительности верховых болот.

Таблица 2

| Напочвенный покров                                   | Тип леса                  |                   |                   |                  |                     |
|--|---------------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------------|
|  | болотно-разнотравный      | травяно-сфагновый | осоково-сфагновый | пушице-сфагновый | голубично-сфагновый |
|  | уровень грунтовых вод, см |                   |                   |                  |                     |
|  | 22                        | 9                 | 5                 | 10               | 16                  |
| Багульник <i>Ledum palustre</i> . . . . .            | —                         | sol.              | sol.              | sp.-gr.          | soc.                |
| Кассандра <i>Cassandra calyculata</i> . . . . .      | —                         | sol.              | sol.              | sp.-gr.          | cop. <sub>3</sub>   |
| Голубика <i>Vaccinum uliginosum</i> . . . . .        | —                         | sol.              | sol.              | sp.-gr.          | cop. <sub>1</sub>   |
| Клюква <i>Oxycoccus palustris</i> . . . . .          | —                         | sol.              | sol.              | sp.              | sp.                 |
| Сфагнумы . . . . .                                   | 0,1—0,2                   | 0,5—0,7           | 1,0               | 1,0              | 1,0                 |
| Пушица <i>Eriophorum vaginatum</i> . . . . .         | —                         | sol.              | sol.              | soc.             | sol.                |
| Осоки <i>Carex</i> . . . . .                         | sol.                      | cop. <sub>1</sub> | soc.              | sol.             | —                   |
| Таволга <i>Filipendula ulmaria</i> . . . . .         | sp.                       | sp.               | sp.               | —                | —                   |
| Сныть <i>Aegopodium podagraria</i> . . . . .         | sp.                       | sol.              | sol.              | —                | —                   |
| Сабельник болотный <i>Comarum palustre</i> . . . . . | sol.                      | sol.              | sol.              | —                | —                   |

Почвы травяно-болотной группы сосняков отличаются наибольшей проточностью и высокой зольностью торфа. Несмотря на относительно высокое стояние уровня грунтовых вод, в напочвенном покрове основную роль играют требовательные к богатству почв растения.

На переходных типах болот, где произрастает сосняк осоково-сфагновый, напочвенный покров состоит из представителей как верховых, так и низинных болот при общем преобладании осоки и сфагнума. Дальнейшее уменьшение проточности и зольности торфа в сосняках пушицево-сфагновых приводит к исчезновению требовательных к плодородию почв растений (таволги, сныти, сабельника); общий фон в напочвенном покрове начинают создавать пушица и болотные кустарнички. В сосняке кустарничково-сфагновом, где в напочвенном покрове доминируют болотные кустарнички, клюква и сфагнумы, мы наблюдаем последний этап ухудшения условий местопроизрастания.

Из приведенного видно, что между уровнем грунтовых вод и напочвенным покровом достаточно тесная взаимная связь. На основании видового состава живого напочвенного покрова можно определять особенности почвенно-гидрологических условий сосновых насаждений.

УДК 674.031.632.26 : 634.0.114.442.1

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА ДУБА НА ЧЕРНОЗЕМАХ  
В ПОЧВОЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЧЕРНОГО ЛЕСА**

**А. И. КОВАЛЕНКО**

(Украинская сельскохозяйственная академия)

Чернолесский лесной массив расположен на Правобережье Днепра на границе лесостепи и степи. Южнее и восточнее на Украине в долинах рек и в балках встречаются только небольшие насаждения байрачного типа.

Поверхность Чернолесского массива представляет собой волнистую равнину, сильно расчлененную оврагами и балками очень древнего происхождения, пересекающими лесной массив в разных направлениях.

Большая часть территории Черного леса представлена серыми и светло-серыми лесными почвами. Наряду с ними, здесь распространены оподзоленные черноземы и темно-серые лесные почвы. Почвообразующей породой является лёсс.

Климат района континентальный, умеренно теплый, характеризуется мягкой малоснежной зимой с частыми и сильными оттепелями, умеренно влажным, иногда засушливым летом, ранней весной и поздно наступающей осенью.

Рост дуба мы изучали в естественных насаждениях. Пробные площади заложены в свежих дубравах, по нивелирному ходу, пересекающему с севера на юг глубокую балку «Чернолеска». Они приурочены к элементам рельефа: плато на северной стороне балки (проба № 1), крутой склон южной экспозиции (проба № 2), тальвег балки на северной стороне небольшого озера (проба № 3), то же на южной стороне озера (проба № 4), крутой склон северной экспозиции (проба № 5) и плато на юг от балки (проба № 6). Таксационная характеристика насаждений дана в табл. 1.

Подлесок на всех пробных площадях слабо развит и редкий — до 250—270 кустов на 1 га. Средняя высота его не превышает 1,5 м. Состоит из лещины, боярышника клена татарского, груши лесной, бересклета бородавчатого.

Таблица 1

| № проб-ных площа-дей | Состав древостоя |                     | Воз-раст, лет | Пол-нота | Высота, м    | Диаметр, см  | Класс бони-тета | Колличес-тво дере-вьев, на 1 га, шт. | Запас стволовой древеси-ны на 1 га, м |
|----------------------|------------------|---------------------|---------------|----------|--------------|--------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
|                      | I яруса          | II яруса            |               |          |              |              |                 |                                      |                                       |
| 3                    | 10Д              | 8Лп1Кл1Гр           | 86            | 0,69     | 29,5         | 31,8         | Ia              | 283                                  | 305,6                                 |
|                      |                  |                     |               | 0,25     | 15,5         | 17,3         |                 | 317                                  | 54,9                                  |
|                      |                  |                     | 86            | 0,94     | 29,5         | 31,8         |                 | 600                                  | 360,5                                 |
| 4                    | 10Д<br>ед. Яс    | 4Кл3Гр3Лп           | 84            | 0,79     | 28,6         | 31,8         | Ia              | 317                                  | 337,3                                 |
|                      |                  |                     |               | 0,23     | 26,0<br>17,0 | 27,7<br>18,1 |                 | 8<br>290                             | 5,9<br>60,1                           |
|                      |                  |                     | 84            | 1,02     | 28,6         | 31,8         |                 | 615                                  | 403,3                                 |
| 2                    | 9Д<br>1Яс        | 4Гр3Лп3Кл<br>ед. Бр | 86            | 0,71     | 23,0         | 31,0         | II              | 267                                  | 237,6                                 |
|                      |                  |                     |               | 0,23     | 22,0<br>15,0 | 28,0<br>14,8 |                 | 33<br>439                            | 27,7<br>53,3                          |
|                      |                  |                     | 86            | 0,94     | 24,7         | 31,0         |                 | 739                                  | 318,6                                 |

Продолжение табл. 1

| № проб-ных площа-дей | Состав древостоя |                       | Воз-раст, лет | Пол-нота | Высота, м    | Диаметр, см  | Класс бони-тета | Количе-ство де-ревьев на 1 га, шт. | Запас стволовой древесины на 1 га, м <sup>3</sup> |
|----------------------|------------------|-----------------------|---------------|----------|--------------|--------------|-----------------|------------------------------------|---|
|                      | I яруса          | II яруса              |               |          |              |              |                 |                                    |   |
| 5                    | 7Д<br>ЗЯс        | 5Гр3Лп2Кл<br>ед. Бр   | 83            | 0,63     | 27,5         | 31,9         | I               | 168                                | 181,1   |
|                      |                  |                       |               | 0,40     | 27,0<br>18,0 | 32,0<br>17,4 |                 | 63<br>488                          | 62,1<br>111,1                                     |
|                      |                  |                       | 83            | 1,03     | 27,4         | 31,9         |                 | 719                                | 354,3   |
| 1                    | 5Д<br>5Яс        | 4Гр4Лп2Кл.о<br>ед. Бр | 86            | 0,57     | 24,5         | 35,9         | II              | 85                                 | 105,5   |
|                      |                  |                       |               | 0,31     | 27,4<br>19,0 | 35,5<br>17,8 |                 | 81<br>418                          | 92,0<br>91,5                                      |
|                      |                  |                       | 86            | 0,88     | 25,4         | 35,7         |                 | 584                                | 289,0   |
| 6                    | 9Д<br>1Яс        | 7Кл.о3Бр              | 83            | 0,89     | 25,7         | 31,3         | I               | 348                                | 302,1   |
|                      |                  |                       |               | 0,13     | 28,0<br>12,0 | 40,6<br>11,0 |                 | 20<br>307                          | 39,2<br>15,6                                      |
|                      |                  |                       | 83            | 1,02     | 26,0         | 32,2         |                 | 675                                | 356,9   |

Живой напочвенный покров тоже редкий и состоит из купены многоцветной, фиалки удивительной, гравилата городского, звездчатки узколистной, медуницы неясной, копытня европейского, пролески многолетней, сныти обыкновенной. Исключение представляет пробная площадь № 4, где пролеска многолетняя и сныть обыкновенная покрывают почву на 50%.

Почвы под всеми насаждениями — черноземы различной степени оподзоленности, сформированные на лёссе. Карбонаты в почве на глубине до 2 м обнаружены только на пробах № 1 и 6, где вскипание от 10%-ной HCl наблюдается на глубине соответственно 76 и 117 см. На остальных пробах в этом слое почвы карбонатов нет.

Для изучения роста дуба в высоту было взято по два средних модельных дерева на каждой пробной площади, почти не отличающихся от среднего. В табл. 2 дан их рост по диаметру и высоте с возрастом.

Как видно, насаждения, произрастающие в тальвеге балки (пробы № 3 и 4) на хорошо увлажненной и плодородной почве, в первые 20—40 лет имеют несколько замедленный рост (II—III классы бонитета). В последующие 10 лет класс бонитета их изменяется от II до Ia и от III до I.

У насаждений на крутых склонах балки и плато интенсивность роста дуба в молодом возрасте больше, а бонитет изменяется постепенно и только на 0,5—1 класс.

Следовательно, условия места произрастания влияют на рост дуба с первых же лет жизни. Избыток увлажнения в тальвеге балки, возникший, видимо, в результате рубки леса, замедлил рост дуба почти на 20 лет. К 10 годам средняя высота дуба здесь была на 0,5—0,6 м меньше, чем в менее благоприятных условиях склона южной экспозиции (проба № 2); к 20 годам эта разница почти исчезает, а в последующие 20 лет высота дуба в насаждениях тальвега становится на 2,4—4,6 м больше, чем на пробной площади № 2.

Подобные особенности в росте древесных пород неоднократно отмечали ученые-лесоводы как в зарубежной, так и в отечественной литературе [1], [4], [5].

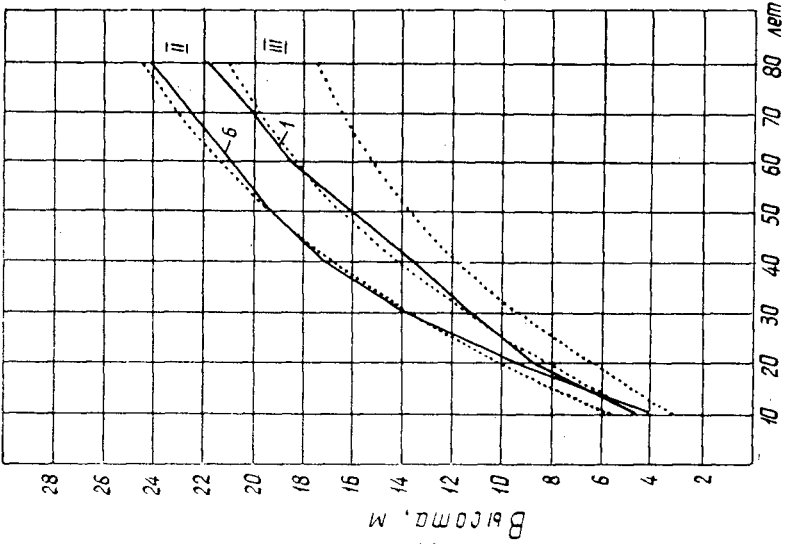


Рис. 3.

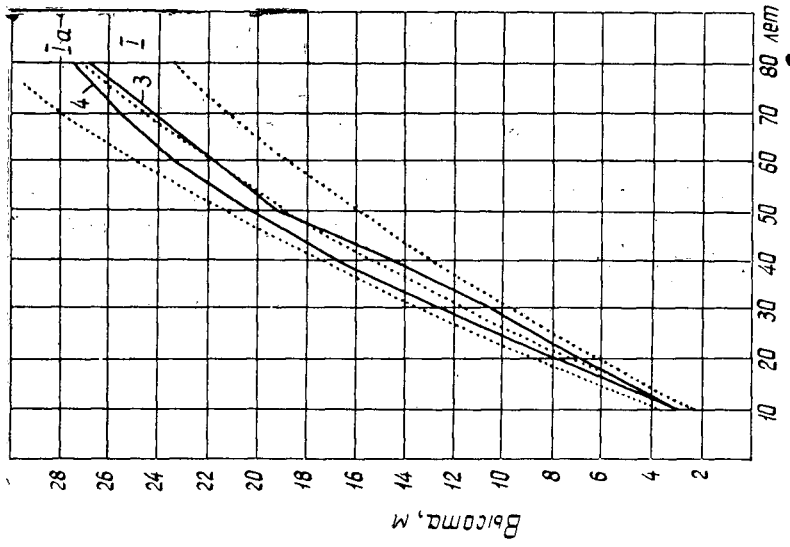


Рис. 2.

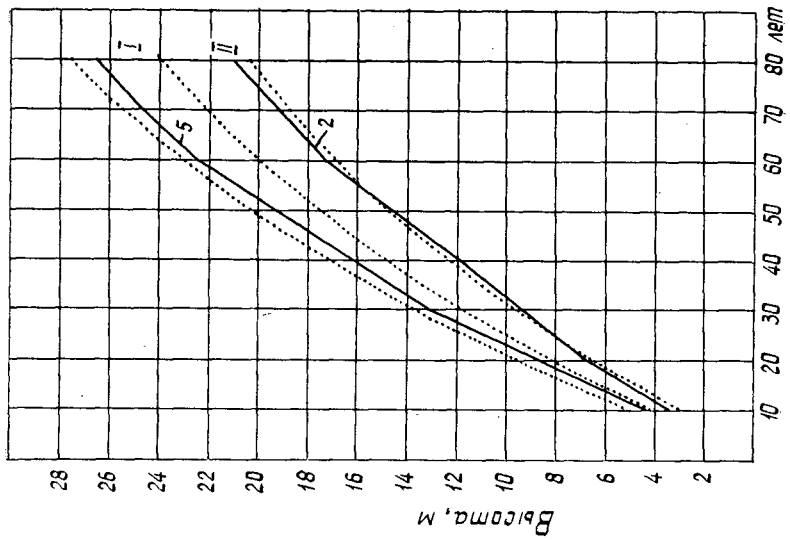


Рис. 1.

Таблица 2

| № пробных площадей | Диаметр, см (числитель) и высота, м (знаменатель) в возрасте, лет |                    |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|--------------------|---|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                    | 10  | 20                 | 30                  | 40                  | 50                  | 60                  | 70                  | 80                  |
| 3                  | $\frac{2,3}{2,9}$   | $\frac{5,8}{6,8}$  | $\frac{8,8}{10,4}$  | $\frac{14,3}{14,4}$ | $\frac{17,8}{19,1}$ | $\frac{20,3}{21,6}$ | $\frac{23,4}{24,1}$ | $\frac{26,4}{26,6}$ |
|                    | $\frac{2,3}{3,0}$   | $\frac{6,3}{7,8}$  | $\frac{10,1}{12,4}$ | $\frac{14,7}{16,6}$ | $\frac{18,5}{20,3}$ | $\frac{22,1}{23,4}$ | $\frac{25,2}{25,7}$ | $\frac{28,1}{27,5}$ |
| 2                  | $\frac{2,8}{3,5}$   | $\frac{6,2}{6,9}$  | $\frac{8,6}{9,3}$   | $\frac{12,2}{12,0}$ | $\frac{15,0}{14,8}$ | $\frac{18,1}{17,3}$ | $\frac{21,9}{19,2}$ | $\frac{25,2}{21,0}$ |
|                    | $\frac{3,3}{4,3}$   | $\frac{7,6}{8,7}$  | $\frac{11,7}{13,2}$ | $\frac{16,2}{16,4}$ | $\frac{19,9}{19,6}$ | $\frac{23,3}{22,7}$ | $\frac{26,2}{24,8}$ | $\frac{28,8}{26,6}$ |
| 1                  | $\frac{3,2}{4,5}$   | $\frac{7,3}{8,6}$  | $\frac{10,6}{11,2}$ | $\frac{15,2}{13,5}$ | $\frac{19,0}{16,0}$ | $\frac{22,9}{18,4}$ | $\frac{26,8}{20,0}$ | $\frac{30,4}{21,8}$ |
|                    | $\frac{3,0}{4,0}$   | $\frac{10,2}{9,4}$ | $\frac{14,9}{14,0}$ | $\frac{18,8}{17,0}$ | $\frac{21,7}{19,3}$ | $\frac{23,8}{20,9}$ | $\frac{26,0}{22,5}$ | $\frac{27,5}{24,4}$ |

Из рис. 1 видно, что бонитировочная шкала М. М. Орлова, выравненная и интерполированная К. Е. Никитиным [3], хорошо отражает характер изменения высот дуба для насаждений, находящихся на склонах балки (пробы № 2 и 5). В других условиях рост дуба иной, и мы сопоставим его с данными двух других шкал К. Е. Никитина [2], [3] для насаждений с относительно медленным и относительно быстрым ростом в молодости.

На рис. 2 показано изменение высоты моделей дуба по классам бонитета с относительно медленным ростом в молодости (талъвег балки), на рис. 3 — с относительно быстрым ростом (плато).

Итак, пестрота естественноисторических условий дубрав Черного леса может вызывать изменение его роста в ту или иную сторону от общесреднебонитировочной шкалы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. О. І. Луцій. Особливості росту і продуктивність культур дуба в степовій зоні України. Журн. «Вісник сільськогосподарської науки» № 2, 1964. [2]. К. Е. Никитин. О распределении семенных насаждений по классам бонитета. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1960. [3]. К. Е. Никитин. Лиственница на Украине. Изд. «Урожай», Киев, 1966. [4]. П. С. Погребняк. Общее лесоводство. Изд. сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, М., 1963. [5]. Л. А. Эдлин. Особенности роста дубовых насаждений в Каневском лесхозаге. «Лесоводство и агролесомелиорация», вып. 2, изд. «Урожай», Киев, 1965.

Поступила 16 февраля 1967 г.

УДК 634.0.2

## ОСОБЕННОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ РОСТА ДЕРЕВЬЕВ В СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКАХ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ БИОГРУППАМИ

**О. М. КОЛПИКОВ**

(Ленинградская лесотехническая академия)

Мы изучали динамику дифференциации по росту деревьев сосны в биогруппах разной густоты с учетом почвенных условий и факторов микроклимата. Полевой материал обработан методом вариационной статистики. Показатель точности исследования 2—5%.

Объектом исследования послужили чистые 16-летние естественные сосновые молодняки с групповым размещением деревьев, на вырубках из-под сосняков-брусничников в Уральском учебно-опытном лесхозе Свердловской области. Повторные наблюдения проводили в тех же насаждениях. Почва супесчаная свежая неглубокая, подстилаящая каменистым субстратом. К особенностям почвы, как показали результаты механического анализа, следует отнести большое содержание мелких фракций (илистых частиц) в верхних горизонтах.

Результаты химического анализа почвы указывают на значительное содержание в ней оснований, создающих благоприятные условия для роста растений и образования в почве гумусового горизонта, содержащего значительное количество перегноя (2,8%). При этом гумусовый горизонт имеет слабокислую реакцию  $pH = 4,8$ . В почве имеются запасы общего азота, подвижного калия и фосфора, достаточные для обеспечения сосновых насаждений элементами питания.

Число деревьев в биогруппах 3—10 на  $1 м^2$ , а в отдельных биогруппах — более 20. Это иллюстрирует значительную загущенность. В густых биогруппах полог сомкнут и уплотнен, на стволиках деревьев имеются мертвые мутовки, внутри биогрупп отсутствует живой напочвенный покров. Первоначальный пересчет деревьев, проведенный в 16-летних сосновых молодняках, показал, что в биогруппах густотой 17—26 шт. на  $1 м^2$  около 50% общего числа деревьев сильно отстали в росте, имея высоту 0,5—2 м (из них половина отмерших), 30—35% стволиков имели высоту 2,1—3,6 м, то есть заняли среднее положение в биогруппах, и 15—25% высотой 3,7—5,2 м образовали верхнюю часть полога (табл. 1).

По истечении 5 лет расчленение по высоте в тех же биогруппах оказалось еще более выраженным в результате перехода ряда деревьев из низших ступеней высот в более высокие и интенсивного роста деревьев, составляющих верхнюю часть древесного полога. Некоторые из них достигли 7—8 м. Число отмерших стволов оказалось в 2—4 раза больше, чем при первоначальном пересчете. Таким образом, вертикальный профиль биогрупп приобрел резко выраженную ступенчатость.

Данные пересчета по диаметру показали, что в рассматриваемых биогруппах к 20-летнему их возрасту более 70% числа всех деревьев имели диаметр 1—2 см (из них около 50% отмерших). Деревьев самых крупных по диаметру (5,0—8,0 см) было около 10% общего числа.

В зоне двухметровой высоты над почвой в изучаемых биогруппах было наибольшее число отмерших деревьев. Здесь общая освещенность в течение летнего безоблачного дня равнялась 1—9% освещенности от-



Таблица 1

| Возраст био- групп, лет | № био- групп | Пло- щадь, м <sup>2</sup> | Гус- тота на 1 м <sup>2</sup> , шт. | Распределение деревьев по высоте, м |    |         |    |         |         |         | Итого |    |
|-------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----|---------|----|---------|---------|---------|-------|----|
|                         |              |                           |                                     | 0,5—2,0                             |    | 2,1—3,6 |    | 3,7—5,2 | 5,3—6,8 | 6,9—8,4 |       |    |
|                         |              |                           |                                     | ж                                   | м  | ж       | м  | ж       | ж       | ж       | ж     | м  |
| 16                      | 1            | 5                         | 26                                  | 31                                  | 34 | 49      | —  | 19      | —       | —       | 99    | 34 |
|                         | 2            | 2                         | 17                                  | 13                                  | 4  | 9       | —  | 9       | —       | —       | 31    | 4  |
| 21                      | 1            | 5                         | 24                                  | 2                                   | 51 | 18      | 19 | 29      | 2       | 1       | 52    | 70 |
|                         | 2            | 2                         | 17                                  | —                                   | 15 | 4       | 6  | 6       | 2       | 2       | 14    | 21 |

Примечание. Ж — живые деревья; М — мертвые. В биогруппе 1 за 5 лет пещли в валежник 11 деревьев.

крытого места. Этого крайне недостаточно. Исследования Л. А. Иванова показали, что при 1% от освещенности открытого места сосна расходует на дыхание углекислоты больше, чем ассимилирует ее, то есть имеет отрицательный баланс. Притом, такой свет в биогруппах сосны является «профильтрованным», он обеднен физиологически ценными лучами вследствие прохождения через сомкнутый древесный полог, образуемый кронами более высоких деревьев. По нашим данным, такой свет содержит красных лучей не более 1% их количества в полном солнечном свете. Резкая выраженность процесса дифференциации деревьев по высоте и диаметру подтверждается распределением деревьев по классам роста. Анализ данных, приведенных в табл. 2, позволяет отметить, что с увеличением густоты биогрупп значительно уменьшается число деревьев I и II класса роста.

Таблица 2

| № био- групп | Площадь, м <sup>2</sup> | Число деревьев в био- группе, шт. | Число деревьев на 1 м <sup>2</sup> , шт. | Распределение деревьев, %, по классам роста |      |      |
|--------------|-------------------------|-----------------------------------|--|---|------|------|
|              |                         |                                   |  | I   | II   | III  |
| 1            | 1                       | 7                                 | 7  | 28,6  | 42,8 | 28,6 |
| 2            | 2                       | 31                                | 15                                       | 12,8  | 9,6  | 77,6 |
| 3            | 5                       | 92                                | 18                                       | 6,5   | 8,6  | 90,3 |
| 4            | 5                       | 125                               | 25                                       | 10,4  | 15,2 | 74,4 |

В более густых биогруппах (№ 2, 3, 4) большинство деревьев III класса роста. Это деревья, сильно отставшие в росте, туповершинные, с уменьшенной листовой поверхностью, суховершинные, в основном не участвующие в строении древесного полога, физиологическая деятельность их сильно нарушена. Деревца хорошего роста, находящиеся в лучших условиях освещенности, имеют более мощную крону и ассимилирующую поверхность. По нашим данным, протяженность живой кроны у таких деревьев в 2—10 раз, средняя длина хвои в 2,6 раза, сырой и абс. сухой вес ее в 2,5 раза больше, чем у сильно отставших в росте деревьев (табл. 3). Более высокие, энергично растущие деревья занимают в биогруппах лучшее положение в отношении не только светового, но и почвенного питания.

Раскопки корневых систем 34 деревьев по биогруппам разной густоты и результаты их обмера и количественного учета (табл. 4) показывают, что деревья I класса роста имеют хорошо развитый стержневой корень, уходящий в почву на глубину 0,5 м и более. Диаметр этих корней у шейки достигает наибольшей величины (8—10 см). Значительную толщину (4—6 см) стержневой корень имеет на глубине 15 см

Таблица 3

| Категория деревьев           | Календарный возраст хвой вершинных побегов, лет | Средняя длина хвой, см | Вес хвой, г |            |
|------------------------------|---|------------------------|-------------|------------|
|                              |   |                        | сырой       | абс. сухой |
| Энергично растущие . . . . . | 1   | 4,6                    | 7,90        | 3,48       |
|                              | 2   | 5,3                    | 8,85        | 4,20       |
| Сильно отстающие в росте . . | 1   | 2,7                    | 2,93        | 1,34       |
|                              | 2   | 2,0                    | 3,58        | 1,69       |

Таблица 4

| Площадь био-<br>группы, м <sup>2</sup><br>число<br>деревьев,<br>шт. | Класс<br>роста<br>число<br>деревьев<br>в классе | Длина<br>стержне-<br>вого<br>корня,<br>см | Диаметр стержне-<br>вого корня, см |                                    | Число корней второго порядка<br>диаметр корней второго<br>порядка |   | Всего<br>корней<br>второго<br>порядка |
|---|---|---|------------------------------------|------------------------------------|---|---|---------------------------------------|
|   |   |   | у корне-<br>вой<br>шейки           | на 15 см<br>от корне-<br>вой шейки | у корневой<br>шейки   | в зоне<br>15 см от<br>корневой<br>шейки |                                       |
| $\frac{0,5}{6}$   | $\frac{I}{2}$                                   | 55—60                                     | 10,5                               | 6                                  | $\frac{7}{2-4}$   | $\frac{3}{1-2}$                         | 10                                    |
|   | $\frac{II}{2}$                                  | 40—45                                     | 6,5                                | 3,8                                | $\frac{5}{1-2}$   | $\frac{3}{0,3-0,8}$                     | 8                                     |
|   | $\frac{III}{2}$                                 | 25—30                                     | 1,6                                | 0,4                                | $\frac{2}{0,4-1,5}$   | $\frac{1}{0,1}$                         | 3                                     |
| $\frac{0,4}{6}$   | $\frac{I}{1}$                                   | 50  | 8                                  | 4                                  | $\frac{4}{2-3}$   | $\frac{4}{0,5-1}$                       | 8                                     |
|   | $\frac{II}{3}$                                  | 35—40                                     | 5,5                                | 1,8                                | $\frac{5}{0,3-1}$   | $\frac{2}{0,4}$                         | 7                                     |
|   | $\frac{III}{2}$                                 | 25  | 2,5                                | 1,1                                | $\frac{3}{0,2-0,5}$   | $\frac{3}{0,3}$                         | 5                                     |
| $\frac{0,8}{12}$  | $\frac{II}{4}$                                  | 40  | 6,5                                | 3,4                                | $\frac{4}{2}$   | $\frac{2}{1,5}$                         | 6                                     |
|   | $\frac{III}{8}$                                 | 18  | 2                                  | 0,3                                | $\frac{2}{0,5}$   | $\frac{1}{0,2}$                         | 3                                     |

от корневой шейки. Деревья I класса роста отличаются наличием большого числа крупных корней второго порядка. Многие из них находятся в поверхностных слоях почвы, другие расположены в более глубоких ее горизонтах, что определяет их жизнеустойчивость.

У деревьев III класса роста длина стержневого корня в 2 раза, диаметр у корневой шейки в 3—8 раз, а число корней второго порядка в 3—4 раза меньше, и они во много раз тоньше, чем корни деревьев I класса роста. К 20-летнему возрасту в условиях сосняков-брусничников лучший рост в высоту и по диаметру имеют сосновые био-группы, в которых 2—4 дерева на 1 м<sup>2</sup>. Такое число деревьев можно признать оптимальным к концу I класса возраста, и это следует учитывать при проведении рубок ухода\*.

\* О. М. Колпиков. К вопросу о рубках ухода в сосновых молодняках. Доклады ТСХА, вып. XXXVI, 1958.

УДК 634.0.524.37

**СОРИМЕНТНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ЛИПНЯКОВ  
ЮЖНОЙ ЧАСТИ УДМУРТСКОЙ АССР \***

**П. А. СОКОЛОВ**

(Поволжский лесотехнический институт)

Южная часть Удмуртской АССР относится к Северо-Предуральскому лесорастительному району подзоны хвойно-широколиственных лесов. Липняки здесь занимают 13,2% всей лесопокрытой площади.

Для материальной оценки древостоев липы с 1954 г. применяют таблицы Ф. П. Моисеенко, но точность их для местных условий не выявлена. С целью проверки таблиц Ф. П. Моисеенко в условиях Удмуртской АССР автором в содружестве с Северо-Западным лесоустроительным предприятием была заложена 31 пробная площадь со взятием 730 учетных и средних модельных деревьев. Общий запас липы на пробных площадях, а также выход деловой древесины по категориям крупности и по сортам, вычисленные по модельным деревьям, приняты за истинные. В табл. 1 приведены средние ошибки, полученные при вычислении по сортиментным таблицам Ф. П. Моисеенко общего запаса древостоя и деловой древесины по категориям крупности на пробных площадях.

Таблица 1

| Ошибки                            | Общий запас | Деловая древесина |         |         |        |
|-----------------------------------|-------------|-------------------|---------|---------|--------|
|                                   |             | всего деловой     | крупная | средняя | мелкая |
| Систематическая, % . . . . .      | +3,3        | -2,5              | +17,7   | +10,1   | -74,2  |
| Среднеквадратическая, % . . . . . | ± 4,1       | ± 8,9             | ± 24,6  | ± 15,1  | ± 9,7  |

Таблица 2

| Ошибки                  | Общий запас | Всего деловой древесины | Крупная |                     | Средняя |                     | Мелкая (бес- сортная) | Сорта древесины |        |        | Луб   |
|-------------------------|-------------|-------------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|-----------------------|-----------------|--------|--------|-------|
|                         |             |                         | всего   | в том числе I сорта | всего   | в том числе I сорта |                       | I               | II     | III    |       |
| Систематическая, %      | -0,1        | -0,4                    | -0,8    | -2,2                | -1,9    | -1,5                | +3,9                  | +0,8            | -0,1   | -2,2   | +0,6  |
| Среднеквадратическая, % | ± 5,0       | ± 6,6                   | ± 15,4  | ± 13,5              | ± 10,2  | ± 13,3              | ± 11,8                | ± 14,1          | ± 16,9 | ± 23,7 | ± 6,2 |

На материале 30 пробных площадей с общим количеством 666 средних и учетных деревьев, взятых из числа деловых стволов, были

\* Работа выполнена под руководством проф., доктора сельскохозяйственных наук М. Л. Дворецкого.

| Разряд<br>высоты | Ступень<br>толщины,<br>см | Средняя<br>высота,<br>м | Объем<br>дерева<br>в коре,<br>м <sup>3</sup> | Выход взаимозаменяемых сортиментов по сортам. |         |       |         |         |       |         |         |       |   |
|------------------|---------------------------|-------------------------|--|---|---------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---|
|                  |                           |                         |  | I   |         |       | II      |         |       | III     |         |       |   |
|                  |                           |                         |  | крупная                                       | средняя | итого | крупная | средняя | итого | крупная | средняя | итого |   |
| II               | 8                         | 12,5                    | 0,032  | —   | —       | —     | —       | —       | —     | —       | —       | —     | — |
|                  | 12                        | 15,8                    | 0,080  | —   | —       | —     | —       | —       | —     | —       | —       | —     | — |
|                  | 16                        | 19,1                    | 0,172  | —   | —       | —     | —       | 3,5     | 3,5   | —       | 1,0     | 1,0   | — |
|                  | 20                        | 21,0                    | 0,293  | —   | 5,5     | 5,5   | —       | 23,5    | 23,5  | —       | 5,0     | 5,0   | — |
|                  | 24                        | 22,0                    | 0,437  | —   | 18,0    | 18,0  | —       | 22,0    | 22,0  | —       | 8,0     | 8,0   | — |
|                  | 28                        | 22,6                    | 0,610  | 1,0   | 27,0    | 28,0  | —       | 19,5    | 19,5  | —       | 8,5     | 8,5   | — |
|                  | 32                        | 23,1                    | 0,809  | 16,5  | 20,0    | 36,5  | 1,0     | 16,0    | 17,0  | 1,5     | 6,5     | 8,0   | — |
|                  | 36                        | 23,5                    | 1,035  | 34,0  | 11,0    | 45,0  | 2,5     | 11,5    | 14,0  | 2,0     | 4,0     | 6,0   | — |
|                  | 40                        | 24,0                    | 1,290  | 48,0  | 2,5     | 50,5  | 5,5     | 6,5     | 12,0  | 3,0     | 1,5     | 4,5   | — |
|                  | 44                        | 24,5                    | 1,561  | 38,5  | —       | 38,5  | 16,5    | 6,0     | 22,5  | —       | 4,5     | 4,5   | — |
| III              | 8                         | 11,5                    | 0,030  | —   | —       | —     | —       | —       | —     | —       | —       | —     | — |
|                  | 12                        | 14,4                    | 0,065  | —   | —       | —     | —       | —       | —     | —       | —       | —     | — |
|                  | 16                        | 16,8                    | 0,151  | —   | —       | —     | —       | 1,0     | 1,0   | —       | 3,0     | 3,0   | — |
|                  | 20                        | 18,8                    | 0,261  | —   | 12,0    | 12,0  | —       | 19,5    | 19,5  | —       | 10,0    | 10,0  | — |
|                  | 24                        | 20,1                    | 0,394  | —   | 25,0    | 25,0  | —       | 17,0    | 17,0  | —       | 13,5    | 13,5  | — |
|                  | 28                        | 20,9                    | 0,552  | 5,0   | 27,5    | 32,5  | —       | 14,0    | 14,0  | —       | 15,5    | 15,5  | — |
|                  | 32                        | 21,5                    | 0,738  | 25,5  | 10,5    | 36,0  | 3,0     | 10,0    | 13,0  | 0,5     | 14,5    | 15,0  | — |
|                  | 36                        | 21,9                    | 0,945  | 34,0  | 5,0     | 39,0  | 3,5     | 8,0     | 11,5  | 2,5     | 11,0    | 13,5  | — |
|                  | 40                        | 22,2                    | 1,179  | 38,5  | —       | 38,5  | 8,5     | 5,0     | 13,0  | 4,5     | 7,5     | 12,0  | — |
|                  | 44                        | 22,6                    | 1,434  | 41,5  | —       | 41,5  | 8,5     | 3,0     | 11,5  | 6,5     | 3,0     | 9,5   | — |

составлены новые объемные и сортиментно-сортные таблицы для липняков южной части Удмуртской АССР. Для образования разрядов высот древостоев устанавливали амплитуду колебаний средних высот (около 4 м).

Всего было образовано два разряда высот, по которым и были распределены пробные площади и срубленные на них модельные деревья. В пределах разрядов высот для каждой ступени толщины выводили средние диаметры и объемы и путем выравнивания по прямой объемов получали местные объемные таблицы. В пределах разрядов высот сумма объемов сортиментов по сортам и категориям крупности данной ступени толщины выражалась в процентах от суммы объемов всех стволов данной ступени.

В отходы включена вершинка и часть коры (без луба) деловой древесины и дров. Общий процент коры, включая луб, вычисляли отдельно.

Выравнивание средних процентов деловой древесины по сортам и категориям крупности, дров, объема луба и отходов проводили графически: по оси абсцисс откладывали ступени толщины, а по оси ординат — нарастающие итоги процентов выхода сортиментов, дров, луба и отходов.

В табл. 2 приведены данные проверки вновь составленных объемных и сортиментно-сортных таблиц на материале заложенных пробных площадей.

Из приведенных данных видно, что вновь составленные таблицы по липе (табл. 3) \* обеспечивают необходимую точность в определении

\* При составлении сортиментно-сортных таблиц были использованы: «Руководство для составления таблиц» П. В. Горского и «Методическая записка по составлению таблиц...» (рукопись А. Г. Мошкалева, И. А. Нахабцева, А. К. Ламова).

Таблица 3

| % от объема ствола в коре |         |       |         |         |                       | Итого деловой | Дрова | Луб  | Ликвид | Отходы | Всего | Кора |
|---------------------------|---------|-------|---------|---------|-----------------------|---------------|-------|------|--------|--------|-------|------|
| IV                        |         |       | итого   |         |                       |               |       |      |        |        |       |      |
| крупная                   | средняя | итого | крупная | средняя | мелкая (бес- сортная) |               |       |      |        |        |       |      |
| —                         | —       | —     | —       | —       | —                     | —             | 72,0  | 24,0 | 96,0   | 4,0    | 100   | 27,0 |
| —                         | —       | —     | —       | —       | 50,0                  | 50,0          | 23,0  | 20,0 | 93,0   | 7,0    | 100   | 26,0 |
| —                         | 1,0     | 1,0   | —       | 5,5     | 54,5                  | 60,0          | 14,5  | 17,0 | 91,5   | 8,5    | 100   | 25,0 |
| —                         | 5,0     | 5,0   | —       | 39,0    | 29,0                  | 68,0          | 7,5   | 15,5 | 91,0   | 9,0    | 100   | 24,0 |
| —                         | 6,0     | 6,0   | —       | 54,0    | 16,0                  | 70,0          | 6,5   | 14,0 | 90,5   | 9,5    | 100   | 23,0 |
| —                         | 6,0     | 6,0   | 1,0     | 61,0    | 7,5                   | 69,5          | 7,5   | 13,0 | 90,0   | 10,0   | 100   | 22,5 |
| 0,5                       | 3,0     | 3,5   | 19,5    | 45,5    | 4,0                   | 69,0          | 8,5   | 12,5 | 90,0   | 10,0   | 100   | 22,0 |
| 0,5                       | —       | 0,5   | 39,0    | 26,5    | 2,5                   | 68,0          | 10,0  | 11,5 | 89,5   | 10,5   | 100   | 21,5 |
| 0,5                       | —       | 0,5   | 57,0    | 10,5    | —                     | 67,5          | 11,0  | 10,5 | 89,0   | 11,0   | 100   | 21,0 |
| 2,0                       | —       | 2,0   | 57,0    | 10,5    | —                     | 67,5          | 11,5  | 10,0 | 89,0   | 11,0   | 100   | 21,0 |
| —                         | —       | —     | —       | —       | —                     | —             | 72,0  | 23,0 | 95,0   | 5,0    | 100   | 26,0 |
| —                         | —       | —     | —       | —       | 50,0                  | 50,0          | 24,5  | 19,5 | 94,0   | 6,0    | 100   | 24,5 |
| —                         | —       | —     | —       | 4,0     | 56,0                  | 60,0          | 16,5  | 17,0 | 93,5   | 6,5    | 100   | 23,0 |
| —                         | —       | —     | —       | 41,5    | 26,5                  | 68,0          | 10,0  | 15,5 | 93,5   | 6,5    | 100   | 22,0 |
| —                         | —       | —     | —       | 55,5    | 14,5                  | 70,0          | 9,0   | 14,0 | 93,0   | 7,0    | 100   | 21,0 |
| —                         | —       | —     | 5,0     | 57,0    | 7,5                   | 69,5          | 10,0  | 13,5 | 93,0   | 7,0    | 100   | 20,5 |
| —                         | —       | —     | 29,0    | 35,0    | 4,5                   | 68,5          | 11,5  | 12,5 | 92,5   | 7,5    | 100   | 20,0 |
| —                         | 1,0     | 1,0   | 40,0    | 25,0    | 3,0                   | 68,0          | 12,0  | 12,5 | 92,5   | 7,5    | 100   | 19,5 |
| —                         | 2,0     | 2,0   | 51,0    | 14,5    | 1,5                   | 67,0          | 13,5  | 11,5 | 92,0   | 8,0    | 100   | 19,0 |
| —                         | 3,5     | 3,5   | 56,5    | 9,5     | —                     | 66,0          | 15,0  | 11,0 | 92,0   | 8,0    | 100   | 19,0 |

запаса дровостоя и выхода деловой древесины не только в целом, но и по категориям крупности и сортам.

Поступила 17 мая 1966 г.

УДК 634.0.566

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХОДА РОСТА ЛОЖБИННО-ПОТЯЖИННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВЯЗА МЕЛКОЛИСТНОГО В УСЛОВИЯХ ЮГА ЕРГЕНЕЙ

В. С. МАТЛАШ

(Элистинский опытно-показательный мехлесхоз Калмыцкой АССР)

В крайне тяжелых климатических условиях юга Ергенинской возвышенности на светло-каштановых почвах разной степени солонцеватости на 4000 га посажены и выращиваются лесные культуры. Основные лесообразующие породы здесь — вяз мелколистный и дуб черешчатый.

Культуры вяза мелколистного расположены на северных склонах ергенинских балок Гашун и Аршань. На площадях лесных культур еще до создания последних в результате процессов смыва, размыва, выщелачивания образовались ложбины и потяжины с лугово-светло-каштановыми и темноцветными почвами. Насаждения ложбин и потяжин занимают 30—40% площади культур, представляют основную массу формируемого лесного фонда и требуют отдельной таксации и расчетов при назначении лесохозяйственных мероприятий.

Ход роста вяза мелколистного не исследовали. Восполняя этот пробел, автор в качестве объекта исследования избрал мелколистновязовые насаждения Элистинского механизированного лесхоза Калмыцкой АССР, расположенные в пределах зеленого кольца г. Элисты.

Естественноисторические условия района исследования подробно изложены в литературе\*. Взятые для исследования культуры были созданы в период с 1950 г. по 1958 г. на светло-каштановых почвах с глубоким уровнем залегания грунтовых вод. Почву готовили по системе двухлетнего пара с перепахкой осенью на глубину 30—35 см. Весной производили боронование и культивацию, а затем посадку под лесопосадочную машину СЛЧ-1 однолетними стандартными сеянцами. Обычное размещение  $3 \times 0,8$  или  $3 \times 1$  м (4125—3300 шт./га). В 1961 г. в хорошем состоянии находились лишь культуры по ложбинам и потяжинам. Остальная часть к середине августа начала сбрасывать листву. Очевидно, сказывалось полное использование запаса влаги.

Исследуемые культуры в возрасте 4—5 лет смыкаются в ряду, а в 6—7 лет переводятся в лесопокрытую площадь. К этому же времени происходит смыкание между рядами.

В основу исследования хода роста мелколистновязовых насаждений положен метод «указательных насаждений». Было найдено насаждение наиболее старшего возраста, где заложили две пробные площади, после обмера и описания которых на них было срублено и подвергнуто полному анализу хода роста по 12 моделей из различных ступеней толщины. Полученные результаты подкреплялись данными пробных площадей, заложенных в более молодых древостоях.

После анализа модельных деревьев показатели диаметров и высот были обработаны методами вариационной статистики. Точность определения диаметров  $\pm 9,2\%$  (от 5,4 до 13,7), высот  $\pm 7,5\%$  (от 4,5 до 12,2). Найденные средние диаметры и высоты были нанесены на график совместно со средними высотами и диаметрами пробных площадей и графически выравнены.

\* Г. Н. Высоцкий. Ергеня. Труды по прикладной ботанике, № 10—11, 1915.

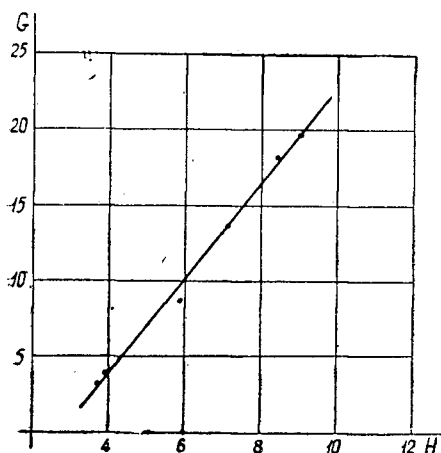


Рис. 1.

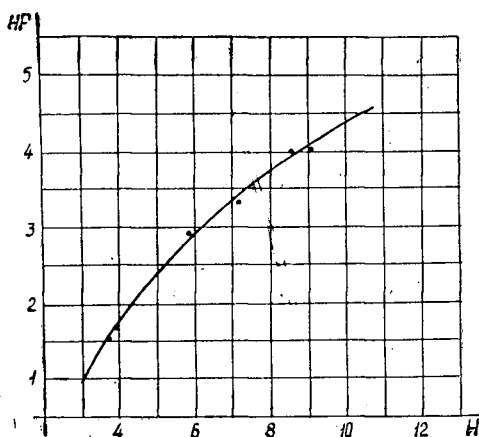


Рис. 2.

Подобная обработка материала дает возможность установить принадлежность взятых насаждений к одному «естественному ряду». Изменение во времени сумм площадей сечений найденного естественного ряда определяли через суммы площадей сечений пробных площадей насаждений (рис. 1). По результатам обработки модельных деревьев была найдена зависимость между высотами  $H$  и видовыми высотами  $HF$ . При построении графика были использованы средние высоты  $H$  и видовые высоты  $HF$  пробных площадей (рис. 2).

Запас определяли по известной формуле

$$M = GHF,$$

где  $M$  — запас на 1 га,  $m^3$ ;

$G$  — сумма площадей сечений на 1 га при данном возрасте и высоте;

$HF$  — видовая высота при данном возрасте и средней высоте.

Число стволов, видовые числа, текущий и средний приросты по запасу находили вычислительным путем.

Всего в Ленинском и Аршанском лесничествах было заложено шесть пробных площадей, их таксационные характеристики даны в табл. 1.

Таблица 1

| № пробных площадей | Возраст, лет | Средняя высота, м | Средний диаметр, см | Число стволов на 1 га, шт. | Сумма площадей сечений, $m^2/га$ | Запас, $m^3/га$ |
|--------------------|--------------|-------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------|
| 1                  | 4            | 3,7               | 3,6                 | 3289                       | 3,2                              | 4,8             |
| 2                  | 4            | 3,9               | 3,8                 | 2842                       | 4,0                              | 6,8             |
| 3                  | 6            | 5,8               | 6,0                 | 3080                       | 8,7                              | 24,2            |
| 4                  | 7            | 7,1               | 7,4                 | 3168                       | 13,7                             | 45,2            |
| 5                  | 11           | 9,0               | 10,2                | 2406                       | 19,7                             | 78,8            |
| 6                  | 11           | 8,5               | 9,5                 | 2587                       | 18,7                             | 74,8            |

Используя данные пробных площадей, приведенные в табл. 1, и описанную выше методику, мы составили по двухлетиям таблицу, являющуюся эскизом таблицы хода роста ложбинно-потяжинных насаждений вяза мелколистного в условиях юга Ергеней (табл. 2).

Таблица 2

| Возраст, лет | Средняя высота, м | Средний диаметр, см | Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га | Число стволов на 1 га, шт. | Запас на 1 га, м <sup>3</sup> | Прирост, м <sup>3</sup> |         | Видовое число, 0,001 |
|--------------|-------------------|---------------------|--|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------|----------------------|
|              |                   |                     |  |                            |                               | текущий                 | средний |                      |
| 2            | 1,0               | —                   | —  | —                          | —                             | —                       | —       | —                    |
| 4            | 3,7               | 3,2                 | 3,1  | 3760                       | 5,4                           | —                       | 1,3     | 490                  |
| 6            | 6,1               | 6,2                 | 10,0                                       | 3345                       | 29,0                          | 11,8                    | 4,8     | 476                  |
| 8            | 7,8               | 8,0                 | 15,2                                       | 3025                       | 54,7                          | 22,8                    | 6,9     | 462                  |
| 10           | 8,6               | 9,8                 | 18,0                                       | 2708                       | 70,2                          | 7,7                     | 7,0     | 454                  |
| 12           | 8,8               | 10,3                | 19,5                                       | 2430                       | 78,8                          | 4,3                     | 6,6     | 448                  |

По результатам обработки материалов пробных площадей получена зависимость между средними высотами и наибольшими суммами площадей сечения, характеризующими абсолютную полноту исследуемых насаждений, равную единице (табл. 3).

Таблица 3

| Средняя высота, м                                    | 4   | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    |
|--|-----|-----|-----|------|------|------|
| Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га . . . . . | 4,0 | 6,7 | 9,7 | 12,5 | 16,0 | 20,0 |

На основании данных о приросте по запасу можно установить возраст количественной спелости мелколиственноязызовых насаждений. Он определяется моментом пересечения на графике кривых текущего и среднего прироста и для мелколиственноязызовых насаждений равен 11 годам.

Средние высоты насаждений вяза мелколистного не укладываются в общепониманную шкалу. Пришлось дополнить ее более высокими классами бонитета, произведя соответствующие построения. При этом оказалось, что лучшие мелколиственноязызовые насаждения юга Ергеней относятся к IV классу бонитета.

Наше исследование носит предварительный характер. Особенности роста вяза мелколистного — одной из основных пород защитного лесоразведения на Ергенях — требуют дальнейшего детального изучения.

Поступила 22 января 1964 г.



УДК 634.0.161.4

## ВТОРИЧНЫЙ РОСТ СТЕБЛЯ У СИБИРСКИХ ХВОЙНЫХ ПОРОД

В. А. ЕЛАГИНА

(Сибирский технологический институт)

У некоторых древесных пород наблюдается два или несколько приростов в течение вегетационного периода. Образовавшиеся молодые верхушечные почки после короткого периода покоя трогаются в рост. Вторые побеги получили название ивановых. Они чаще всего образуются из терминальной почки побега, но при благоприятных условиях роста развиваются и из верхних, наиболее мощных пазушных почек [14].

Ивановы побеги чаще встречаются у лиственных пород, но наблюдаются и у хвойных: сосны, ели, лиственницы, дугласовой пихты и др. [1] — [11], [13], [15]. Некоторые виды сосен за один вегетационный период образуют несколько побегов. Все, что является причиной более обильного снабжения дерева водой и питательными веществами — богатое развитие корневой системы, повреждение листьев заморозками, засухой, насекомыми, сильное удобрение, обильные осадки — благоприятствует образованию ивановых побегов [1].

Наблюдения за сезонным ростом сибирских хвойных мы проводили в г. Щучинске, Кокчетавской области. Средняя годовая температура района 1,1°. Абсолютный максимум температуры 41°, абсолютный минимум — 47°. Продолжительность безморозного периода 115 дней, вегетационного — 165. За год выпадает 306 мм осадков. Показатель увлажнения [16] за год составляет 0,21, за вегетационный период — 0,17. Район относится к засушливой части территории с недостаточным увлажнением.

Объектами наблюдений были сосна обыкновенная (подвид кулундинская), кедр сибирский, ель сибирская, пихта сибирская и лиственница сибирская. Сосна является коренным обитателем местных лесов. Остальные породы введены в Кокчетавскую область из лесов горного Алтая. Наблюдения за интродуцентами вели в дендрарии Боровского лесного техникума и на опытных посевах, сделанных автором.

Двукратный рост главного верхушечного побега в условиях Щучинска наблюдается у сосны и ели (рис. 1 и 2). О встречаемости ивановых побегов можно судить по следующим данным. В 1963 г. в Бармашинском лесхозе количество растений, давших две мутовки за год, составило: в 3-летних культурах сосны — до 25%, в 6-летних — 8%, в 9-летних — 4%. Это свидетельствует о наличии в природе внутривидовой изменчивости продолжительности периода покоя. У некоторой части растений почки могут пробуждаться вскоре после их образования; у большинства же они трогаются в рост в следующем году. Вторичный рост у сосны и ели мы наблюдали только у растений не старше 10 лет.

Вторичные побеги сосны значительно короче нормальных. Они имеют щетковидную форму, обусловленную короткими междоузлиями и относительно короткой хвоей. Число укороченных побегов (то есть пучков хвой на ивановых побегах) в 2—3 раза меньше, чем на весенних, а хвоя в 2—2,5 раза короче нормальной. Эта особенность, по нашему мнению, свидетельствует о том, что к началу вторичного роста побегов процесс формирования верхушечной почки еще не закончился. На ивановых побегах сосны в семилетних культурах количество пучков хвой колебалось от 25 до 60, при средней величине  $42 \pm 2,3$  шт. На весенних побегах следующего года у тех растений, которые не имели ивановых побегов, среднее число пучков хвой составило  $142 \pm 7,3$  шт. с колебаниями от 101 до 175 шт. У растений, образовавшихся в предшествующем году две мутовки, укороченных побегов в среднем было  $147 \pm 12$  шт. с колебаниями от 107 до 184.

Подготовка ивановых побегов к зиме закончилась своевременно. В конце августа все они имели на верхушке хорошо развитые почки. Зимой обмерзания не наблюдалось. В следующем году из этих почек сформировались нормальные побеги.

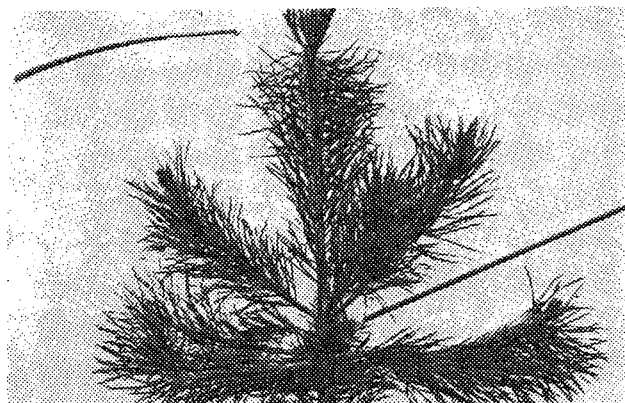


Рис. 1. Вторичные побеги текущего и предшествующего года в кроне сосны (отмечены указкой).

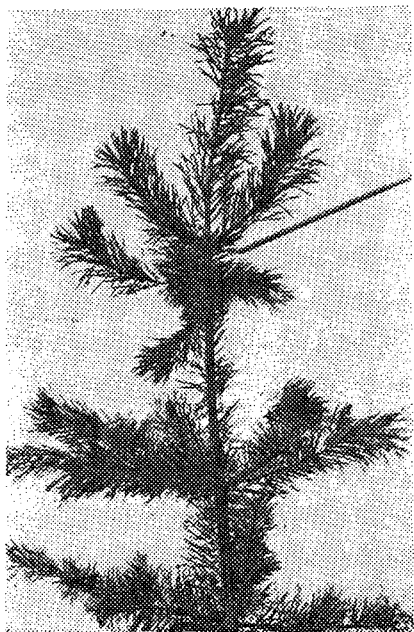


Рис. 2. Крона сосны с вторичным побегом предшествующего года (отмечен указкой).

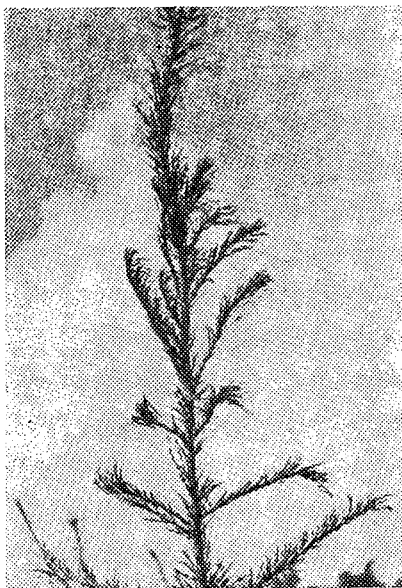


Рис. 3. Ветвистый верхушечный побег восьмилетней лиственницы сибирской.

Массовое образование ивановых побегов имеет место только при определенном комплексе метеорологических условий. Чаще всего оно наблюдается в те годы, когда после майской и июньской засухи проходят обильные дожди в июле — августе. В Шушинске такое сочетание погоды особенно резко было выражено в 1963 г. За три весенне-летних месяца, с апреля по июнь выпало всего лишь 31,0 мм, что составляет 32% средней многолетней суммы осадков за эти месяцы. В июле и августе прошли обильные дожди. Дождливая погода продолжалась до конца периода вегетации. За два летних месяца выпало 242 мм, то есть свыше 79% годовой нормы.

Выявлена вполне определенная связь между вторичным ростом стебля и ростом корней. В засушливые периоды рост корней прекращается. Так, во второй половине

июня 1963 г. при раскопке в сосновых культурах шестилетнего возраста на скелетных почвах, в типе леса сухой мертвопокровно-лишайниковый бор не было обнаружено растущих корней; все корневые окончания имели бурю окраску. В начале июня прошли дожди, и рост корней возобновился. Во второй половине июля начался вторичный рост побегов.

Такая связь вполне согласуется с современными представлениями о влиянии корней на рост надземной части. Стимулирующее действие корней на рост почек обусловлено передвижением из них продуктов нуклеинового обмена. По данным Д. А. Сабинина [12], в корневой системе происходит синтез производных нуклеиновых кислот, являющихся стимуляторами роста надземных органов.

При вторичном росте хвойных побеги образуются в основном из верхушечных почек. Пазушные почки в год роста материнского побега развиваются реже. На первом и втором годах жизни растений у сосны, кедра, ели и лиственницы рост пазушных почек наблюдается при наличии вполне жизнеспособной верхушечной почки. У растений старших возрастов пазушные почки у сосны и ели пробуждаются только после декапитации, то есть после удаления верхушечной почки. В последнем случае торможение снимается веществами, оказывающими противодействие угнетению роста пазушных почек. Исключение представляет лиственница, у которой ветвистые побеги образуются и у растений старших возрастов (рис. 3). Физиологическая сущность роста пазушных побегов у растений на первом и втором годах жизни пока не ясна. Можно утверждать одно, что у сеянцев в этом возрасте угнетающее влияние верхушечной почки выражено слабее, чем у растений старших возрастов.

Способность отдельных особей сосны давать две мутовки в год, по-видимому, является рудиментарным свойством, унаследованным от предков, живших в третичном периоде, в условиях более теплого климата. Однако наблюдается тенденция к утрате этого свойства. Значительная часть растений, даже в первые годы их жизни, потеряла способность к вторичному росту. Утрату этого свойства у вида, произрастающего в умеренном климате, следует считать прогрессивным явлением.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Бюсген. Строение и жизнь наших лесных деревьев. М., 1961.  
[2]. В. З. Гулисашвили. Периодичность в ритме средиземноморских сосен как признак родственной связи их между собой. ДАН, т. 57, 1947. [3]. В. З. Гулисашвили и др. Дендрофлора Кавказа. Т. 1, изд. АН ГрузССР, Тбилиси, 1959.  
[4]. А. В. Гурский, И. В. Каневская, Л. Ф. Остапович. Основные итоги интродукции растений в Памирском ботаническом саду. Труды ТФ АН СССР, изд. АН ТаджССР, Сталинабад, 1953. [5]. А. В. Гурский, Л. Ф. Остапович, Ю. Л. Соколов. Влияние горных условий памирского типа на высшие растения. Сб. «Проблемы ботаники», вып. 7, изд. «Наука» АН СССР, 1965. [6]. Н. П. Кобранов. Об образовании двух побегов у обыкновенной и крымской сосен в течение одного и того же вегетационного периода. «Лесоведение и лесоводство», т. 3, 1933. [7]. А. И. Колесников. Сосна пицундская и близкие к ней виды. М., 1963. [8]. П. Крамер, Т. Козловский. Физиология древесных растений. Гослесбумиздат, М., 1963. [9]. И. Н. Лигаев. Два прироста в год у сосны обыкновенной. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1957. [10]. Н. Михалева. Сосновая роща на мысе Пицунда. Журн. «Лесное хозяйство» № 12, 1963. [11]. И. О. Рошин. Наблюдения над ростом эльдарской сосны. Изв. Тифлисского политехнического института, вып. 1, 1924. [12]. Д. А. Сабинин. О значении корневой системы в жизнедеятельности растений. Изд. АН СССР, М., 1949. [13]. И. Г. Серебряков. Развитие ивановых побегов у ели. «Бюллетень Московского общества испытателей природы», т. 55, № 6, 1950. [14]. И. Г. Серебряков. Морфология вегетативных органов высших растений. Изд. «Советская наука», 1952. [15]. С. Я. Соколов, З. Г. Артюшенко. Ивановы побеги у сосны. «Ботанический журнал» № 5, 1957. [16]. Р. И. Шашко. Климатические условия земледелия в центральной Якутии. Изд. АН СССР, М., 1960.

УДК 634.0.232.41

## ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА НЕКОТОРЫХ ЭКЗОТИЧЕСКИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

З. В. КОСТЮК

(Украинская сельскохозяйственная академия)

При создании зеленых насаждений остро ставится вопрос о повышении качества озеленительных работ и, прежде всего, об улучшении породного состава и состояния лесопарковых насаждений, с возможно более широким использованием ценных аборигенных древесных и кустарниковых пород, а также инорайонных пород в порядке их интродукции.

Однако вопрос о введении малоисследованных пород остается открытым потому, что иногда отсутствуют данные об особенностях роста какой-нибудь конкретной породы, часто недостаточно материала о выращивании семян. В отношении некоторых экзотов эти сведения особенно скудны. В связи с этим нами были проведены исследования с целью выяснения возможности внедрения новых пород.

На протяжении 1965—1966 гг. мы исследовали вопрос о выращивании посадочного материала инорайонных пород.

Семена серого, черного орехов и зеленого ясеня были собраны в дендросаду Украинской сельскохозяйственной академии, маньчжурского ореха и белого гикори — получены из Красно-Тростянецкой ЛОС; съедобного каштана — из Закарпатской области; позднецветной черемухи из дендропарка «Веселье Боковеньки». Доброкачественность семян определяли методом взрезывания (из-за небольшого их количества).

Впоследствии семена стратифицировали\* в промытом влажном песке. Наклюнувшиеся семена в апреле 1966 г. были высеяны в питомнике Мотовиловского лесничества Боярского учебно-опытного лесхоза, согласно правилам агротехники\*\*, питомник заложен на дерново-среднеподзолистой почве. Все семена имели высокую всхожесть (табл. 1). Климат района исследования характеризуется относительной мягкостью со среднегодовой температурой 7°C. Абсолютная амплитуда колебаний температуры около 7°. Количество осадков за год составляет 550 мм. Вегетационный период продолжается около 200 дней.

Таблица 1

| Наименование породы              | Продолжительность стратификации, сутки | Глубина заделки, см | Всхожесть, %± | Средний вес на один сеянец в сыром виде, г |        |        |       |
|----------------------------------|--|---------------------|---------------|--|--------|--------|-------|
|                                  |  |                     |               | корни                                      | листья | стебли | всего |
| Грецкий орех . . . . .           | 50                                     | 7                   | 92            | 32,4                                       | 10,3   | 7,6    | 50,3  |
| Маньчжурский орех . . . . .      | 188                                    | 7                   | 87            | 6,3  | 11,6   | 1,4    | 19,8  |
| Серый орех . . . . .             | 156                                    | 8                   | 90            | 33,5                                       | 11,9   | 6,1    | 51,5  |
| Черный орех . . . . .            | 156                                    | 8                   | 90            | 45,6                                       | 12,0   | 6,8    | 64,4  |
| Съедобный каштан . . . . .       | Посев 1965 г.                          | 6                   | 96            | 7,5  | 2,3    | 2,1    | 11,9  |
| Позднецветная черемуха . . . . . | 156                                    | 3                   | 62            | 12,6                                       | 8,2    | 5,5    | 26,3  |
| Белый гикори . . . . .           | 45                                     | 4                   | 73            | 4,6  | 7,8    | 0,7    | 13,1  |
| Зеленый ясень . . . . .          | 45                                     | 3                   | 83            | 3,0  | 5,6    | 1,8    | 11,0  |

\* Стратификации подвергали семена всех пород, кроме съедобного каштана, семена которого были собраны осенью 1965 г. и вскоре высеяны в грунт.

\*\* Б. И. Логгинов, П. Г. Кальной, П. А. Васильченко. Лисове насіння та деревні розсадники. Київ, 1960.

Таблица 2

| Наименование породы     | Средняя высота, см |                            | Средний диаметр у корневой шейки, мм |                            |
|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
|                         | опытных сеянцев    | по ГОСТу для I сорта от—до | опытных сеянцев                      | по ГОСТу для I сорта от—до |
| Грецкий орех . . . . .  | 17,2±0,3           | 16—50                      | 11,4±0,6                             | 5,0                        |
| Маньчжурский орех . .   | 21,3±0,9           | 21—35                      | 6,8±0,3                              | 6—15                       |
| Серый орех . . . . .    | 20,2±1,0           | —                          | 8,2±0,7                              | —                          |
| Черный орех . . . . .   | 23,0±0,9           | 21,0                       | 8,1±0,4                              | 4,0                        |
| Съедобный каштан . . .  | 28,1±0,7           | 12,0                       | 4,0±0,3                              | 5,6                        |
| Позднецветная черемуха  | 35,6±1,2           | —                          | 5,8±0,7                              | —                          |
| Белый гикори . . . . .  | 12,7±0,6           | —                          | 4,4±0,9                              | —                          |
| Зеленый ясень . . . . . | 18,3±0,7           | 16,0                       | 3,6±0,8                              | 3,0                        |

На протяжении вегетационного периода проводили трехкратный уход за посевами: рыхление почвы и удаление сорной растительности. Одновременно с проведением осенней инвентаризации у сеянцев измеряли высоты стволиков и диаметры у корневой шейки (табл. 2).

Как видно из табличных данных, сеянцы всех пород развивались нормально; уже в однолетнем возрасте они накопили достаточно корневой и древесной массы (табл. 1). Приведенные в табл. 2 требования ГОСТа\* подтверждают возможность использования сеянцев как посадочного материала. Для определения физиологически активных корней мы вычисляли общую, рабочую и удельную поверхность корневых систем однолетних сеянцев методом Д. А. Сабинина и И. И. Колосова. Метод основан на адсорбции корней в растворе метиленовой синьки. Данные результатов лабораторных исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Наименование пород      | Адсорбирующая поверхность корней в среднем одного сеянца |                         |   |
|-------------------------|--|-------------------------|---|
|                         | общая, м <sup>2</sup>                                    | рабочая, м <sup>2</sup> | удельная, м <sup>2</sup> /см <sup>2</sup> |
| Грецкий орех . . . . .  | 0,461  | 0,176                   | 0,030                                     |
| Маньчжурский орех . . . | 0,245  | 0,018                   | 0,074                                     |
| Серый орех . . . . .    | 0,292  | 0,143                   | 0,028                                     |
| Черный орех . . . . .   | 0,711  | 0,233                   | 0,036                                     |
| Съедобный каштан . . .  | 0,276  | 0,113                   | 0,032                                     |
| Позднецветная черемуха  | 0,437  | 0,080                   | 0,033                                     |
| Белый гикори . . . . .  | 0,257  | 0,105                   | 0,024                                     |
| Зеленый ясень . . . . . | 0,272  | 0,063                   | 0,055                                     |

Как видим, наибольшие общие и рабочие поверхности имеют черный и грецкий орехи, наименьшие — маньчжурский. Высокие показатели у черемухи позднецветной, сравнительно низкие у сеянцев белого гикори, что, однако, не снижает его пригодности для дальнейшего выращивания.

Таким образом, как показывает опыт, при рациональном использовании местных семенных ресурсов можно выращивать посадочный материал ряда экзотических пород. При соблюдении основных правил агротехники уже в течение года могут быть получены сеянцы, отвечающие требованиям ГОСТа.

\* Из ГОСТа брали сравнительные данные по следующим лесорастительным зонам: зеленый ясень и черный орех — лесостепь, грецкий орех — степь, маньчжурский орех — Дальний Восток; съедобный каштан сравнивался с конским, выращиваемым в условиях лесостепи.

УДК 634.0.524.31

## ТАБЛИЦА ОБЪЕМОВ МАЛОМЕРНЫХ СТВОЛОВ ЕЛИ

И. И. ГУСЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Экспериментальный материал для составления таблицы объемов маломерных стволов северной ели был получен в результате исследований еловых насаждений Архангельской области (Плесецкий и Шенкурский районы). Было срублено и обмерено 206 стволов ели толщиной 2—14 см, высотой 2,5—15 м в возрасте 30—80 лет.

При обработке первичных материалов объемы деревьев определяли по сложной формуле среднего сечения (длина секции — 0,1 высоты ствола). Для каждого древесного ствола вычисляли старое видовое число. Далее все деревья распределяли по высотам и видовым числам. В пределах однометровой ступени высоты вычислены средние видовые числа, которые охарактеризованы статистическими показателями  $\sigma$ ,  $s$ ,  $m$ ,  $p$  (табл. 1).

Таблица 1

| Ступени высот, см | Число стволов | Среднее видовое число с ошибкой | Основное отклонение $\sigma$ | Коэффициент вариации $s$ | Точность исследования $p$ | Видовое число по уравнению (3) |
|-------------------|---------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 3                 | 10            | 0,879 ± 0,0242                  | 0,0730                       | 8,3                      | 2,7                       | 0,815                          |
| 4                 | 16            | 0,742 ± 0,0154                  | 0,0614                       | 8,3                      | 2,1                       | 0,721                          |
| 5                 | 24            | 0,665 ± 0,0117                  | 0,0573                       | 8,6                      | 1,8                       | 0,665                          |
| 6                 | 33            | 0,610 ± 0,0070                  | 0,0400                       | 6,6                      | 1,1                       | 0,627                          |
| 7                 | 18            | 0,598 ± 0,0090                  | 0,0382                       | 6,4                      | 1,5                       | 0,601                          |
| 8                 | 15            | 0,583 ± 0,0056                  | 0,0215                       | 3,7                      | 1,0                       | 0,681                          |
| 9                 | 17            | 0,571 ± 0,0077                  | 0,0318                       | 5,6                      | 1,4                       | 0,665                          |
| 10                | 16            | 0,560 ± 0,0096                  | 0,0385                       | 6,9                      | 1,7                       | 0,553                          |
| 11                | 10            | 0,526 ± 0,0137                  | 0,0435                       | 8,3                      | 2,6                       | 0,542                          |
| 12                | 12            | 0,522 ± 0,0111                  | 0,0387                       | 7,4                      | 2,1                       | 0,534                          |
| 13                | 14            | 0,528 ± 0,0051                  | 0,0186                       | 3,5                      | 1,0                       | 0,527                          |
| 14                | 13            | 0,536 ± 0,0079                  | 0,0285                       | 5,3                      | 1,5                       | 0,520                          |
| 15                | 8             | 0,515 ± 0,0106                  | 0,0301                       | 5,9                      | 2,1                       | 0,515                          |

Данные табл. 1 показывают плавное уменьшение видовых чисел с увеличением высоты ствола. Отмечается высокая точность исследования, показатель  $p$  в среднем равен 1,7%. Полученные фактические средние видовые числа выравнены аналитическим путем с использованием линейного уравнения

$$Hf = aH + b, \quad (1)$$

где  $H$  — высота деревьев;

$f$  — видовое число;

$Hf$  — видовая высота;

$a, b$  — некоторые постоянные уравнения.

Вычислив по способу наименьших квадратов параметры линейного уравнения, получаем эмпирическую формулу, характеризующую связь видовой высоты с высотой ствола:

$$Hf = 0,44H + 1,125. \quad (2)$$

Разделив обе части уравнения (2) на высоту, находим значение видового числа

$$f = 0,44 + \frac{1,125}{H}. \quad (3)$$

По формуле (3) для разных высот вычислены видовые числа (табл. 1), необходимые для составления объемной таблицы. Выравненные видовые числа мало отличаются от фактических средних, разница между ними находится в большинстве случаев в пределах одной основной ошибки среднего значения.

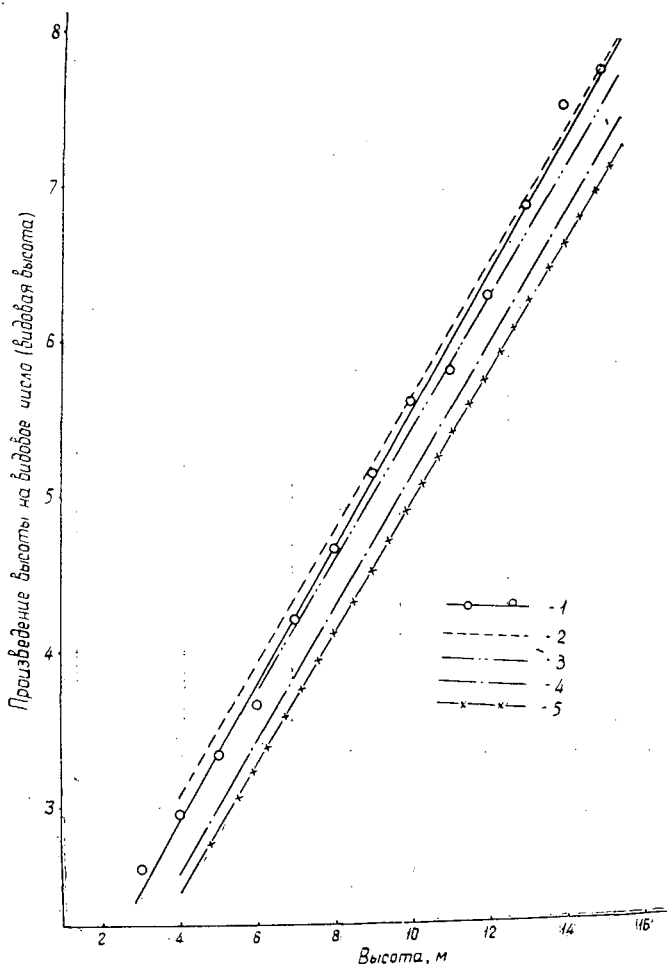


Рис. 1. Связь видовой высоты с высотой ствола.

- 1 — ель Севера по И. И. Гусеву; 2 — ель БССР по  
О. А. Труллю; 3 — сосна Севера по В. И. Левину;  
4 — осина Севера по И. И. Гусеву и В. И. Калинин;  
5 — береза Севера по О. А. Неволину.

Линейное уравнение (2) хорошо отражает зависимость видовых высот от высоты деревьев (рис. 1). Видовые высоты маломерной северной ели сопоставлены с аналогичными данными по сосне [3], березе [5].

| Диаметр<br>на высоте<br>1,3 м, см | В числителе — объем в м <sup>3</sup> (0,00001), в знаменателе — |                      |                      |                      |                      |                      |                     |                     |
|-----------------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|                                   | 1,5   | 2,0                  | 2,5                  | 3,0                  | 3,5                  | 4                    | 5                   | 6                   |
| 1                                 | $\frac{00014}{7143}$  | $\frac{00016}{6250}$ | $\frac{00017}{5882}$ | $\frac{00019}{5263}$ | —                    | —                    | —                   | —                   |
| 2                                 | $\frac{00056}{1786}$  | $\frac{00063}{1587}$ | $\frac{00070}{1429}$ | $\frac{00077}{1299}$ | $\frac{00084}{1190}$ | $\frac{00091}{1099}$ | $\frac{00104}{962}$ | —                   |
| 3                                 | $\frac{00126}{794}$   | $\frac{00142}{704}$  | $\frac{00157}{637}$  | $\frac{00173}{578}$  | $\frac{00188}{532}$  | $\frac{00204}{490}$  | $\frac{00235}{426}$ | $\frac{00266}{376}$ |
| 4                                 | $\frac{00224}{446}$   | $\frac{00252}{397}$  | $\frac{00280}{357}$  | $\frac{00307}{326}$  | $\frac{00335}{298}$  | $\frac{00363}{275}$  | $\frac{00418}{239}$ | $\frac{00473}{211}$ |
| 5                                 | —   | —                    | —                    | $\frac{00480}{208}$  | $\frac{00523}{191}$  | $\frac{00566}{177}$  | $\frac{00653}{153}$ | $\frac{00758}{136}$ |
| 6                                 | —   | —                    | —                    | $\frac{00691}{145}$  | $\frac{00753}{133}$  | $\frac{00815}{123}$  | $\frac{00940}{106}$ | $\frac{01064}{94}$  |
| 7                                 | —   | —                    | —                    | $\frac{00941}{106}$  | $\frac{01025}{98}$   | $\frac{01109}{90}$   | $\frac{01279}{78}$  | $\frac{01448}{69}$  |
| 8                                 | —   | —                    | —                    | —                    | —                    | $\frac{01450}{69}$   | $\frac{01671}{60}$  | $\frac{01891}{53}$  |
| 9                                 | —   | —                    | —                    | —                    | —                    | $\frac{01835}{54}$   | $\frac{02115}{47}$  | $\frac{02393}{42}$  |
| 10                                | —   | —                    | —                    | —                    | —                    | $\frac{02265}{44}$   | $\frac{02611}{40}$  | $\frac{02955}{34}$  |
| 11                                | —   | —                    | —                    | —                    | —                    | —                    | $\frac{03160}{32}$  | $\frac{03575}{28}$  |
| 12                                | —   | —                    | —                    | —                    | —                    | —                    | —                   | $\frac{04255}{23}$  |
| 13                                | —   | —                    | —                    | —                    | —                    | —                    | —                   | —                   |
| 14                                | —   | —                    | —                    | —                    | —                    | —                    | —                   | —                   |
| 15                                | —   | —                    | —                    | —                    | —                    | —                    | —                   | —                   |

Примечание. При отсутствии в таблице нужных размеров стволов их объемы

осине Севера [1] и ели БССР [6]. Сравнение показывает, что наиболее полнодревесной породой на Севере является ель, за ней следуют сосна (по-видимому, и лиственница), осина и береза. По полнодревесности к ели очень близко подходит сосна, что ранее отмечал В. И. Левин для спелых и перестойных насаждений [4].

Маломерная северная ель хотя и незначительно, но менее полнодревесна, чем ель Белоруссии. Полнодревесность северной маломерной ели и маломерной сосны Белоруссии одинакова, так как параметры нашего линейного уравнения (2) практически не отличаются от параметров аналогичного уравнения, вычисленных В. К. Захаровым для маломерных стволов БССР [2].

Объемы маломерных стволов северной ели вычисляли по формуле

$$V = d_{1,3} H f. \quad (4)$$



Таблица 2

число стволов в 1 пл. м<sup>3</sup> по высотам, м

| 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| 00523 | 00584 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| 191   | 171   | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| 00826 | 00912 | 00998 | 01086 | —     | —     | —     | —     | —     |
| 121   | 110   | 100   | 92    | —     | —     | —     | —     | —     |
| 01189 | 01314 | 01438 | 01563 | 01685 | 01812 | —     | —     | —     |
| 84    | 76    | 69    | 64    | 59    | 55    | —     | —     | —     |
| 01619 | 01789 | 01957 | 02128 | 02294 | 02466 | 02636 | 02801 | —     |
| 62    | 56    | 51    | 47    | 44    | 41    | 38    | 36    | —     |
| 02115 | 02337 | 02556 | 02780 | 02997 | 03221 | 03444 | 03660 | 03883 |
| 47    | 43    | 39    | 36    | 33    | 31    | 29    | 27    | 26    |
| 02676 | 02957 | 03235 | 03518 | 03793 | 04077 | 04358 | 04632 | 04915 |
| 37    | 34    | 31    | 28    | 26    | 25    | 23    | 22    | 20    |
| 03304 | 03651 | 03994 | 04343 | 04683 | 05033 | 05381 | 05718 | 06067 |
| 30    | 27    | 25    | 23    | 21    | 20    | 19    | 17    | 16    |
| 03998 | 04417 | 04832 | 05255 | 05666 | 06090 | 06511 | 06918 | 07341 |
| 25    | 23    | 21    | 19    | 18    | 16    | 15    | 14    | 14    |
| 04758 | 05257 | 05751 | 06254 | 06743 | 07247 | 07748 | 08234 | 08737 |
| 21    | 19    | 17    | 16    | 15    | 14    | 13    | 12    | 11    |
| 05583 | 06168 | 06748 | 07338 | 07912 | 08503 | 09091 | 09661 | 10251 |
| 18    | 16    | 15    | 14    | 13    | 12    | 11    | 10    | 20    |
| —     | 07153 | 07826 | 08511 | 09176 | 09862 | 10543 | 11204 | 11889 |
| —     | 14    | 13    | 12    | 11    | 10    | 10    | 9     | 8     |
| —     | —     | 08985 | 09772 | 10535 | 11323 | 12106 | 12864 | 13650 |
| —     | —     | 11    | 10    | 10    | 9     | 8     | 8     | 7     |

можно вычислить по уравнению  $V = g_{1,3} (0,44H + 1,125)$ .

Подставляя в формулу (4) значение видовой высоты (2), получим эмпирическое уравнение для определения объемов стволов разной толщины и высоты

$$V = g_{1,3} (0,44H + 1,125),$$

где  $g_{1,3}$  — площадь поперечного сечения ствола на высоте 1,3 м от шейки корня.

Вычисленные объемы после графической проверки (рис. 2) занесли в табл. 2, где приведено также число стволов в 1 пл. м<sup>3</sup>.

Составленную объемную таблицу можно применить для подеревной и массовой таксации. При массовой таксации строят график высот; по диаметру и выравненной на графике высоте находят в таблице объем ствола, который перемножают на количество стволов данного размера. При подеревной таксации необходимо измерить диаметр и высоту каждого дерева, а затем по таблице определить объем ствола.

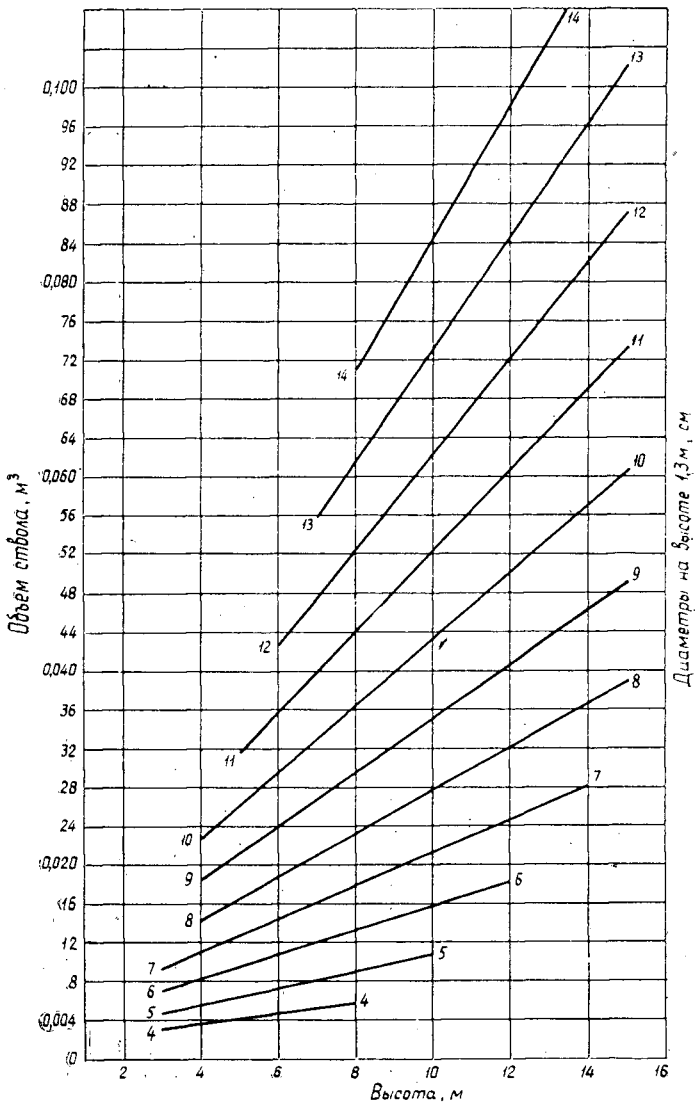


Рис. 2. Изменение объемов стволов одинаковой толщины в зависимости от высоты.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. И. Гусев, В. И. Калинин. Объемы маломерных стволов северной осины. Рукопись. [2]. В. К. Захаров. Таблицы объема и сбega маломерных стволов сосны и метода их составления. Сборник научных трудов Белорусского лесотехнического института, вып. VIII, Минск, 1956. [3]. В. И. Левин. Ход роста полных и разновозрастных сосновых древостоев Архангельской области по классам бонитета. Труды Архангельского лесотехнического института, т. XIV, Архангельск, 1954. [4] В. И. Левин. К учету таежных лесов при лесоустройстве. Архангельск, 1961. [5]. О. А. Неволнин. Таблица объемов маломерных стволов северной березы. Изд. Северного лесостроительного предприятия в/о «Леспроект», Вологда, 1965. [6]. О. А. Трулль. Объемные таблицы маломерных стволов ели и березы для учета лесопроизводства при рубках ухода. Сб. научных работ, вып. XII (серия «Лесное хозяйство»), Минск, 1959.

Поступила 24 сентября 1965 г.

УДК 674.031.623.22(479.24)

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА ОДНОЛЕТНИХ ПОБЕГОВ ИВ  
В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА \***

**И. Д. ГУСЕЙНОВ**

(АзербНИИЛХ)

В целях выявления лучших видов и сортов ив, изучения их биолого-экологических особенностей для создания специализированных хозяйств в орошаемых условиях Карабахской степи работники Азербайджанского научно-исследовательского института лесного хозяйства заложили опытный коллекционный участок из местных и интродуцированных ив.

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за флором и прохождением различных фаз развития этих ив (табл. 1).

Как показали наши фенологические наблюдения, у разных видов и форм ив, произрастающих в одинаковых условиях и при одном и том же размещении на опытном участке, фазы сезонного развития растений в различные годы существенно разнятся.

Каждая фенофаза характеризуется формированием и появлением новых органов (листьев, стеблей, корней, а также осевых органов) и рядом изменений морфологических признаков.

Результаты наблюдений дают нам возможность разделить все испытанные 57 видов и форм ив на три группы по продолжительности вегетации: 1 — от 170 до 209 дн., 2 — от 210 до 230 дн., 3 — 231 дн. и более. Быстроту роста стеблей (прутьев) можно характеризовать, с одной стороны, динамикой роста их, с другой, длиной побегов и числом прутьев за вегетационный период. Нами были изучены оба эти показателя (табл. 2).

Наибольший прирост побегов (31—42 см) у местных и интродуцированных ив наблюдается в июне и июле, а падение прироста в длину в августе сопровождается увеличением диаметра.

Таблица 2

| Название ив | Год  | Укореняемость | Диаметр основания побега, мм | Длина побега, см | Число прутьев в кусте |
|-------------|------|---------------|------------------------------|------------------|-----------------------|
| Местные     |      |               |                              |                  |                       |
| Белая № 3   | 1963 | 100           | 12,7                         | 217,4            | 2                     |
|             | 1964 |               | 26,0                         | 330,0            | 13                    |
| " № 4       | 1963 | 99            | 11,8                         | 138,5            | 2                     |
|             | 1964 |               | 24,8                         | 349,0            | 17                    |
| " № 5       | 1963 | 100           | 8,6                          | 127,7            | 1                     |
|             | 1964 |               | 13,0                         | 203,0            | 18                    |

\* Работа выполнена под руководством проф. доктора биологических наук Л. Ф. Правдина.

Т а б л и ц а 1

| Название ив               | Происхождение               | Развитие почек |              | Начало роста | Буто-низация | Период цветения |         | Конец роста | Осеннее пожелтение листьев | Листопад | Продолжительность вегетации, дн. |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|---------|-------------|----------------------------|----------|----------------------------------|
|                           |                             | набухание      | развер-зание |              |              | начало          | конец   |             |                            |          |                                  |
| <b>Местные</b>            |                             |                |              |              |              |                 |         |             |                            |          |                                  |
| Белая № 3                 | р. Кура                     | 20. II         | 20. III      | 8. IV        | 5. IV        | 20. IV          | 2. V    | 26. X       | 30. XI                     | 15. XII  | 246                              |
| " № 4                     | Кировабад                   | 4. III         | 16. III      | 27. III      | 10. IV       | 25. IV          | 15. V   | 11. X       | 27. XI                     | 15. XII  | 220                              |
| " № 5                     | Куба                        | 24. III        | 7. IV        | 19. IV       | 19. IV       | 5. V            | 20. V   | 17. IX      | 15. X                      | 5. XII   | 177                              |
| Трехтычинковая № 3        | Варташен                    | 14. III        | 30. III      | 11. IV       | 29. III      | 18. IV          | 8. V    | 21. X       | 2. XII                     | 18. XII  | 220                              |
| " № 4                     | Куба (Большой Кавказ)       | 18. III        | 19. III      | 31. III      | 19. III      | 17. IV          | 11. V   | 14. X       | 2. XII                     | 17. XII  | 215                              |
| Золникова и № 1           | Варташен                    | 20. II         | 6. III       | 9. IV        | 28. II       | 6. III          | 25. III | 3. X        | 22. XI                     | 22. XII  | 226                              |
| Ложно-медякова № 2        | Куба (Большой Кавказ)       | 10. III        | 21. III      | 6. IV        | 19. III      | 2. IV           | 4. V    | 22. X       | 30. XI                     | 20. XII  | 224                              |
| Эльбурская                | Большой Кавказ (Нуха, Куба) | 8. III         | 22. III      | 16. IV       | 11. III      | 18. III         | 26. IV  | 2. XI       | 17. XI                     | 28. XI   | 223                              |
| <b>Интродуцированные</b>  |                             |                |              |              |              |                 |         |             |                            |          |                                  |
| Каспийская                | Киев                        | 21. II         | 10. III      | 27. III      | 13. III      | 26. III         | 17. IV  | 27. X       | 15. XI                     | 20. XII  | 246                              |
| Пурпурная бузулукская № 3 | "                           | 5. III         | 17. III      | 24. III      | 19. III      | 7. IV           | 30. IV  | 10. X       | 23. XI                     | 12. XII  | 217                              |
| Пурпурная № 5             | "                           | 21. II         | 10. III      | 21. III      | 15. III      | 26. III         | 29. IV  | 5. X        | 27. XI                     | 12. XII  | 220                              |
| Трехтычинковая № 1        | "                           | 5. III         | 16. III      | 24. III      | 6. IV        | 15. IV          | 11. V   | 3. X        | 2. XI                      | 27. XI   | 210                              |
| Прутовидная № 1           | "                           | 10. II         | 28. II       | 14. III      | 1. III       | 10. III         | 24. III | 4. IX       | 5. X                       | 15. XI   | 205                              |
| Устойчивая                | Закарпатская область        | 28. II         | 11. III      | 28. III      | 22. III      | 29. III         | 25. IV  | 17. X       | 17. XI                     | 3. XII   | 232                              |

Продолжение табл. 2

| Название ив                     | Год  | Укореняемость | Диаметр основания побега, мм | Длина побега, см | Число прутьев в кусте |
|---------------------------------|------|---------------|------------------------------|------------------|-----------------------|
| Трехтычинковая № 3 . . . . .    | 1963 | 93            | 9,9                          | 116,4            | 1                     |
|                                 | 1964 |               | 19,5                         | 316,0            | 13                    |
| " № 4 . . . . .                 | 1963 | 81            | 13,0                         | 209,7            | 2                     |
|                                 | 1964 |               | 18,5                         | 314,0            | 12                    |
| Зопниковидная № 1 и 2 . . . . . | 1963 | 68            | 12,0                         | 103,6            | 2                     |
|                                 | 1964 |               | 14,2                         | 175,0            | 8                     |
| Ложно-медемова № 2 . . . . .    | 1963 | 96            | 12,0                         | 103,6            | 2                     |
|                                 | 1964 |               | 21,1                         | 198,0            | 21                    |
| Эльбурсская . . . . .           | 1963 | 88            | 13,0                         | 220,0            | 3                     |
|                                 | 1964 |               | 19,0                         | 307,0            | 17                    |

## Интродуцированные

|                              |      |     |      |       |    |
|------------------------------|------|-----|------|-------|----|
| Каспийская . . . . .         | 1963 | 100 | 11,2 | 255,2 | 3  |
|                              | 1964 |     | 14,8 | 340,0 | 12 |
| Пурпурная бузулукская № 3    | 1963 | 98  | 10,9 | 184,8 | 2  |
|                              | 1964 |     | 21,2 | 345,0 | 36 |
| Пурпурная № 5 . . . . .      | 1963 | 100 | 13,8 | 183,6 | 2  |
|                              | 1964 |     | 19,8 | 282,0 | 25 |
| Трехтычинковая № 1 . . . . . | 1963 | 97  | 11,8 | 151,4 | 4  |
|                              | 1964 |     | 22,1 | 284,0 | 14 |
| Прутовидная № 1 . . . . .    | 1963 | 100 | 9,9  | 125,4 | 5  |
|                              | 1964 |     | 18,0 | 260,0 | 14 |
| Устойчивая . . . . .         | 1963 | 96  | 12,3 | 147,4 | 2  |
|                              | 1964 |     | 14,6 | 246,0 | 15 |

Укореняемость черенков всех видов и сортов ив в большинстве случаев была очень высокой (90—100%). Сопоставляя показатели укореняемости, энергии роста и количество прутьев на кустах, приходим к следующим выводам.

1. Из ив, завезенных из различных почвенно-климатических зон Азербайджана, наилучшими оказались ива белая № 4 и 5, эльбурская № 2, трехтычинковая № 3 и 4, ложно-медемова № 2. В условиях Карабахской степи они росли исключительно быстро.

2. Интродуцированные ивы, в основном культурные, по всем показателям в большинстве не отстают от местных и даже превосходят их. Наиболее высокие показатели оказались у ивы каспийской, прутовидной № 1 и 2, трехтычинковой № 1, пурпурной № 4 и 5, пурпурной бузулукской № 3, уральской № 9 и устойчивой. Они перспективны для размножения и производственного использования.

Поступила 12 июля 1965 г.

УДК 634.0.55

**О ПЕРЕСТОЙНОСТИ ЛЕСОВ АРМЯНСКОЙ ССР****П. А. ХУРШУДЯН, Г. М. ЦАТУРЯН**

(Ботанический институт АН Армянской ССР)

Спелость лесов имеет весьма важное значение и во многом определяет правильность лесохозяйственной деятельности. Между тем вопрос о спелости горных лесов Армянской ССР почти не изучен. Лесистость республики не превышает 9,5%, но тем не менее леса имеют удельный вес в народном хозяйстве. Их значение, в первую очередь, выражается в ряде «невесомых» полезностей, которые особенно важны при сильно пересеченном горном рельефе. Поэтому леса республики отнесены к первой группе.

В связи с некоторой ненормальностью в возрастной структуре лесов Армении (малым количеством молодняков, недостаточной представленностью средневозрастных и относительно большим числом приспевающих и спелых деревьев) и с целью ее урегулирования были допущены рубки главного пользования по специально выработанным правилам. Предполагалось, что применение этих рубок должно было способствовать сохранению и усилению почвозащитных и водорегулирующих свойств горных лесов и попутно дать промышленности возможное количество высокоценной древесины. Предусматривались рубки с предбарительным естественным возобновлением главными породами (постепенные, пруппово-выборочные и добровольно-выборочные), исключающие даже временное оголение лесной почвы. Однако в пятидесятых годах рубкам был придан промышленный характер. Это привело к массовому уничтожению подраста. Кроме того, образовались редины и необлесившиеся лесосеки, потерявшие как защитные свойства, так и способность естественного возобновления.

Изучение хода роста разновозрастных деревьев произрастающего в Иджеванском районе бука восточного [2] показало, что бук в так называемом «перестойном возрасте» (IX класс) проявляет неуклонный рост среднего запаса древесины на 1 га. Аналогичные данные мы находим и у Г. Д. Ярошенко [3], [4]. Изучение хода роста великовозрастных деревьев дуба восточного в Армении также показало отсутствие биологического перестоя даже в XIV классе возраста. Несмотря на это, интенсивную эксплуатацию лесов специалисты лесной промышленности мотивировали перестойностью.

Категория «перестойных», принятая в учете лесного фонда, ничего общего не имеет с естественной перестойностью, наступающей в различных экологических условиях в разном возрасте. Этот термин условный и связан с возрастом рубки, который в Армянской ССР для бука и дуба принят необоснованно низким (VI—VIII классы), хотя в правилах лесовосстановительных рубок для лесов первой группы возраст бука вполне резонно установлен в VIII классе. К сожалению, эти правила в Армении пока не нашли должного применения, и в учете лесного фонда значительную часть насаждений неправильно относят к перестойной.

Перестойность древостоя обычно выражается не только падением прироста, но также и ухудшением качества древесины. Данные подобного характера для бука [1] и дуба, произрастающих в Армении, приведены в табл. 1. Они показывают, что существует определенная зависимость показателей физико-механических свойств древесины от возраста деревьев. Наивысшие показатели свойств древесины бук приобретает в IX классе возраста, а затем они несколько снижаются. У дуба наиболее высокие показатели древесина имеет в молодом возрасте (III класс), а затем они начинают падать. До IX класса возраста убыль показателей незначительная, а в XIV классе она ощущается довольно резко.

Резюмируя изложенное, можно сделать следующие выводы.

1. В условиях Армении в VI классе возраста у бука восточного не наблюдается предполагаемого естественного отпада. У бука в возрасте 180—200 лет и у дуба в 260 лет скрещивания кривых текущего и среднего прироста не происходит, что свидетельствует о нарастании прироста.

2. Качество древесины во многом зависит от возраста деревьев. Наивысшие показатели физико-механических свойств бук приобретает в IX классе возраста, дуб в III классе. В дальнейшем у дуба наблюдается некоторое падение этих показателей, существенно усиливающееся в XIV классе возраста. Великовозрастность деревьев особенно сильно сказывается на твердости древесины.

3. В целях упорядочения ведения лесного хозяйства в Армянской ССР и поднятия производительности лесов необходимо пересмотреть принятый возраст рубки (VI класс для бука). В этом случае кажущийся перестой исчезнет или же составит незначительное количество.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Г. А. Арзуманян, М. В. Мамиконян. Доклады АН АрмССР, т. XXXIII, № 3, 1961. [2]. М. В. Мамиконян. Известия АН АрмССР (биологические науки), т. XV, № 1, 1962. [3]. Г. Д. Ярошенко. Ход роста в высоту восточного бука в Армении. Сельхозгиз, Каралис, 1933. [4]. Г. Д. Ярошенко. Буковые леса Армении. Изд. АН АрмССР, 1962.

Поступила 9 января 1967 г.

УДК 595.768.24

**НЕКОТОРЫЙ АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ,  
СВЯЗАННЫХ С УМЕНЬШЕНИЕМ ЗАСЕЛЕННОСТИ ВЫРУБОК  
СТВОЛОВЫМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ**

**Н. Н. ТРОИЦКИЙ**

(Брянский технологический институт)

Перемещение центра лесозаготовок в Костромскую, Вологодскую, Кировскую и другие области Севера и Востока и интенсивная разработка ранее не тронутых массивов тайги, вызвали активный рост численности некоторых видов вредных насекомых, например, еловых короедов: типографа *Ips typographus* L., двойника *Ips duplicatus* Sahlb., гравера *Pityogenes chalcographus* L., пушистого полиграфа *Polygraphus polygraphus* L. Эти виды энтомофауны, получив дополнительные колоссальные запасы пищи в виде древесины, оставленной на лесосеках, начали в массе размножаться и нападать как на отдельно стоящие ослабленные деревья, так и на заготовленные деловые сортаменты, постепенно превращая их в дрова.

В статье поставлена задача показать, что происходит в лесу при недостаточно правильном учете развивающегося биоценоза.

Для анализа взят типичный леспромхоз северной зоны, находящийся на стыке Вологодской, Кировской и Костромской областей — Вохомский леспромхоз, Костромской области. Освещаются вопросы заселенности короедом еловых насаждений дорубки и повреждения оставленной древесины на вырубках, их заселенность наиболее распространенными стволовыми вредителями и влияние последних на хозяйственную деятельность. Материал был собран в период работы автора в Брянской аэрофото-лесоустроительной экспедиции в 1961—1962 гг.

Из работ отечественных и зарубежных авторов, занимавшихся изучением стволовых вредителей, следует, что необходимо и дальше развивать исследования, посвященные анализу мер борьбы с вредителями [1]—[23].

Сравнивая пробные площадки, заложенные в еловых насаждениях Вохомского леспромхоза в 1957—1960 гг. (до начала наших исследований), с пробами 1961 г., можно утверждать, что число деревьев, заселенных стволовыми вредителями, а также запас древесины на 1 га за пятилетие оставались почти постоянными (табл. 1).

Таблица 1

| Год закладки пробных площадей | Количество пробных площадей | Количество заселенных дростоев на 1 га |    | Объем заселенных деревьев на 1 га |     |
|-------------------------------|-----------------------------|--|----|-----------------------------------|-----|
|                               |                             | шт.                                    | %  | м <sup>3</sup>                    | %   |
| 1957                          | 6                           | 88                                     | 14 | 54,19                             | 10  |
| 1958                          | 6                           | 64                                     | 15 | 39,42                             | 7   |
| 1959                          | 6                           | 32                                     | 8  | 19,70                             | 3,6 |
| 1960                          | 6                           | 72                                     | 15 | 44,33                             | 8,2 |
| 1961                          | 27                          | 86                                     | 16 | 52,96                             | 10  |

Нормальный отпад в еловых насаждениях 120 лет [17], III класса бонитета, за один год равен 1% по числу стволов и 0,5% по запасу. Результаты анализа заселенности стволов ели короедом приведены в табл. 2. Под итоговыми линейками показаны средние данные.



Таблица 2

| Характеристика насаждений   | Наименование вредителей                 | Количество моделей | Средняя заселенность на одну модель   |  |           |                 |                   |                     |
|---|---|--------------------|---------------------------------------|--|-----------|-----------------|-------------------|---------------------|
|   |   |                    | плотность поселения по маточным ходам | плотность поселения по брачным камерам | продукция | короедный запас | короедный прирост | энергия размножения |
| 9Е1Пх+Б, 120—140 лет, III класс бонитета, полнота 0,7—0,9                     | Типограф<br>Гравер                      | 18                 | 3,3                                   | 1,6                                    | 8,3       | 340             | 855               | 2,4                 |
|   |   | 21                 | 13,7                                  | 6,2                                    | 29,0      | 1107            | 1661              | 1,5                 |
|   |   | 33                 | 8,5                                   | 3,8                                    | 18,6      | 724             | 1258              | 1,8                 |
| 8Е1Пх1Б, 120—140 лет, III класс бонитета, полнота 0,5—0,6                     | Типограф<br>Гравер                      | 26                 | 2,8                                   | 1,1                                    | 6,5       | 263             | 490               | 1,9                 |
|   |   | 26                 | 14,1                                  | 6,8                                    | 31,1      | 1463            | 2900              | 1,9                 |
|   |   | 39                 | 8,4                                   | 3,9                                    | 18,8      | 863             | 1695              | 1,9                 |
| 8Е2Пх+Б, 80—90 лет, III класс бонитета, полнота 0,4 (неэксплуатационный фонд) | Типограф<br>Гравер<br>Пушистый полиграф | 26                 | 4,3                                   | 1,5                                    | 8,6       | 361             | 722               | 2,0                 |
|   |   | 26                 | 17,3                                  | 6,0                                    | 21,9      | 1315            | 1664              | 1,3                 |
|   |   | 11                 | 2,7                                   | 2,7                                    | 17,4      | 162             | 1044              | 6,4                 |
|   |   | 21                 | 8,1                                   | 3,4                                    | 15,9      | 613             | 1163              | 1,9                 |

На основании анализа модельных деревьев можно заключить, что численность типографа средняя [17], гравера — максимальная и пушистого полиграфа — средняя. Общая заселенность короедами (без деления на виды) также высока (табл. 2).

Перечисленные древостои, за исключением «неэксплуатационного фонда», поступали в рубку главного пользования. После завершения рубки и приемки лесосек произведен учет оставленной древесины и определена ее суммарная заселенность короедами (табл. 3).

Таблица 3

| Характеристика насаждений  | Количество моделей | Средняя заселенность на одну модель   |  |           |                 |                   |                     |
|--|--------------------|---------------------------------------|--|-----------|-----------------|-------------------|---------------------|
|  |                    | плотность поселения по маточным ходам | плотность поселения по брачным камерам | продукция | короедный запас | короедный прирост | энергия размножения |
| 9Е1Пх+Б, 120—140 лет, III класс бонитета, полнота бывшего насаждения 0,7—0,9 | 27                 | 1,83                                  | 0,62                                   | 7,30      | 1327            | 2965              | 2,2                 |
| 8Е1Пх1Б, 120—140 лет, III класс бонитета, полнота 0,5—0,6                    | 33                 | 0,54                                  | 0,26                                   | 0,39      | 301             | 630               | 2,1                 |
| 8Е2Пх+Б, 80—90 лет, III класс бонитета, полнота 0,4                          | 24                 | 2,50                                  | 1,01                                   | 3,85      | 1304            | 1768              | 1,3                 |

Как видим, запас короедов снижается на концентрированных вырубках, но в среднем на одну модель. В оставленной древесине общее количество короедов возрастает (табл. 4).

Во всех насаждениях после рубки значительно увеличилось количество древесины с короедами, особенно в неэксплуатационном фонде, который служит не столько для формирования нового насаждения, сколько является местом сосредоточения основной массы древесины с короедами. В дальнейшем, при перенесении заготовок в другие места, здесь останутся основные резервации короедов.

Таблица 4

| Полнота насаждений | Количество проб | Процент древесины на 1 га исследованной площади |                  |                     |                     |
|--------------------|-----------------|---|------------------|---------------------|---------------------|
|                    |                 | взятой  | оставленной      | здоровой            | заселенной          |
| 0,7—0,9            | 6               | $\frac{—}{80,4}$                                | $\frac{—}{19,6}$ | $\frac{92,8}{—}$    | $\frac{7,2}{19,6}$  |
| 0,5—0,6            | 6               | $\frac{—}{61,0}$                                | $\frac{—}{39,0}$ | $\frac{89,3}{—}$    | $\frac{10,7}{39,0}$ |
| 0,4                | 6               | $\frac{—}{1,3}$                                 | $\frac{—}{98,7}$ | $\frac{95,3}{48,3}$ | $\frac{4,7}{51,6}$  |

Примечание к табл. 4 и 5. В числителе — данные для насаждений до рубки, в знаменателе — после рубки (для неэксплуатационного фонда — после вырубki окружающего древостоя).

Если запас короедов распределить пропорционально заселенной древесине, по данным лесных объектов, и вычислить показатели размножения через «коэффициент размножения», показывающий произведение продукции одной средней модели и процента заселенной древесины (на 1 га), то получим показатели, приведенные в табл. 5.

Анализ этих данных показывает, что на вырубленных площадях бывших насаждений с полнотами 0,7—0,9 увеличилась общая продук-

Таблица 5

| Полнота насаждений | Процент заселенной древесины до рубки | Коэффициент размножения | Процент заселенной древесины после рубки | Коэффициент размножения | Разность коэффициентов | Продукция на одну среднюю модель |
|--------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|-------------------------|------------------------|----------------------------------|
| 0,7—0,9            | $\frac{7,2}{—}$                       | $\frac{134}{—}$         | $\frac{—}{19,6}$                         | $\frac{—}{143}$         | $\frac{-9}{+9}$        | $\frac{18,6}{7,3}$               |
| 0,5—0,6            | $\frac{10,7}{—}$                      | $\frac{201}{—}$         | $\frac{—}{39,0}$                         | $\frac{—}{16}$          | $\frac{+185}{-185}$    | $\frac{18,8}{0,4}$               |
| 0,4                | $\frac{4,7}{—}$                       | $\frac{75}{—}$          | $\frac{—}{51,0}$                         | $\frac{—}{199}$         | $\frac{-124}{+124}$    | $\frac{15,9}{3,9}$               |

Таблица 6

| Показатели  | Насаждение с бывшей полнотой 0,7—0,9; 10Е+Пх, ед. Б; III класс бонитета; VII класс возраста; подрост 10Е, ед. Пх; III класс бонитета; II класс возраста | Насаждение с бывшей полнотой 0,5—0,6; 9Е1Пх+Б; III класс бонитета; VII класс возраста; подрост 9Е1Пх, III класс бонитета; II класс возраста |
|---|---|---|
| Численность подраста, шт.                                   |   |   |
| ели . . . . .   | 2471  | 3765  |
| пихты . . . . .   | 20  | 583   |
| Средняя высота подраста, м                                  |   |   |
| ели . . . . .   | 2,3   | 2,9   |
| пихты . . . . .   | 1,2   | 11,0  |
| Заселенность короедами одной средней модели на 1 га вырубок |   |   |
| плотность поселения . . .                                   | 1,83  | 0,54  |
| продукция . . . . .   | 7,30  | 0,39  |
| запас . . . . .   | 1327  | 301   |
| прирост . . . . .   | 2962  | 630   |
| энергия размножения . . .                                   | 2,3   | 2,9   |

ция короедов, так же как и в «неэксплуатационном фонде». На площадях бывших насаждений с полнотами 0,5—0,6 она резко снизилась, так как еловые короеды — известные светолубы [5], [15]. Исходя из этой предпосылки, мы обратились к характеристике хвойного подроста ели и пихты (табл. 6). Всего обследовано 1400 м<sup>2</sup>.

Как видим, хвойный подрост обнаружен в значительных количествах. Распределен он неравномерно. На вырубках, где произрастали насаждения полнотой 0,5—0,6, меньшая продукция короедов соответствует большему количеству надежного хвойного подроста.

В заключение можно сделать выводы о некоторых хозяйственных методах борьбы с короедами в зоне интенсивной лесозаготовки.

1. Нельзя оставлять расстроенным неэксплуатационный фонд, так как он является основной резервацией короедов.

2. Концентрированные рубки следует тщательно освобождать от оставляемой древесины, которая является рассадником короедов, в особенности гравера, типографа, пушистого полиграфа.

3. Необходимо сохранять максимально возможное количество надежного хвойного подроста ели и пихты, так как на вырубках он препятствует оптимальному развитию вредителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. И. Васечко. Борьба с короедами на порубочных остатках в еловых насаждениях Карпат. Журн. «Вредители растений», вып. 3, Министерство сельского хозяйства УССР, 1966. [2]. А. И. Воронцов. Размножение вредителей леса в связи с лесохозяйственной деятельностью человека. Сб. «Охрана природы и заповедное дело в СССР», № 4, 1960. [3]. А. И. Воронцов. Биологические основы защиты леса. Изд-во «Высшая школа», 1960, 1963. [4]. В. И. Гусев. Черный сосновый усач. Сельхозгиз, 1932. [5]. А. И. Ильинский. Вторичные вредители сосны и ели и меры борьбы с ними. Сборник работ по лесному хозяйству, изд. ВНИИЛМ, вып. 36, 1958. [6]. А. И. Куренцов, Н. А. Ивлиев. Вредные насекомые лесов Дальнего Востока, их изученность и меры борьбы с ними. Сборник трудов Дальневосточного НИИЛХ, вып. 5, 1963. [7]. Д. И. Лозовой. Причины массового размножения шестизубчатого короеда в хвойных лесах Грузинской ССР. «Зоологический журнал», т. XXXIII, вып. 4, 1954. [8]. Н. И. Мельникова. Вторичные вредители ели и меры борьбы с ними в лесах Подмосквы. Автореферат. [9]. Н. И. Мельников. Биология и экология короедов типографа, двойника, гравера в Подмосковных лесах. Сборник работ по лесному хозяйству, вып. 43, 1960. [10]. П. А. Положенцев. Энтомоинвазия ветровальной сосны. Научные записки Воронежского лесного института, т. XII, 1953. [11]. П. А. Положенцев. Биологические эксперименты и наблюдения над усачами *Monochamus galloprovincialis* Oliv. на ветровале. Научные методические записки Главного управления по заповедникам, вып. II, 1948. [12]. С. С. Прозоров. Большой черный усач на пихте сибирской. Труды Сибирского лесотехнического института, сб. XXI, вып. 1, 1960. [13]. Д. Ф. Руднев. Большой дубовый усач в лесах Советского Союза. Изд. АН СССР, 1957. [14]. В. Н. Старк. Основные задачи лесной энтомологии в связи с семилетним планом развития народного хозяйства СССР. «Зоологический журнал», т. XXXVIII, вып. 7, 1959. [15]. В. Н. Старк. Короеды. Фауна СССР, жесткокрылые, т. XXXI, 1952. [16]. П. Н. Тальман, А. В. Яценковский. Вредные насекомые еловых и елово-лиственных лесов и меры борьбы с ними. Гослестехиздат, 1938. [17]. П. Н. Тальман, О. А. Катаев. Методы лесозащитных обследований, 1964. [18]. П. Г. Трошанин. Организация лесозащиты в лесах и леспромыслах. Изд-во «Лесная промышленность», 1964. [19]. А. Ф. Цехмистренко. Пути рационального использования лесных ресурсов. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1966. [20]. S. A. Graham. Forest Entomology. New York—Toronto—London, 1952. [21]. Graham. Kenneth. Strategy Versus tactics in forest insect control. J. «Forestry» № 11, 62, 1964. [22]. H. S. Hanson. Further Notes on the Ecology and Control of Pine Beetles in Great Britain. Bull. Entomol. Res. V. 30, № 4, 1940. [23]. R. Manry. Perspectives entomologiques forestieres. Rev. forest franc. № 1, 15, 1963.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.383.2

БЕЗОПАСНОСТЬ СТОЯНКИ ГРУЗОВ НА ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ

М. М. КОРУНОВ

(Уральский лесотехнический институт)

При эксплуатации ледяных переправ и выполнении различных работ на ледяном покрове очень важно знать, в течение какого времени стоянка грузов на льду безопасна.

Грузоподъемность его определяется действием упругой и главным образом пластической деформации.

Теоретическое решение рассматриваемого вопроса представляет большую трудность, и поэтому в расчетах пользуются эмпирическими формулами. Первая из них была предложена М. М. Казанским и А. Р. Шульманом [2]

$$t = 20 \left[ \frac{(Q_{max} - Q)^2}{Q_{max} \cdot Q} (1 + K) \right]^3 \text{ час}, \tag{1}$$

где  $Q_{max}$  — максимальная нагрузка, допустимая при расчетной толщине льда для условия движения по нему;

$Q$  — фактический вес груза, стоящего на льду;

$K$  — коэффициент, зависящий от температуры воздуха и других условий и изменяющийся от 0 до 3.

Из формулы видно, что при  $Q_{max} = Q$  время стоянки груза  $t = 0$ , то есть если по ледяному покрову двигается груз, вес которого равен максимально допустимому, то при малейшей его остановке лед проломится.

Работники Государственного океанографического института в свое время справедливо отметили, что формулу (1) можно применять как приближенную и о надежности ее говорить рано [2]. Уравнение М. М. Казанского и А. Р. Шульмана дает чаще всего неудовлетворительные результаты.

Ряд опытов, проведенных за последние годы, позволяет рекомендовать для целей практики более обоснованную эмпирическую формулу, предложенную Ф. Д. Панфиловым [4],

$$Q = \frac{Q_{пр}}{1 + 0,75 \sqrt{t}} m \text{ или } t = \left( \frac{Q_{пр} - Q}{0,75Q} \right)^3 \text{ час}, \tag{2}$$

здесь  $t$  — предельное время безопасной стоянки груза, час;

$Q_{пр}$  — проломный или разрушающий вес груза;

$Q$  — фактический вес груза, стоящего на льду.

Проломный или разрушающий вес груза зависит от вида нагрузки, которая может быть: сосредоточенной, равномерно распределенной по площади загрузки и вытянутой в длину при незначительной ширине загрузки.

Под термином «сосредоточенная нагрузка» следует понимать, что груз расположен на некоторой относительно небольшой площади (при этом имеет значение и площадь ледяного покрова водоема). К сосредоточенным грузам можно относить все машины и механизмы, подвижной состав, дорожные орудия и др. Равномерно рас-

пределенная нагрузка — древесина, уложенная на ледяной покров, а также различные другие грузы, равномерно распределенные по площади. Нагрузка, вытянутая в длину (при небольшой ширине загрузки), — санные поезда, в которых средствами тяги служат автомашины, тракторы и др., а также железнодорожные составы на ледяном покрове.

В зависимости от видов нагрузок проломный груз может быть подсчитан по разным формулам [3], [5]. Формула Д. Ф. Панфилова хорошо согласуется не только с его опытами [4], но и со многими другими.

Так, по исследованиям Ленинградского физико-технического института АН СССР [3], лед толщиной  $h = 40$  см при нагрузке  $Q = 5,5$  т имел первоначальную деформацию 0,1 см и проломился при пластической деформации к концу восьмых суток.

Приняв проломный груз по формуле ЛФТИ

$$Q_{пр} = 2h^2 = 2 \cdot 4^2 = 32 \tau$$

и подставив его в формулу Д. Ф. Панфилова, получим расчетный вес груза

$$Q = \frac{Q_{пр}}{1 + 0,75 \sqrt[3]{t}} = \frac{32}{1 + 0,75 \sqrt[3]{192}} = 5,8 \tau$$

(192 — число часов в 8 сутках).

Разница между расчетным и фактическим весом груза составит

$$\frac{(5,8 - 5,5)}{5,5} 100 < 6 \%$$

Степень точности для целей практики вполне достаточна.

Инженер И. В. Алпацкий [1] приводит пример переправы гусеничных тракторов весом  $Q = 12$  т через р. Каму при толщине льда на фарватере  $h = 27$  см. Тракторы были успешно переправлены при температуре воздуха  $-25^\circ\text{C}$  без усиления ледяного покрова. «Один трактор на середине реки остановился, и лед лишь слегка потрескивал в радиусе 10—15 м».

Предельное время стоянки до пролома льда, найденное по формуле Д. Ф. Панфилова,  $t = 1,5$  мин (без поправки на температуру воздуха), тогда как по уравнению М. М. Казанского и А. Р. Шульмана стоянка трактора невозможна ни на одну секунду. Таких примеров можно было бы привести много.

При условии, что  $\frac{Q_{max}}{Q} = 2$  или близко к этому значению, формула М. М. Казанского и А. Р. Шульмана дает вполне удовлетворительные результаты, а в остальных случаях — неверные. Возможно, что формула и была построена на серии опытов с указанным отношением нагрузок.

Уравнение Д. Ф. Панфилова справедливо для стоянки грузов на очищенном от снега ледяном покрове. Снежный покров различной толщины и плотности оказывает влияние на изменение температуры льда, его прочности и пластические свойства, что должно учитываться поправочными коэффициентами, численное значение которых следует установить опытным путем.

Для сосредоточенных и равномерно распределенных по площади грузов безопасное время стоянки

$$t_6 = \left( \frac{Q_{пр} - Q}{0,75 Q n} \right)^3 K \text{ час.} \quad (2a)$$

Для грузов, вытянутых в длину, предельное и безопасное время стоянки равно соответственно

$$t = \left( \frac{q_{\text{нр}} - q}{0,75q} \right)^3 K; \quad (3)$$

$$t_6 = \left( \frac{q_{\text{нр}} - q}{0,75q_n} \right)^3 K, \quad (3a)$$

где  $K$  — температурный коэффициент.

Влияние температуры воздуха и вида нагрузок на скорость пластической деформации ледяного покрова при стоянке грузов не изучено. Поэтому впредь, до выяснения этого сложного явления, будем учитывать это влияние так же, как и при расчете нагрузок, а именно: для отрицательных температур

$$K = \frac{100 + \theta}{100}; \quad (4)$$

для положительных

$$K = 1 - aA, \quad (5)$$

где  $\theta$  — средняя за период температура воздуха, когда она ниже  $-10^\circ\text{C}$ ;

$a = 0,05$  — величина, учитывающая ежесуточное ослабление льда;

$A$  — число суток с положительной температурой воздуха.

Так как в большинстве случаев формула М. М. Казанского и А. Р. Шульмана для определения времени стоянки грузов на ледяном покрове дает неверные результаты, то рекомендуется применять эмпирическую формулу Д. Ф. Панфилова с поправочными коэффициентами на безопасность и температуру воздуха.

Желательно провести опыты, чтобы установить влияние снежного покрова на льду на изменение безопасного времени стоянки грузов по сравнению с чистым ледяным покровом.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. В. Алпацкий. Опыт устройства ледяных переправ. Сборник рационализаторских предложений и обмена опытом на предприятиях лесной промышленности, Пермь, 1948. [2]. М. М. Казанский, А. Р. Шульман. Расчетные формулы и таблицы грузоподъемности ледяных переправ. Материалы к вопросу о ледовых переправах, Государственный океанографический институт, Гидрометеиздат, Свердловск, 1946. [3]. П. П. Кобеко и др. Пролом и грузоподъемность льда. Журнал технической физики, изд. АН СССР, т. XVI, вып. 3, 1946. [4]. Д. Ф. Панфилов. К расчету грузоподъемности ледяного покрова при стоянке грузов на льду. Журн. «Строительство и архитектура» № 6, Новосибирск, 1961. [5]. Д. Ф. Панфилов. К вопросу использования грузоподъемности ледяного покрова при строительстве гидротехнических сооружений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Л., 1961.

Поступила 25 сентября 1965 г.

УДК 634.0.302

## МЕХАНИЗАЦИЯ ТРУДА НА ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТАХ

В. Н. НИКОЛАЕВ

(Коми ГипроНИИлеспром)

Для выявления уровня механизации труда на лесосечных работах нами были проведены специальные исследования, в задачу которых входило: изучить факторы, влияющие на уровень механизации труда и на его производительность, и выявить степень влияния их на соотношение между механизированным и ручным трудом.

Нами исследована степень охвата рабочих механизированным трудом, то есть удельный вес рабочих, занятых механизированным и механизированно-ручным трудом на основных лесосечных работах.

При выборе объектов мы исходили из предположения, что обследование предприятий, расположенных в различных лесорастительных условиях и имеющих неодинаковый организационно-технический уровень производства, позволит более рельефно выявить «поведение» изучаемого показателя на различных операциях.

Всего было проведено 603 фотохронометражных наблюдения за работой малых комплексных бригад, работающих в разных предприятиях Коми АССР с общим объемом валки, обрубки сучьев, трелевки древесины 21860 м<sup>3</sup> при среднем объеме хлыста 0,20—0,29 м<sup>3</sup> и среднем расстоянии подвозки 200—300 м.

Факторы, влияющие на удельный вес механизированного труда по отдельным операциям лесосечных работ, зависят от времени года, состава насаждений, применяемых механизмов и технологических схем.

Из табл. 1 видно, что максимальный уровень механизации труда на лесосечных работах в сосновом насаждении не превышает 32,7%, в еловом — 24,5% при валке и чокеровке леса вальщиком и обрубке сучьев на погрузочной площадке. В малых комплексных бригадах (численностью 5—7 человек) наиболее высок удельный вес механизированного труда, когда летом в сосновом насаждении валку леса выполняет один рабочий, чокеровку — вальщик и тракторист, а обрубка сучьев производится на погрузочной площадке.

Минимален показатель механизации труда зимой при выполнении лесосечных работ по старой технологии, когда лес подвозят в хлыстах вершиной вперед, а обрубку сучьев производят на лесосеке. При этих условиях показатель уровня механизации труда составляет в сосновом насаждении 14,6% и в еловом — 11,7%.

Если на валке леса механизированно-ручные затраты труда колеблются незначительно, то ручные изменяются более, чем в 8 раз. На увеличение затрат ручного труда на 1 м<sup>3</sup> основное влияние оказывают количественный состав звена вальщиков, глубина снежного покрова и средний диаметр дерева.

Низок показатель механизации труда на лесосечных работах в связи с тем, что не механизированы такие процессы, как обрубка, сбор и сжигание сучьев и огребание снега вокруг деревьев. Показатель уровня механизации труда сильно колеблется в зависимости от времени года, состава насаждений, места обрубки сучьев и количества рабочих на валке и подвозке леса. При этом, как показывают исследования, абсолютные затраты механизированного труда остаются почти без изменений (11—12 чел.-мин на 1 м<sup>3</sup>). Даже при увеличении расстояния механизации труда до 300 м затраты механизированного труда растут незначительно, и этот показатель остается неизменным, так как затраты ручного труда возрастают пропорционально росту общей трудоемкости.

В то же время затраты ручного труда связаны с лесорастительными условиями. Изменения трудоемкости на обрубке, сборе и сжигании сучьев зависят от среднего объема хлыста, состава лесонасаждения, места обрубки сучьев и глубины снежного покрова.

При обрубке сучьев на погрузочных площадках устраняется влияние такого фактора, как время года и сокращаются почти в два раза затраты труда на 1 м<sup>3</sup>. Влия-

Таблица 1

| Наименование операций<br>и вариантов технологических<br>схем           | Структура<br>затрат труда,<br>%  |         | Наименование технологи-<br>ческих схем по всему комплек-<br>су лесосечных работ | Структура затрат<br>труда, % |         |
|--|----------------------------------|---------|---|------------------------------|---------|
|  | меха-<br>низи-<br>рован-<br>ного | ручного |   | механизи-<br>рованного       | ручного |
| 1. Валка леса бензиномоторной пилой „Дружба“ одним человеком           |                                  |         | I. Обрубка сучьев на лесосеке, валка и трелевка вдвоем                          |                              |         |
| а) летом   | 82,8                             | 17,2    | а) летом  |                              |         |
| б) зимой   | 28,5                             | 71,5    | сосновое насаждение   | 17,8                         | 82,2    |
| Валка леса вдвоем  |                                  |         | еловое насаждение   | 13,5                         | 86,5    |
| а) летом   | 44,3                             | 55,7    | б) зимой  |                              |         |
| б) зимой (глубина снега 70 см)   | 18,1                             | 81,9    | сосновое насаждение   | 14,6                         | 85,4    |
| 2. Обрубка сучьев вручную на лесосеке                                  |                                  |         | еловое насаждение   | 11,7                         | 88,3    |
| а) в основном насаждении   | —                                | 100     | II. Обрубка сучьев на погрузочной площадке, валка и трелевка вдвоем             |                              |         |
| б) в еловом насаждении   | —                                | 100     | а) летом  |                              |         |
| Обрубка сучьев на погрузочной площадке                                 |                                  |         | сосновое насаждение   | 23,1                         | 76,9    |
| а) в основном насаждении   | —                                | 100     | еловое насаждение   | 18,3                         | 81,7    |
| б) в еловом насаждении   | —                                | 100     | б) зимой  |                              |         |
| 3. Трелевка леса трактором ТДТ-60 комлем вперед на расстоянии до 300 м |                                  |         | сосновое насаждение   | 18,1                         | 81,9    |
| а) при отдельном чокеровщике   | 30,4                             | 69,6    | еловое насаждение   | 15,0                         | 85,0    |
| б) при чокеровке леса вальщиком  | 45,7                             | 54,3    | III. Обрубка сучьев на погрузочной площадке, валка и трелевка без помощников    |                              |         |
|  |                                  |         | а) летом  |                              |         |
|  |                                  |         | сосновое насаждение   | 32,7                         | 67,3    |
|  |                                  |         | еловое насаждение   | 24,5                         | 75,5    |
|  |                                  |         | б) зимой  |                              |         |
|  |                                  |         | сосновое насаждение   | 25,1                         | 74,9    |
|  |                                  |         | еловое насаждение   | 20,0                         | 80,0    |

ние же состава насаждений и среднего объема хлыста можно свести к минимуму лишь путем перенесения операции обрубки сучьев с погрузочных площадок на нижний склад и механизации ее с помощью стационарных сучкорезных агрегатов.

На трелевке леса тракторами ТДТ-60 и ТДТ-75 абсолютный размер затрат механизированного труда зависит только от расстояния трелевки и среднего объема хлыста. Затраты ручного труда на подвозке леса превышают затраты механизированного труда при наличии отдельного помощника тракториста в 2,3 раза, а при чокеровке леса вальщиком и трактористом — в 1,2 раза; показатель механизации труда соответственно равен 30,4 и 45,9%.

По данным наших исследований, современный уровень механизации труда на лесосечных работах в среднем составляет 16—24%. Основная причина такого низкого уровня — однооперационный принцип механизации лесосечных работ, при котором применяемые механизмы способны выполнять лишь несколько приемов одной технологической или транспортной операции, а на остальных приемах требуется приложение значительных затрат ручного труда.

Положительные результаты могут быть получены только при полной комплексной механизации лесосечных работ.

Наши исследования также показали, что с ростом уровня механизации труда почти пропорционально растет производительность труда рабочих, занятых на лесосечных работах.



УДК 621.86.063.2

## КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОЗВЕННЫХ КАНАТНЫХ ГРЕЙФЕРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ СЖАТИЯ ЩЕТИ В ПАЧКИ И ПОГРУЗКИ ИХ

Т. Н. АЗБЕЛЕВА

(Московский лесотехнический институт)

На кафедре теории и конструирования машин МЛТИ создан специальный грейфер, позволяющий сжать в пакет однорядную поперечную щеть бревен объемом 8—10 м<sup>3</sup>. Процесс сжатия сопряжен с рядом специфических требований. Зачерпывающая способность грейфера должна соответствовать стандартной грузоподъемности кранов, эксплуатируемых на рейдах погрузки и выгрузки древесины. Величина раскрытия определяется по формуле

$$L = 1,6 \frac{V}{l \cdot d_{\text{ср}}},$$

где  $L$  — длина поперечной щети бревен, м;

$V$  — объем древесины, м<sup>3</sup>;

$d_{\text{ср}}$  — диаметр среднего бревна на его середине, м;

$l$  — длина бревен, м.

Вес грейфера должен быть минимальным, при условии обеспечения его прочности и жесткости, а зачерпывающая способность должна соответствовать определенной величине кратности полиспаста.

К эксплуатационно-техническим относятся требования возможно более простого и легкого управления грейфером при минимальных затратах времени на рабочие операции цикла.

Процесс работы данного грейферного механизма такой же, как и у всех двух- и четырехкратных грейферов. Особенностью процесса зачерпывания бревен с воды является то, что под ними нет твердого основания. Вторая особенность — необходимость движения ножей челюстей по определенной траектории во время их смыкания. Если форма траектории при зачерпывании материалов, лежащих на твердом основании, зависит прежде всего от механических свойств материала, то есть от того, в какой мере он поддается внедрению в него ножа челюсти [2], то при зачерпывании древесины с воды она зависит, главным образом, от конструктивных факторов.

Для последующего анализа рассмотрим процесс преобразования поперечной щети бревен в пачку при сжатии ее. Изменение вертикального размера щети происходит как в надводной, так и в подводной ее частях. С небольшой погрешностью можно считать, что отношение подводной части свободно плавающего пучка  $h''$  ко всей его высоте  $h$  численно равно объемному весу древесины [3]. Поперечная щеть постепенно переходит из однорядной в двухрядную, затем в трехрядную и т. д. до тех пор, пока не закончится процесс формирования. Тогда заглубление щети, состоящей из  $z$  рядов, численно равно  $z \gamma d_{\text{ср}}$ , где

$$|\gamma| = \left| \frac{h''}{h} \right|.$$

Нарастание подводной части пучка происходит по пологой нисходящей кривой; нож челюсти грейфера во время зачерпывания бревен воды должен перемещаться по траектории, близкой к этой кривой.

Полиспасти, входящие в систему грейфера, определяют кинематические зависимости, влияющие на движение звеньев грейфера. Для анализа необходимо заменить гибкие звенья кинематическими цепями состоящими только из жестких звеньев.

Если сопротивления на челюстях грейфера в процессе зачерпывания материала одинаковы, то головка и общий шарнир тяг грейфера будут перемещаться по некоторой условной направляющей, перпендикулярной к горизонтальной линии, соединяющей блоки горизонтальной ветви замыкающего полиспаста.

Применяя методику структурного анализа грейферных механизмов предложенную профессором Б. А. Таубером [2], и учитывая сказанное можно полагать, что в относительном движении звеньев головка становится неподвижной и челюсти совершают вращательное движение во круг неподвижных осей шарниров.

Так как процессы раскрывания и закрывания грейфера осуществляются при заторможенном подъемном канате, то перемещение звеньев грейфера вместе с головкой в поступательно-переносном движении может быть определено аналитически, исходя из конструкции и кратности подъемного полиспаста.

Кинематическому исследованию подлежит прежде всего процесс смыкания челюстей грейфера. Учитывая, что грейфер представляет собой симметричный механизм, будем в дальнейшем рассматривать только его левую часть. Как видно из схемы (рис. 1, а), половина грейфера представляет собой коромысло-шатунный механизм. Действительно, за период раскрытия грейфера челюсть поворачивается на угол  $\varphi$ , а ползун перемещается на некоторое расстояние  $\Delta h$  по вертикальной направляющей.

Для построения траектории движения ножа челюсти рассмотрим характер его перемещения в относительном и переносном движении. В относительном движении нож описывает дугу  $KK'$ , и величина заглубления челюсти в конце замыкания равняется разности стрел дуг сегментов:  $m = f - f'$ .

$$f = AK - AK \sin \beta = AK(1 - \sin \beta);$$

$$f' = AK - AK \sin \beta' = AK(1 - \sin \beta'),$$

где  $AK$  — радиус, или длина челюсти;

$\beta$  — угол первоначального наклона челюсти к горизонту;

$$\beta' = (180^\circ - \varphi - \beta),$$

отсюда

$$m = f - f' = AK(\sin \beta' - \sin \beta).$$

В переносном движении челюсть вместе с головкой перемещается вертикально на некоторую величину  $H$ , и, следовательно, суммарное заглубление челюсти

$$h_{\text{ч}} = m \pm H.$$

Величина вертикального перемещения челюсти в переносном движении определяется из следующих соображений. Во-первых, в процессе смыкания челюстей грейфера подъемный канат неподвижен, поэтому его длина в течение всего процесса закрывания грейфера неизменна. Во-вторых, расстояние между блоками подъемного полиспаста, расположенными на головке и на оси, соединяющей шарниры тяг грейфера

ра, увеличивается, следовательно, при неизменной длине каната подъемного полиспаста головка грейфера поднимается вверх. Из сопоставления положения блоков подъемного полиспаста в раскрытом и закрытом состояниях грейфера получено

$$H = a_n \cdot \Delta h, \quad (3)$$

где:  $a_n$  — кратность подъемного полиспаста;

$\Delta h$  — ход общего шарнира тяг в относительном движении.

Построение траектории для грейфера с трехкратным подъемным полиспастом показано на рис. 1, б. Построив траекторию движения ножа челюсти (точки  $K$ ) и определив величину вертикального перемещения половки грейфера (точки  $A$ ), мы тем самым определим положение звеньев грейфера в любой момент процесса его закрывания.

Скорость и ускорение ножа в переносном движении определяются графическим методом путем дифференцирования кривой изменения пути шарнира  $C$  в относительном движении. Нож челюсти (точка  $K$ ) совершает вращательное движение относительно точки  $A$ . Скорость и ускорение абсолютного движения записываем в виде векторных уравнений:  $\vec{v}_K = \vec{v}_A + \vec{v}_{K/A}$ ;  $\vec{a}_K = \vec{a}_A + \vec{a}_{K/A}^n + \vec{a}_{K/A}^t$ . Скорость точки  $A$  известна по величине и направлению в любом положении. Скорость  $\vec{v}_{K/A}$  и абсолютная скорость точки  $K$  известны по направлению. Строим векторный треугольник и определяем величину скорости ножа челюсти в абсолютном движении.

Ускорение точки  $A$  известно по величине и направлению, так же как и нормальное ускорение  $a_{K/A}^n$ :

$$a_{K/A}^n = \frac{v_{K/A}^2}{AK}; \quad a_{K/A}^n \perp AK.$$

Для определения величины касательного ускорения  $a_{K/A}^t$  дифференцируем кривую изменения относительной скорости точки  $K$ :

$$\dot{a}_{K/A}^t = \frac{d}{dt}(v_{K/A});$$

$a_{K/A}^t$  направлено перпендикулярно положению челюсти в относительном движении.

Пользуясь этим методом, можно определить скорость и ускорение во всех положениях ножа в процессе замыкания грейфера и определить характер их изменения, что необходимо для последующего кинестатического анализа механизма грейфера, для силового его расчета.

В ходе исследования схемы грейфера были построены траектории движения ножа челюсти, соответствующие кратности подъемного полиспаста  $a_n = 1$ ;  $a_n = 2$ ;  $a_n = 3$  (рис. 1, в). Применение трехкратного подъемного полиспаста приводит к тому, что в конце зачерпывания челюсти поднимаются над уровнем воды, и часть бревен высыпается из несомкнутого зева грейфера. Использование однократного подъемного полиспаста вызывает движение по полого нисходящей траектории, но усилия в тросах оказываются настолько малы, что не происходит полного раскрывания грейфера в воздухе, необходимого для захвата щети бревен соответствующей длины.

Для дальнейшего исследования был принят вариант грейфера с двукратным подъемным полиспастом. Абсолютная скорость перемещения ножа по принятой траектории почти постоянна, в связи с чем ускорения в процессе замыкания настолько малы, что можно пренебречь

инерционными нагрузками, возникающими в процессе работы грейфера, и не учитывать их в дальнейшем при кинестатическом анализе.

Рассмотрим некоторые вопросы проектирования кинематической схемы грейферного механизма для сбора поперечной щети бревен с воды.

Длина челюсти  $AK$  (рис. 1, *a*) при данной величине раскрытия  $L$  и ширине головки  $B$

$$AK = \frac{L - B}{2 \cos \beta}, \quad (4)$$

где  $\beta$  — угол первоначального наклона челюсти к горизонту.

Ширину головки  $B$  принимаем равной ширине зева грейфера в сомкнутом состоянии. Размеры зева определяются в зависимости от площади сечения сжатой пачки бревен  $S = \frac{V}{l}$ . Форма поперечного сечения зева грейфера выбирается из следующих соображений. Исследованиями процессов сжатия поперечной щети бревен в пучок стойками сплоточных машин [1], [3] установлено, что усилие сжатия пучка пропорционально квадрату его высоты. Следовательно, чтобы сжать одну и ту же поперечную щеть в пучки разной высоты, необходимо приложить усилие тем большее, чем больше высота пучка. На основании этого принимается эллиптическая форма поперечного сечения зева с полуосями  $a$  и  $b$ . Тогда высота зева равняется  $2b$ , ширина —  $2a$ , а площадь поперечного сечения  $S = \frac{V}{l} = \pi ab$ . Ширина головки грейфера принимается равной ширине зева, то есть  $B = 2a$ .

Далее определяют длину тяги  $BC$  и расстояние  $AB$  от места крепления тяги к головке до шарнира  $A$ . Как видно из рис. 1, *a*, ход ползуна  $C$  за время поворота челюсти  $AK$  на угол размаха  $\varphi$

$$\Delta h = h_{max} - h_{min};$$

$$h_{max} = AB \sin \beta' + BC \cos \alpha_1; \quad h_{min} = AB \sin \beta + BC \cos \alpha,$$

отсюда

$$\Delta h = AB (\sin \beta' - \sin \beta) + BC (\cos \alpha_1 - \cos \alpha). \quad (5)$$

Из этого же рисунка

$$\frac{B}{2} = BC \sin \alpha - AB \cos \beta. \quad (6)$$

Из выражения (6)

$$AB = \frac{BC \sin \alpha - \frac{B}{2}}{\cos \beta}. \quad (7)$$

Подставив значение  $AB$  из формулы (7) в уравнение (5), выразим  $BC$ :

$$BC = \frac{\Delta h}{\left[ \frac{(\sin \alpha - \frac{B}{2}) (\sin \beta' - \sin \beta)}{\cos \beta} + (\cos \alpha_1 - \cos \alpha) \right]} \quad (8)$$

В уравнении (8) неизвестны три величины:  $\Delta h$  — величина хода ползуна  $C$ ;  $\alpha$  и  $\alpha_1$  — углы наклона тяги к вертикали в начале и в конце процесса замыкания челюстей. Величина хода ползуна  $\Delta h$  определяется в зависимости от необходимого заглубления челюсти  $h_c$

в конце зачерпывания, которая не должна быть меньше величины погружения сжатой пачки бревен  $h_{\text{п}}$ , то есть  $h_{\text{ч}} = 1,1 h_{\text{п}}$ . Из уравнения (2)  $h_{\text{ч}} = m - H$ . Подставив сюда значения  $m$  и  $H$  из формул (1) и (3), получим

$$h_{\text{ч}} = AK(\sin \beta' - \sin \beta) - a_{\text{п}} \cdot \Delta h. \quad (9)$$

Величина же погружения сжатой пачки  $h_{\text{п}}$  пропорциональна объемному весу древесины и численно равна  $z\gamma d_{\text{ср}}$ . Принимая величину объемного веса древесины  $\gamma = 0,8 \text{ т/м}^3$ , получаем

$$h_{\text{п}} = 0,8zd_{\text{ср}}, \quad (10)$$

где  $z$  — количество рядов бревен в сжатой пачке по высоте;

$d_{\text{ср}}$  — средний расчетный диаметр бревен.

Приравняв правые части уравнений (9) и (10), определяем значение  $\Delta h$

$$\Delta h = \frac{0,88zd_{\text{ср}} - AK(\sin \beta' - \sin \beta)}{a_{\text{п}}}. \quad (11)$$

Следовательно, для определения величин  $BC$  и  $AB$  необходимо найти углы наклона тяги к вертикали  $\alpha$  и  $\alpha_1$ . Нахождение этих углов обусловливается усилиями, действующими в звеньях грейфера в процессе его работы, и здесь не рассматривается.

Изложенный метод анализа специального грейферного механизма дает основы кинематического синтеза грейферного механизма, обеспечивающего движение ножа челюсти по траектории, близкой к теоретической кривой образования пачки, и позволяет вести динамическое исследование этого механизма.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Коробов. К вопросу определения усилия сжатия пучков в сплочных машинах. Труды ВКФ ЦНИИЛесосплава, 1959. [2]. Б. А. Таубер. Грейферные механизмы. Теория, расчет и конструкции. Машгиз, 1960. [3]. А. А. Труфанов. Некоторые вопросы взаимодействия сплочных машин с древесиной. Труды Казанского химико-технологического института, 1956.

Поступила 30 сентября 1965 г.

УДК 625.874

## О ВЫБОРЕ ТОЛЩИНЫ ПЕСЧАНОЙ ПОДУШКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ С КОЛЕЙНЫМ ПОКРЫТИЕМ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

**Б. В. УВАРОВ, В. В. ЩЕЛКУНОВ**

(Архангельский лесотехнический институт)

Существующие нормативы относительно толщины песчаной подушки не имеют надлежащего обоснования и получены в основном, исходя из опыта строительства дорог общего пользования. При этом не учитываются некоторые существенные особенности работы колейных покрытий лесовозных дорог.

В настоящее время широко распространен метод расчета инженерных конструкций и оценки их прочности по предельному состоянию деформаций [1]. Таким путем, например, рассчитывается и оценивается прочность нежестких одежд автомобильных дорог. Нежесткая одежда считается прочной в том случае, если накапливающиеся в процессе эксплуатации осадки ее не превышают некоторых предельно допускаемых. Величина последних устанавливается на основе длительных наблюдений.

Прочность колейных покрытий из железобетонных плит пока не может быть оценена с помощью данного метода, так как отсутствуют достаточно обоснованные данные о величине допускаемых деформаций. В этом случае целесообразно воспользоваться методом предельно допускаемых напряжений. Для оснований конструкций предельно допускаемые напряжения устанавливаются по условию недопустимости в грунте пластических деформаций. Способ предельно допускаемых деформаций широко применяется, например, при расчетах на прочность железнодорожного пути широкой и узкой колеи [5]. Методы оценки прочности по предельному напряженному состоянию грунта в последнее время стали проникать и в теорию расчета нежестких одежд [2].

С целью оценки прочности колейных покрытий лесовозных дорог методом предельно допускаемых напряжений, на кафедре сухопутного транспорта леса Архангельского лесотехнического института были выполнены экспериментальные исследования напряженного состояния оснований этих покрытий. Одновременно изучались и деформации покрытия. Работы проводились в лаборатории кафедры — при статической нагрузке и на Хайнозерской лесовозной автодороге Онежского района Архангельской области — при воздействии колес лесовозного транспорта на покрытие.

Все измерения сделаны для трех значений толщины песчаной подушки (50, 30 и 20 см). Грунт земляного полотна в лаборатории представлен торфом (слой 2,5 м), а в полевых опытах — тяжелым суглинком. Лабораторные опыты проводились на трех уложенных на испытуемое основание плитах, а для полевых экспериментов был выбран горизонтальный участок дороги в невысокой насыпи. В исследованиях использовали решетчатую плиту А. В. Яковлева ПДР-1. Статическую нагрузку, равную 4 и 8 т, прикладывали к плите через стандартный штамп диаметром 33 см. Опыты в поле проводили при действии на плиту колес рейсовых автопоездов МАЗ-501 с прицепом 2-Р-15, груженными хлыстами. Средний объем веза 20—25 м<sup>3</sup>. Все измерения повторяли для 5—6 проходов автопоездов по опытной плите. Средняя для каждых 5—6 проходов скорость движения равнялась 25 км/час.

Напряжения в грунте измеряли изготовленными из органического стекла месдозами с гидропреобразователями [4]. Напряжения измеряли по всей толщине песчаной подушки. На каждой глубине закладывали не менее 30—35 месдоз. Для измерения осадок плит в лаборатории использовали индикаторы часового типа. Методика про-

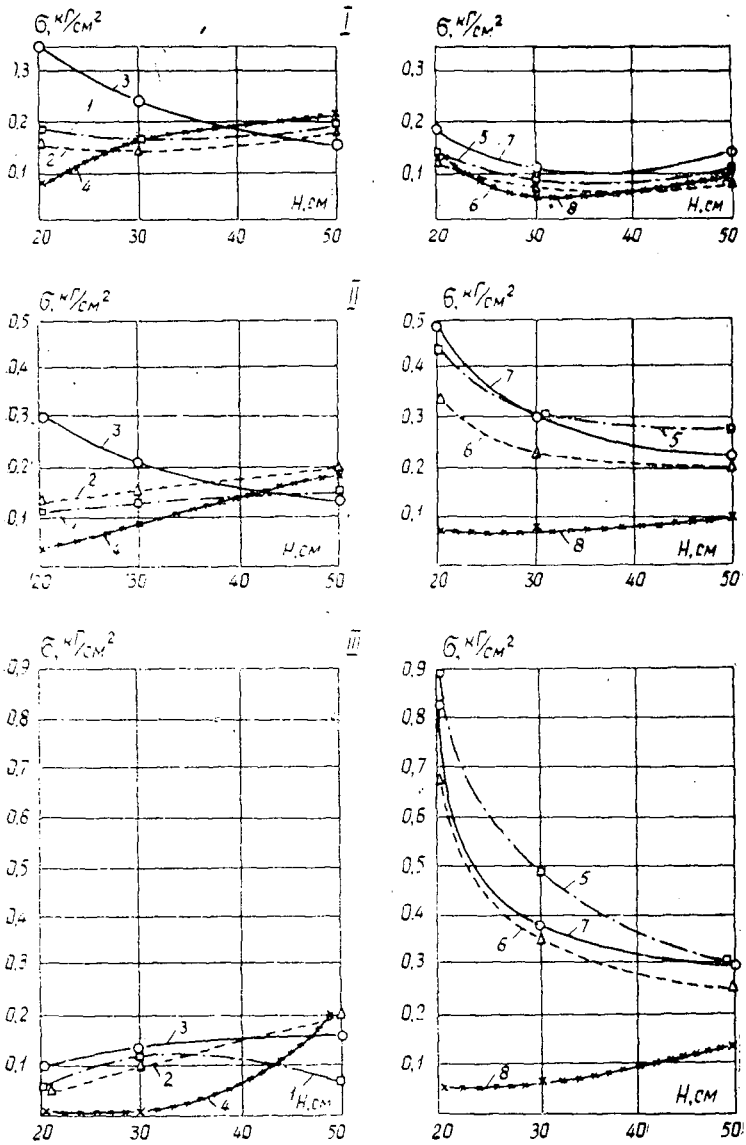


Рис. 1.

I — нагрузка в центре; II — нагрузка в четверти; III — нагрузка на конце;  
1—8 — номера месдоз.

ведения лабораторных опытов описана ранее [4]. Осадки в полевых опытах измеряли прогибомерами, представляющими металлические пластинки, закрепленные одним концом на забитых в грунт штангах, а другим на плите. Изгиб пластинки, по величине пропорциональный осадке плиты, фиксировали тензотрами. Показания месдоз и прогибомеров в полевых опытах записывали с помощью осциллографов ОТ-24.

В результате экспериментов изучено влияние толщины песчаной подушки на напряженное состояние основания и на осадки плит.

На рис. 1 приведены полученные в лабораторных опытах зависимости максимальных напряжений, действующих на поверхность торфа  $\sigma$ , от толщины песчаной подушки  $H$ . Места закладки месдоз, по показаниям которых построены эти зависимости, показаны на рис. 2. Здесь же указаны положения нагрузки на плите.

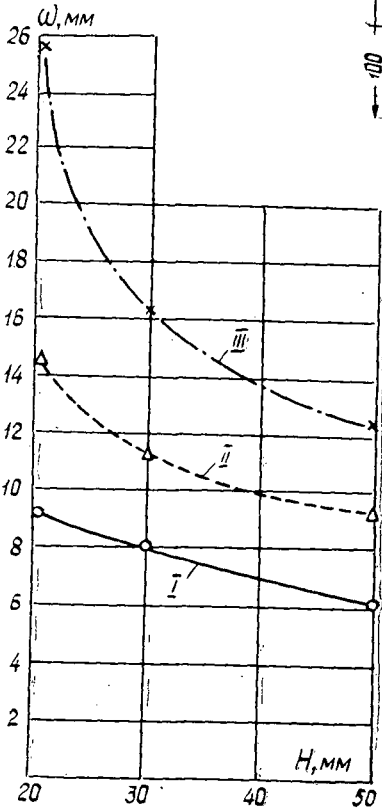


Рис. 3. Обозначения см. на рис. 1.

Аналогичным образом от толщины песчаной подушки зависят и осадки плит  $\omega$  при статической нагрузке (рис. 3). Они также резко уменьшаются с увеличением толщины подушки с 20 до 50 см и мало при  $H$  более 50 см.

Полученные в полевых опытах зависимости напряжений на границе между песком и грунтом земляного полотна от  $H$  подобны приведенным выше. При этом наблюдаются значительные колебания напряжений в основании покрытия в пределах исследованного количества проходов автопоездов по плите. При расчете прочности основания следует ориентироваться не на средние значения динамических давлений в грунте, а на некоторые максимальные, наблюдающиеся не при каждом проходе автомобиля по плите.

В расчетах железнодорожного пути на прочность исходят [5] из максимальных динамических напряжений, действующих на контакте между балластом и земляным полотном. Для определения их используется следующая зависимость:

$$\sigma_{\text{дин}} = \bar{\sigma} + \lambda S,$$

где  $\bar{\sigma}$  — среднее значение измеренных напряжений;

$S$  — среднее квадратическое отклонение измеренных напряжений.

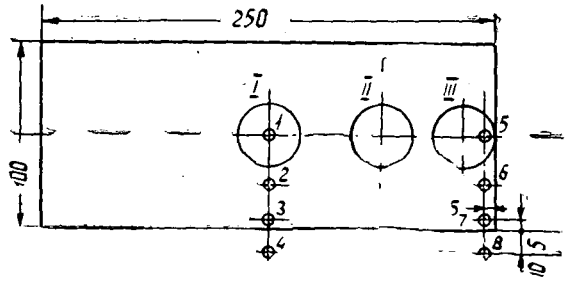


Рис. 2.

Наибольшие напряжения, действующие на грунт земляного полотна, наблюдались при загрузке плиты на конце (положение III). На границе песок — торф они резко снижаются при  $H$  больше 20 см. При загрузке плиты вблизи стыка песчаная подушка наиболее сильно влияет на снижение давлений на грунт земляного полотна. При других положениях на грузки на плиту зависимость напряжений  $\sigma$  от толщины песчаной подушки выражена менее заметно.

Приведенные данные показывают, что увеличивая толщину песчаной подушки с 20 до 40—50 см, можно в несколько раз уменьшить давления, действующие на грунт земляного полотна. Дальнейшее повышение  $H$ , судя по полученным зависимостям (рис. 1), малоэффективно, так как напряжения  $\sigma$  при этом будут уменьшаться незначительно.



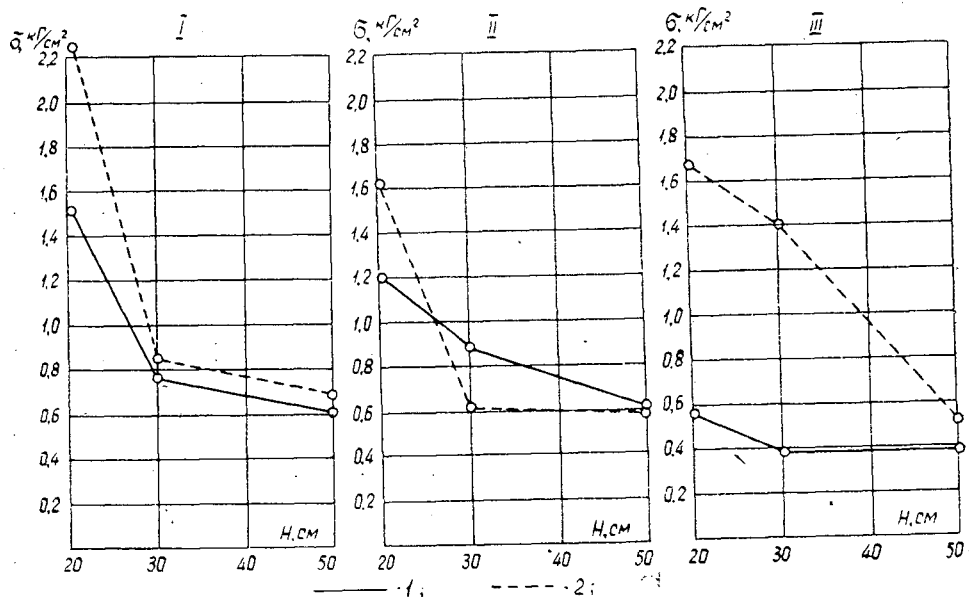


Рис. 4.

1 — при наличии стыковых соединений; 2 — без стыковых соединений.  
I, II, III — см. на рис. 1.

Коэффициент  $\lambda$ , называемый нормирующим множителем, определяет вероятность, с которой случайная величина  $\sigma$  не превзойдет расчетную  $\sigma_{\text{дин}}$ . Чем выше требования, предъявляемые к надежности пути, тем больше должно быть значение этого коэффициента. При расчетах железнодорожного пути принимается  $\lambda = 2,5$ .

Вопрос о величине нормирующего множителя для лесовозных дорог с колейным покрытием остается открытым, так как для его решения требуется проведение специальных технико-экономических исследований. Поскольку необходимые исследования не проводились, в первом приближении, в нашем случае также можно принять  $\lambda = 2,5$ .

Результаты определения максимальных динамических напряжений  $\sigma_{\text{дин}}$ , действующих на границе между песком и суглинком, приведены на рис. 4 в виде зависимостей  $\sigma_{\text{дин}}$  от толщины песчаной подушки. Графики построены для трех положений заднего колеса автомобиля на плите. Для вычислений использованы данные измерений в трех наиболее загруженных точках по ширине плиты, то есть результаты 15—18 замеров. Зависимости приведены для случаев стыковых соединений плит и без них.

В результате исследований работы оснований шпал узкоколейных железных дорог установлены [4] следующие значения допускаемых максимальных динамических напряжений, действующих на основную площадку земляного полотна (табл. 1). Игнорирование  $\sigma_{\text{дин}}$  превышающих эти значения, то в земляном полотне неизбежно возникают пластические деформации. Поскольку они вызывают нежелательные последствия в земляном полотне автомобильных и железных дорог, то при определении необходимой толщи-

Таблица 1.

| Наименование грунта                    | Допускаемые напряжения, кг/см <sup>2</sup> |
|--|--|
| Супеси, суглинки и твердые глины . . . | 1,0  |
| Глины пластичные . . .                 | 0,7  |
| Торф слаборазложившийся . . . . .      | 0,3—0,4                                    |

ны песчаной подушки могут быть использованы указанные значения допускаемых напряжений.

Исходя из табл. 1 и данных, приведенных на рис. 4, можно определить толщину песчаной подушки. Если допускаемое  $\sigma_{\text{дин}}$  принять равным  $1 \text{ кг/см}^2$ , то минимальная  $H$  равняется  $30 \text{ см}$  (если при этом гарантировано нормальное состояние стыковых соединений). Когда такой гарантии нет, значение  $H$  должно быть увеличено до  $40 \text{ см}$ . В том случае, когда допускаемое  $\sigma_{\text{дин}}$  равно  $0,7 \text{ кг/см}^2$ , толщина песчаной подушки во всех случаях должна быть принята  $40\text{—}50 \text{ см}$ .

При назначении величин  $\sigma$ , допускаемых для грунтов земляного полотна, следует учитывать, что грунтовое основание автомобильных дорог должно проектироваться, исходя из наихудших условий его работы, имеющих место весной и осенью. Известно [3], что во II дорожно-климатической зоне в эти периоды суглинистые грунты даже в запроектированном по действующим ТУ земляном полотне находятся практически в текучем состоянии из-за повышенной влажности. Достаточная прочность земляного полотна обеспечивается лишь при дренирующих грунтах и только в особо благоприятных случаях при недренирующих.

Результаты проведенных исследований показывают, что рекомендуемая современными ТУ песчаная подушка не в состоянии предотвратить появление пластических деформаций в земляном полотне дорог с колеиным покрытием. При  $H = 15\text{—}20 \text{ см}$  на грунт земляного полотна действуют напряжения  $1\text{—}1,5 \text{ кг/см}^2$  при нормальном состоянии стыковых соединений и  $1,5\text{—}2 \text{ кг/см}^2$  — без последних. Напряжения такой величины недопустимы ни для одного типа недренирующего грунта даже при нормальной влажности его.

Учитывая неблагоприятный водно-тепловой режим земляного полотна дорог в лесных районах II дорожно-климатической зоны, толщина песчаной подушки под колеиные покрытия в большинстве случаев должна быть увеличена до  $40\text{—}50 \text{ см}$ . Это обеспечит резкое снижение напряжений в грунте земляного полотна и тем самым существенно повысит устойчивость покрытий. Кроме того, такая подушка, являясь морозозащитным слоем, улучшит водно-тепловой режим земляного полотна. Только в особо благоприятных условиях можно устраивать подушку толщиной  $20\text{—}30 \text{ см}$ , которая будет выполнять в основном роль выравнивающего и дренирующего слоя.

Допускаемые на песчаный балласт напряжения при расчете узкоколейного пути приняты [4] равными  $2,25 \text{ кг/см}^2$  для мелкого и  $2,75 \text{ кг/см}^2$  для среднего и крупного песка. По нашим данным, напряжения в самой песчаной подушке в 1,5 и более раз меньше указанных. Следовательно, прочность песка всегда достаточна для исключения пластических деформаций в самой песчаной подушке.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. И. Горбунов-Посадов. Современное состояние научных основ фундаментостроения. М., 1967. [2]. А. М. Кривисский. Новые схемы для расчета нежестких дорожных одежд. М., 1961. [3]. Отчет кафедры сухопутного транспорта леса АЛТИ по теме «Исследование водно-теплого режима земляного полотна автомобильных дорог в Архангельской области». 1964. [4]. Б. В. Уваров. О работе грунтовых оснований автомобильных дорог с покрытиями из железобетонных плит. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1964. [5]. Г. М. Шахунянц. Железнодорожный путь. М., 1961.

УДК 625.81

## О РАСЧЕТЕ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

А. А. ЯБЛОЧКИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Массовое обследование ряда дорог, проведенное в 1955 г. СОЮЗДОРНИИ, МАДИ, ХАДИ и другими организациями [7], показало, что методика расчета дорожных одежд СОЮЗДОРНИИ дает неудовлетворительные результаты в случае, когда земляное полотно возведено из лабофильствующих грунтов и находится в условиях повышенного увлажнения. Необходим такой метод расчета нежестких одежд, который учитывал бы специфические условия лесных дорог и отражал бы реальные физические явления, возникающие в грунте земляного полотна.

Установлено ([1], [2], [3], [14], [15] и др.), что зависимость осадки грунтового основания от величины приложенной нагрузки нелинейна. В связи с тем, что прочность дорожной одежды зависит прежде всего от прочности грунтового основания, метод расчета должен учитывать нелинейную зависимость между напряжениями и деформациями в грунтовом основании. За характеристику прочности материалов слоев и грунта земляного полотна принимаем параметры кривой осадки (нагрузка — деформация) [1], [2].

Изучение кривых вдавливания штампов, проведенное в ХАДИ под руководством А. К. Бирули, показало, что экспериментальные кривые в пределах расчетных нагрузок имеют вид парабол

$$P = C\lambda^m, \quad (1)$$

где  $P$  — нагрузка на штамп;

$\lambda$  — допускаемая относительная деформация;

$C$  и  $m$  — параметры параболы, принимаемые для характеристики прочностных свойств грунта по терминологии А. К. Бирули:  $C$  — коэффициент осадки;  $m$  — показатель степени.

Нелинейная зависимость между напряжениями и деформациями может быть представлена степенным выражением закона Гука [1], [2], [3], [10]

$$\sigma_z^m = C\varepsilon_z \quad \text{или} \quad \varepsilon_z = \left(\frac{C}{\sigma_z}\right)^{\frac{1}{m}}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_z$  — вертикальная относительная деформация элементарного кубика на глубине  $z$ ;

$\sigma_z$  — сжимающее напряжение на глубине  $z$ ;

$C$  — параметр, характеризующий деформационные свойства покрытия (по терминологии А. К. Бирули — коэффициент осадки);

$m$  — показатель степени.

Для определения величины сжимающих напряжений принимаем известную формулу ДОРНИИ

$$\sigma_z = \frac{P}{1 + \left(\frac{z}{D}\right)^2}, \quad (3)$$

где  $P$  — среднее удельное давление под штампом,  $\text{кГ/см}^2$ ;  
 $D$  — диаметр эквивалентного круга, равный по площади отпечатку колеса автомобиля;

$z$  — глубина рассматриваемой точки.

Величина вертикального смещения в однородном массиве с учетом нелинейной зависимости между напряжениями и деформациями определяется интегрированием выражения (2)

$$l = \int_0^{\infty} \left( \frac{\sigma_z}{C} \right)^{\frac{1}{m}} dz = \frac{1}{C^{\frac{1}{m}}} \int_0^{\infty} \left[ \frac{P}{1 + \left( \frac{z}{D} \right)^2} \right]^{\frac{1}{m}} dz. \quad (4)$$

Показатель степени  $m$  для слоистых систем, по данным ряда авторов [1], [3], [9], [15], составляет  $\approx 0,67$ . По исследованиям работников кафедры сухопутного транспорта леса ЛТА [11] величина  $m$  имеет близкое к этому значение.

Принимая  $m = 0,67$ , найдем

$$l = \frac{P^{1,5}}{C^{1,5}} \int_0^{\infty} \frac{dz}{\left[ 1 + \left( \frac{z}{D} \right)^2 \right]^{3/2}} = \frac{P^{1,5} D}{C^{1,5}}. \quad (5)$$

Исследованиями А. М. Кривисского [8] и Н. Н. Иванова [4] установлено, что для материалов дорожных покрытий (грунты, укрепленные вяжущими материалами, щебень, асфальтобетон, гравий и др.) зависимость между напряжениями и деформациями близка к линейной.

С учетом этого осадка двухслойной системы — слой одежды с показателем прочности  $C_1$  на слое грунта с показателем прочности  $C_0$  — составит

$$l = \int_0^h \frac{\sigma_z}{C_1} dz + \int_h^{\infty} \left( \frac{\sigma_z}{C_0} \right)^{\frac{1}{0,67}} dz. \quad (6)$$

Подставляя значение  $\sigma_z$  из формулы (3), получаем

$$l = \frac{P}{C_1} \int_0^h \frac{dz}{1 + \left( \frac{z_{\text{ЭКВ}}}{D} \right)^2} + \frac{P^{1,5}}{C_0^{1,5}} \int_h^{\infty} \frac{dz}{\left[ 1 + \left( \frac{z_{\text{ЭКВ}}}{D} \right)^2 \right]^{3/2}}, \quad (7)$$

где  $h$  — толщина одежды.

Принимая по методике ДОРНИИ

$$z_{\text{ЭКВ}} = z + h_{\text{ЭКВ}} - h = z + (n - 1)h, \quad (8)$$

где  $z$  — физическая глубина;

$h_{\text{ЭКВ}}$  — толщина эквивалентного слоя,

$$n = \sqrt{\frac{C_1}{C_0}}. \quad (9)$$

Это значение  $z_{\text{ЭКВ}}$  и подставляется под знак интеграла для определения осадки нижнего слоя.

В целях облегчения интегрирования для верхнего слоя принимаем в соответствии с методикой ДОРНИИ

$$z_{\text{эКВ}} = z \cdot n. \quad (10)$$

Приняв эти значения  $z_{\text{эКВ}}$ , после интегрирования получим

$$l = \frac{PD}{C_1 n} \arctg \frac{h}{D} n + \frac{P^{1,5} D}{C_0^{1,5}} \left( 1 - \frac{hn}{\sqrt{D^2 + h^2 n^2}} \right). \quad (11)$$

Для приведения двухслойной одежды к эквивалентной по жесткости однослойной полагаем  $h = 0$ ,  $C_0 = C_{\text{эКВ}}$ ; тогда получим

$$l = \frac{P^{1,5} D}{C_{\text{эКВ}}^{1,5}} \quad \text{или} \quad C_{\text{эКВ}}^{1,5} = \frac{P^{1,5} D}{l}. \quad (12)$$

Это выражение позволяет установить величину  $C_{\text{эКВ}}$  всей одежды при расчетной критической осадке  $l_{\text{кр}}$ , удельной нагрузке  $P$ , при известном следе равновеликого круга диаметром  $D$ .

Чтобы по проектной величине  $C$  всей одежды подобрать двухслойную конструкцию, необходимо найти зависимость между  $C_{\text{эКВ}}$  и  $C$  отдельных слоев. Приравнявая формулы (11) и (12), получим

$$\frac{P^{1,5} D}{C_{\text{эКВ}}^{1,5}} = \frac{PD}{C_1 n} \arctg \frac{h}{D} n + \frac{P^{1,5} D}{C_0^{1,5}} \left( 1 - \frac{hn}{\sqrt{D^2 + h^2 n^2}} \right). \quad (13)$$

Это выражение связывает между собой  $C_{\text{эКВ}}$ ,  $C_1$ ,  $C_0$  и  $h$ , поэтому зная три величины, можно определить четвертую.

Пользуясь графиками, построенными на основании формулы (13) (необходимые расчеты выполнены на электронно-счетной машине «Сетунь»), можно производить расчеты толщины дорожной одежды с учетом нелинейных свойств грунта земляного полотна. Для этого необходимо знать величину требуемой прочности дорожной одежды, которая определяется по формуле

$$C_{\text{тр}} = 1,5 \frac{P}{\lambda_{\text{доп}}^{0,67}} (0,5 + 0,65 \lg N_p) \mu, \quad (14)$$

где  $\mu$  — коэффициент, учитывающий тип колес автомобиля. По исследованиям Б. А. Ильина [5], он составляет 1,0 для спаренных и 1,33 — для одиночных;

$\lambda_{\text{доп}}$  — относительная допустимая деформация покрытия;

$N_p$  — приведенная расчетная суточная интенсивность движения для лесовозных дорог [13], равная

$$N_p = 3 \frac{Q}{q}, \quad (15)$$

где  $Q$  — суточный грузооборот дороги,  $m^3$ ;

$q$  — грузоподъемность расчетного автомобиля.

Величина  $C_0$  должна определяться путем испытаний вдавливания штампа с получением кривых деформаций и затем вычисляется из формулы

$$\lg C_0 = 1,3 P - 0,67 \lg \left( \frac{l}{D} \right). \quad (16)$$

Величина  $C_1$  принимается по таблицам Гипролестранса [13] равной значению расчетного модуля деформации материала дорожного покрытия.

В том случае, если отсутствуют кривые вдавливания штампа, ориентировочные значения  $C_0$  могут быть получены по табличным данным модулей деформации [13].

Расчетные значения модулей деформации грунтов в таблицах Гипролестранса [13] определены при  $\lambda = 0,013$ . Тогда зависимость между  $C_0$  и  $E_0$  находят следующим образом. Известно [6], что

$$E_0 = \frac{P}{\lambda_{\text{доп}}} \text{ или } P = E_0 \lambda_{\text{доп}},$$

где  $\lambda_{\text{доп}}$  — расчетная допускаемая относительная деформация для грунтов, равная 0,013;

$E_0$  — модуль деформации грунта;

$P$  — среднее удельное давление, соответствующее  $\lambda_{\text{доп}}$ .

С другой стороны,

$$C_0 = \frac{P}{\lambda_{\text{доп}}^{0,67}},$$

тогда

$$C_0 = \frac{E_0 \lambda_{\text{доп}}}{\lambda_{\text{доп}}^{0,67}} \approx \frac{E_0}{4,3}. \quad (17)$$

Учитывая, что для слоистых систем значение  $E_0$  имеет множитель  $\frac{\pi}{2}$ ,

$$C_0 \approx \frac{E_0}{6,5}. \quad (18)$$

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. К. Бируля, В. И. Бируля, И. А. Носич. Устойчивость грунтов дорожного полотна в степных районах. Дориздат, 1951. [2]. А. К. Бируля. Дорожные покрытия из грунтов, обработанных битумом и дегтем. Изд. ХГУ, 1953. [3]. В. Д. Зинченко. Учет нелинейной зависимости между напряжениями и деформациями. Труды ХАДИ, вып. 18, 1956. [4]. Н. Н. Иванов. Новые методы расчета и испытания дорожных одежд нежесткого типа. Автотрансиздат, 1962. [5]. Б. А. Ильин. Об особенностях расчета на прочность дорожных одежд лесовозных дорог, предназначенных для работы автомобилей с односкатными колесами. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1963. [6]. Инструкция по назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа ВСН-46-60. Автотрансиздат, 1961. [7]. Исследование прочности дорожных одежд. Сборник статей под редакцией Н. В. Орнатского. Автотрансиздат, 1959. [8]. А. М. Кривисский. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд по местному предельному равновесию. Автотрансиздат, 1963. [9]. Н. М. Кудрявцев. Испытание прочности слабых дорожных покрытий. Труды ХАДИ, вып. 22, 1960. [10]. Н. В. Орнатский. Механика грунтов. Изд. МГУ, 1950. [11]. Отчет за 1965 г. лаборатории по проблемам механизации лесозаготовок (отделение дорожных покрытий) НИС ЛТА им. С. М. Кирова. [12]. Сборник статей под редакцией проф. Н. Н. Иванова. Обоснование расчетных параметров нежестких дорожных одежд, Дориздат, 1952. [13]. Техническая информация № 1. Гипролестранс, 1957. [14]. В. А. Флорин. Механика грунтов. Госстройиздат, 1954. [15]. И. И. Черкасов. Механические свойства грунтовых оснований. Автотрансиздат, 1958.

Поступила 14 марта 1966 г.

УДК 634.0.323.2

## К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРОТАСКИВАЮЩЕГО ТРАНСПОРТЕРА, ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ СУЧКОРЕЗНОЙ ЛИНИИ ПСЛ-ЦНИИМЭ

А. П. АЛЕКСЕЕВ

(Московский лесотехнический институт)

Полуавтоматическая сучкорезная линия ПСЛ-ЦНИИМЭ работает в леспромхозах страны, где комплексно механизированы все виды работ, начиная от разбора пачки стволов до подачи обрабатываемого хлыста на раскряжевку.

В задачу исследования входило определение мощности электродвигателя протаскивающего транспортера сучкорезной линии ПСЛ-ЦНИИМЭ с различными типами режущих аппаратов: силовые ножи с фрезами и силовые ножи (цепи).

Мощность, необходимую для обеспечения нормальной работы протаскивающего транспортера, находили на основании результатов измерений, проведенных в Оленинском леспромхозе.

Протаскивание деревьев через сучкорезную машину с двухстадийной обрезкой сучьев при сочетании ножей силового резания и фрез осуществляется протаскивающим транспортером, приводимым в движение от двухскоростного электродвигателя переменного тока.

Как показали экспериментальные наблюдения, зависимость между потребляемой мощностью  $P_n$  и диаметром дерева  $D$  выражается уравнением

$$P_n = P_0 + kD^b, \quad (1)$$

где  $P_n$  — потребляемая мощность электродвигателя транспортера при обработке березы и ели, *квт*;

$P_0$  — мощность холостого хода привода транспортера, *квт* (по нашим наблюдениям  $P_0 = 4,2$  *квт*);

$k$  — удельная мощность подачи, *квт/см*;

$b$  — постоянный коэффициент.

По нашим исследованиям, при скорости подачи 0,6 *м/сек*

для березы  $k = 0,09772$ ;  $b = 1,185$ ;

для ели  $k = 0,03802$ ;  $b = 1,415$ ;

при скорости подачи 1,2 *м/сек*

для березы  $k = 0,537$ ;  $b = 0,89$ ;

для ели  $k = 0,489$ ;  $b = 0,91$ .

Уравнение (1) и рис. 1 дают возможность определить потребляемую мощность электродвигателя протаскивающего транспортера различных диаметров деревьев березы и ели.

При скорости подачи 0,6 *м/сек* мощность, потребляемая электродвигателем, для березы диаметром от 12 до 48 *см* составляет 4,8—15,2 *квт*; для ели того же диаметра — от 4,5 до 14 *квт*; при скорости подачи 1,2 *м/сек* соответственно 6,2—22 и 5,9—20,4 *квт*.

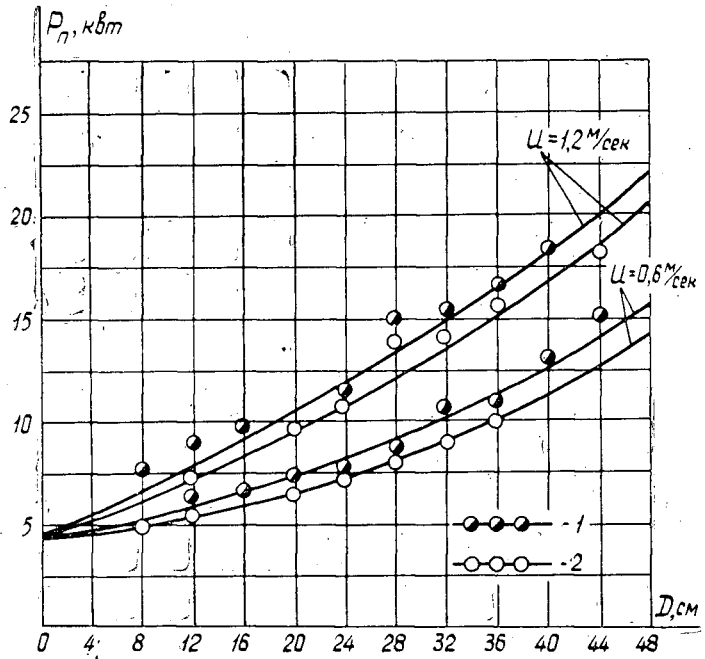


Рис. 1. Энергетическая характеристика электропривода протаскивающего транспортера машины ПСЛ-ЦНИИМЭ.

1 — береза; 2 — ель.

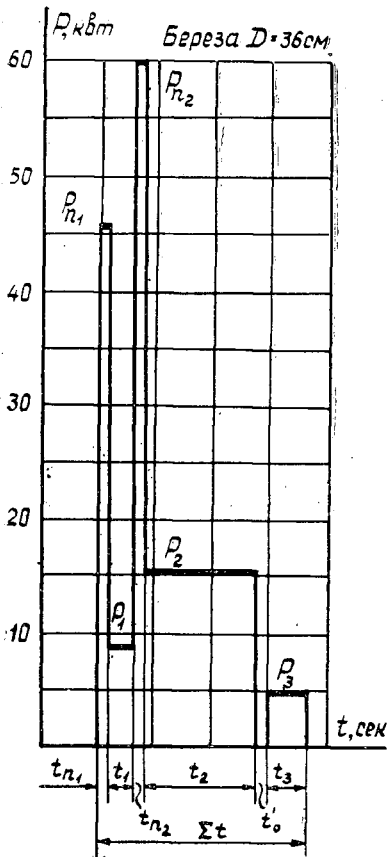


Рис. 2. Диаграмма мощности, потребляемой электродвигателем привода протаскивающего транспортера ПСЛ-ЦНИИМЭ.

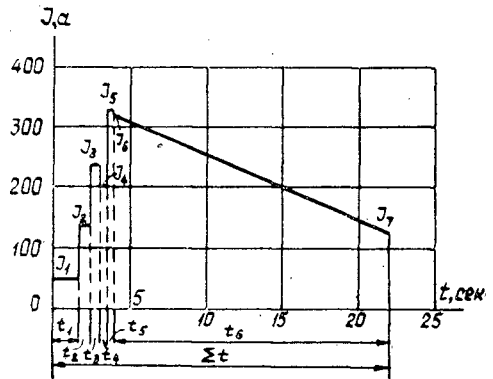


Рис. 3. Диаграмма тока, потребляемого электродвигателем протаскивающего транспортера при подаче дерева в сучкорезную машину диаметром 70 см.



Так как протаскивающий транспортер работает в повторно-кратковременном режиме (рис. 2), то продолжительность включения ПВ электродвигателя

$$ПВ = \frac{\Sigma t_p}{\Sigma (t_p + t_0)} \cdot 100\% = \frac{29}{45} \cdot 100 = 64,5\%,$$

где  $t_p$  — рабочие периоды, сек;  
 $t_0$  — периоды пауз, сек.

Остальное время двигатель работает вхолостую или совсем не работает (рис. 2).

В табл. 1 приведен режим работы протаскивающего транспортера с указанием потребляемой мощности на каждой операции для березы диаметром 36 см.

Таблица 1

| Наименование операций                              | Продолжительность, сек | Потребляемая мощность, квт |
|--|------------------------|----------------------------|
| Пуск электродвигателя на первой скорости . . . . . | $t_{п1}=1,0$           | $P_{п1}=46,0$              |
| Подача дерева на первой скорости . . . . .         | $t_1=5,0$              | $P_1=8,5$                  |
| Пуск электродвигателя на второй скорости . . . . . | $t_{п2}=1,0$           | $P_{п2}=60,0$              |
| Подача дерева на второй скорости . . . . .         | $t_2=16$               | $P_2=16$                   |
| Переключение скоростей . . . . .                   | $t'_0=1,0$             | —                          |
| Перемещение дерева на транспортере . . . . .       | $t_3=6,0$              | $P_3=6,0$                  |
| Время стоянки транспортера . . . . .               | $t''_0=15$             | —                          |
| Время полного цикла                                | $\Sigma t=45$ сек      |                            |

Эквивалентная мощность  $P_{эkv}$ , потребляемая электродвигателем привода протаскивающего транспортера,

$$P_{эkv} = \sqrt{\frac{P_{п1}^2 t_{п1} + P_1^2 t_1 + P_{п2}^2 t_{п2} + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3}{\alpha t_{п1} + t_1 + \alpha t_{п2} + t_2 + t'_0 + t_3 + \beta t''_0}} = 16,7 \text{ квт},$$

где  $\alpha$  — коэффициент ухудшения теплоотдачи двигателя при пуске (0,75);

$\beta$  — коэффициент, учитывающий условия охлаждения двигателя в неподвижном состоянии (0,5).

Таким образом, проведенные исследования дают возможность рекомендовать электродвигатель переменного тока мощностью 20 квт при протаскивании деревьев через сучкорезную машину с двухстадийной обрезкой сучьев.

На втором варианте сучкорезной машины силового резания (цепи) на протаскивающий транспортер установлен электродвигатель постоянного тока. Были проведены измерения величины тока, напряжения и скорости подачи при разных режимах нагрузки.

При подаче деревьев через режущий аппарат (цепи) протаскивающему транспортеру приходится преодолевать силы сопротивления при движении холостого, нагруженного транспортера и при срезании сучьев, которые, согласно экспериментальным данным, соответственно равны

$$\begin{aligned} F_0 &= 2,69 \cdot 10^3 \text{ Н}; \\ F_H &= 3,25 \cdot 10^3 \text{ Н}; \\ F_c &= 7,64 \cdot 10^3 \text{ Н}, \end{aligned}$$

а сила трения  $F_T$  четырех ножей о поверхность ствола

$$F_T = 3,52 \cdot 10^3 \text{ н.}$$

Суммарная сила  $F$ , развиваемая приводом транспортера,

$$F = F_0 + F_n + F_c + F_T = 17,1 \cdot 10^3 \text{ н.}$$

Мощность приводного электродвигателя при скорости подачи  $v = 1,75 \text{ м/сек}$  и коэффициенте полезного действия  $\eta = 0,75$

$$P = \frac{F \cdot v}{\eta} \cdot 10^{-3} = 40 \text{ кВт.}$$

Для определения потребляемой мощности за цикл работы при самом тяжелом режиме (диаметр дерева 70 см) было проведено осциллографирование процесса протаскивания этого дерева через режущий аппарат.

Используя данные диаграммы тока (рис. 3), находим эквивалентный ток

$$I_{\text{экр}} = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + I_3^2 t_3 + I_4^2 t_4 + I_5^2 t_5 + (I_6^2 + I_6 I_7 + I_7^2) \cdot \frac{t_6}{3}}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6}} = 214,5 \text{ а.}$$

В формуле эквивалентного момента  $I_{\text{экр}}$  для трапециевидального участка диаграммы тока (рис. 3) выражение  $(I_6^2 + I_6 I_7 + I_7^2) \cdot \frac{t_6}{3}$  обосновано и указано в трудах В. П. Андреева и Ю. А. Сабинина [1], а также П. П. Пациоры [2].

По эквивалентному току определяем эквивалентную мощность

$$P_{\text{экр}} = I_{\text{экр}} \cdot U = 214,5 \cdot 210 = 45 \text{ кВт.}$$

Так как вероятность работы двигателя в этом режиме мала, то двигатель постоянного тока 40 кВт вполне обеспечивает нормальную работу транспортера сучкорезной машины силового резания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. П. Андреев, Ю. А. Сабинин. Основы электропривода. Госэнергоиздат, 1963. [2]. П. П. Пациора. Электрооборудование лесоразработок с элементами автоматизации. Изд-во «Лесная промышленность», 1964.

Поступила 30 декабря 1966 г.

УДК 639.62 : 629.11.012.857

## МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ТРЕНИЯ В РЕССОРНОМ ПОДВЕШИВАНИИ ТЕПЛОВОЗА ТУ-2МК

П. В. АНИСИМОВ

(Тюменский НИИПлесдрев)

Исследованию сил сопротивления в упругом подвешивании подвижного состава железных дорог общего пользования посвящен ряд теоретических и экспериментальных работ [5], [6], [7], [8], [9], [16]. Работы по обоснованию параметра трения в рессорном подвешивании лесовозных вагонов и тепловозов колеи 750 мм единичны и недостаточно полны [10], [11].

Основная цель наших исследований [1], [2], [3], [4] — на основании экспериментальных данных и существующих методик задать и определить фактическое трение в рессорном подвешивании, использованное для оценки ходовых качеств и обоснования параметра относительного трения лесовозного тепловоза ТУ-2МК в зависимости от величин статического прогиба и конструкции пути [3], [4].

### Определение относительного трения в демпферах постоянного сухого трения

Для исследования были приняты три комбинации статического прогиба рессор (без резиновых колец): 25,37 и 60 мм. Прогибомеры были установлены на пяти буксах. Каждому прогибу задавали три комбинации трения: в буксовом узле без демпфера и с демпфером, имеющим два варианта затяжки пружин. Усилие трения в буксовом узле было неизвестно.

Расчет усилий трения в демпферах определен по методике Гипролесмаш [14]. Подрессоренный вес  $P_{ст}$ , приходящийся на буксу, передает усилие на демпфер через точки А и В (рис. 1), вращая диски относительно центра О. С учетом задаваемого относительного трения  $\varphi$  в демпферах усилие  $F$  будет составлять

$$F = P_{ст} \cdot \varphi. \quad (1)$$

Находим момент трения

$$M_{тр} = P_{ст} \cdot \varphi \cdot a \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

где  $a$  — расстояние от точки приложения  $P_{ст}$  до центра вращения дисков демпфера,  $a = 7,5$  см;

$2\alpha$  — угол между осями рычагов демпфера,  $2\alpha = 45^\circ$ .

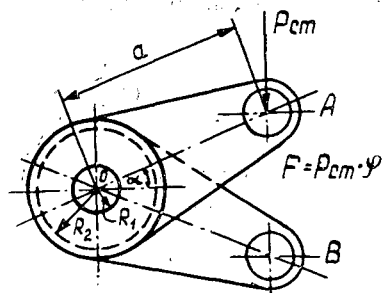


Рис. 1. Расчетная схема демпфера.

Сила трения в демпфере  $P_{тр}$  определяется по формуле

$$P_{тр} = \frac{P_{ст} \cdot \varphi \cdot a \cdot \cos \alpha}{R_{ср}}, \quad (3)$$

где  $R_{ср}$  — средний радиус трущихся поверхностей дисков,

$$R_{ср} = \frac{R_1 + R_2}{2} = 2,75 \text{ см.}$$

Зная усилие трения в демпфере, определим усилие затяжки пружины

$$Q = \frac{P_{ст} \cdot \varphi \cdot a \cdot \cos \alpha}{\mu \cdot i \cdot R_{ср}}, \quad (4)$$

где  $\mu$  — коэффициент трения стальных дисков и дисков феродо,  $\mu = 0,3$  [12];

$i$  — число трущихся поверхностей,  $i = 8$ .

Удельное давление в дисках демпфера

$$q = \frac{Q}{S}, \quad (5)$$

где  $S$  — площадь трения дисков,  $S = 2\pi R_{ср} \cdot b \text{ см}^2$ ;

$$b = R_2 - R_1 \text{ см.}$$

Для первого варианта усилие трения составляло 4% от подрессоренного веса, для второго — 9%. Заданное усилие трения в демпферах проверяли опытным путем с помощью гидравлического пресса и динамометра сжатия ДС-1. Демпфер на прессе устанавливали так, что угол между рабочими рычагами составлял  $45^\circ$ , как в рабочем положении на тепловозе. Между верхней опорой пресса и верхним рычагом демпфера устанавливали ДС-1. Рычаги демпфера сжимались прессом. Показания индикатора, которые переводились в усилие трения  $F$ , согласно тарировочному графику, фиксировались в момент смещения рычагов. Опыты повторяли три раза. Относительное трение  $\varphi$  определяли по формуле (1). При заданном  $\varphi = 4\%$  среднее опытное значение коэффициента относительного трения в статике оказалось равным 4,25; в динамике — 1,78; при  $\varphi = 9\%$  — соответственно 8,62 и 5,36.

#### Определение относительного трения в рессорном подвешивании

Для определения силы трения в демпферах в динамике и с учетом сопротивления в буксовых узлах были проведены опыты по наезду и сбрасыванию тепловоза с башмаков (клиньев) длиной 200 мм и высотой 20 мм. Башмаки подкладывали одновременно под все колеса, тепловоз наезжал и съезжал с них. Затухающие вертикальные колебания кузова тепловоза на рессорах с помощью пяти однокомпонентных прогибометров регистрировались на ленте осциллографа Н-700. Кроме того, с помощью проволочных датчиков на ленту записывали также динамические перегрузки балансиров первой по ходу оси тепловоза. На рис. 2 приведен образец таких записей для статического прогиба 37 мм и трения только в буксовом узле.

Анализируя записи, видим, что амплитуды колебаний убывают линейно, то есть в системе рессорного подвешивания исследуемого тепловоза действуют постоянные силы трения. Относительное трение зависит от величины уменьшения амплитуды колебаний системы за

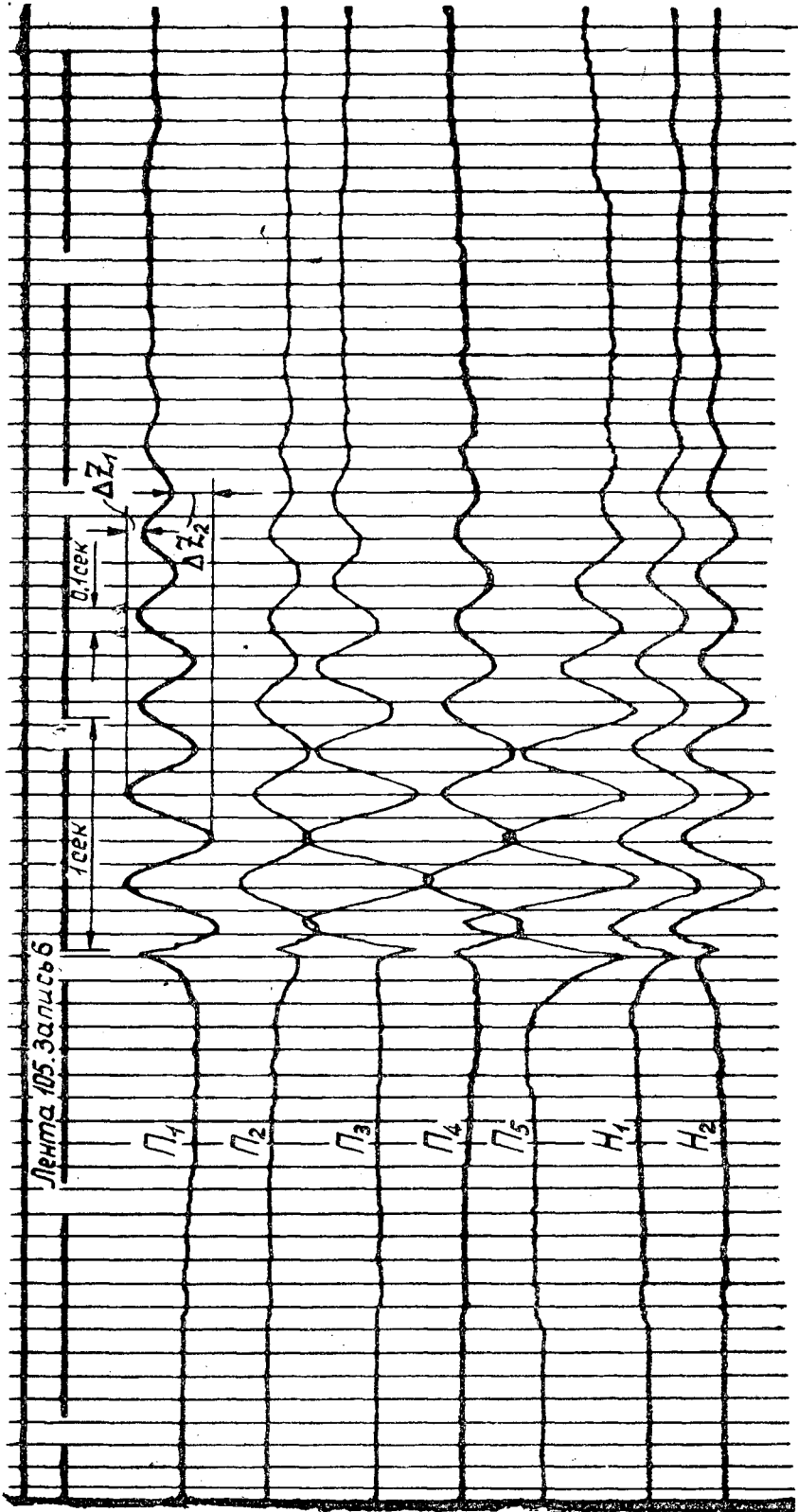


Рис. 2. Осциллограмма записи амплитуд затухающих колебаний подрессорной части и перегузок балансиров после сбрасывания

тепловоза ТУ-2МК с клиньев.  $\Pi$  — прогибы рессор;  $H$  — напряжение в балансирах.  $\varphi = \frac{\Delta z_1 + \Delta z_2}{m \cdot \frac{n}{2} \cdot M \cdot 100}$  %, здесь  $m$  и  $n$  — число периодов;  $M$  — масштаб записи;  $f_{ст} = 37,5$  мм;  $\varphi = 1,55$  %.

один период. И. И. Челноков, исследуя работу гасителей колебаний в зависимости от характера сил сопротивления системы, вывел универсальную формулу для определения величины уменьшения амплитуды колебания  $\Delta z$  за один период для любого гасителя [15], [16].

$$\Delta z = z_n - \sqrt{z_n^2 - \frac{2R}{\kappa}}, \quad (6)$$

где  $z_n$  — начальная амплитуда колебания системы, мм;  
 $\kappa$  — жесткость рессор системы, кг/мм;  
 $R$  — работа сил трения гасителя за один период колебания, кг·мм.

После преобразований формулы для определения относительного трения в зависимости от  $\Delta z$  ( $\Delta P$ ) принимают вид

$$\varphi = \frac{\Delta z}{4f_{ст}} \cdot 100\%; \quad \varphi = \frac{\Delta P}{4f_{ст}} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $f_{ст}$  — статический прогиб рессор тепловоза, мм.

Обработка записей собственных колебаний кузова тепловоза на рессорах сводилась к нахождению  $\Delta z$  и  $\Delta P$  по формуле (рис. 2)

$$\Delta z (\Delta P) = \frac{\frac{\Delta z_1}{m} + \frac{\Delta z_2}{n}}{2} \cdot M, \quad (8)$$

где  $\Delta z_1$  — уменьшение амплитуды колебания с одной стороны от нулевой линии за  $m$  периодов, мм;

$\Delta z_2$  — уменьшение амплитуды колебания с другой стороны от нулевой линии за  $n$  периодов, мм;

$M$  — масштаб записи.

Этим методом найдено относительное трение при следующих параметрах рессорного подвешивания (табл. 1): статические прогибы 25,37 и 60 мм; а) трение только в буксовом узле; б) с демпфером I вариант; в) с демпфером II вариант (для  $f_{ст} = 25$  мм). Во втором варианте трения в демпфере ( $f_{ст} = 37$  и 60 мм) затухание колебаний кузова на рессорах прекращалось за неполный период. Поэтому не представлялось возможным определить относительное трение в этих случаях.

Таблица 1

| Буксы        | Среднее относительное трение в динамике, %, при |                     |                     |
|--------------|---|---------------------|---------------------|
|              | $f_{ст}=60$ мм                                  | $f_{ст}=37$ мм      | $f_{ст}=25$ мм      |
| Без демпфера | $\frac{1,63}{1,63}$                             | $\frac{1,55}{1,55}$ | $\frac{1,60}{1,60}$ |
|              |   |                     |                     |
| С демпфером  | $\frac{3,45}{3,35}$                             | $\frac{3,35}{3,63}$ | $\frac{3,32}{3,44}$ |
|              |   |                     |                     |
| I вариант    | $\frac{6,95}{—}$                                | $\frac{6,84}{—}$    | $\frac{6,92}{6,63}$ |
|              |   |                     |                     |

Примечание. В числителе — данные, полученные по методике ВНИТИ и по сбрасыванию тепловоза с клиньев; в знаменателе — по сбрасыванию тепловоза с клиньев.

Исследования Всесоюзного научно-исследовательского тепловозного института (ВНИТИ) [13] были положены в основу перевода статиче-

ских сил трения фрикционных амортизаторов тепловоза ТУ-2МК в динамические. Коэффициенты перевода относительного трения получены путем сравнения статической силы трения с динамической при температуре трущихся поверхностей дисков  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Сравнивая коэффициенты относительного динамического трения, полученные по методике ВНИТИ и по сбрасыванию тепловоза с клиньев (табл. 1), видим, что их значения для заданных двух вариантов трения в демферах практически одинаковы. Поэтому оба эти метода равноценны и дополняют друг друга.

Полученные результаты величин относительного трения использованы для оценки динамических качеств тепловоза ТУ-2МК, по которым сделано обоснование параметров трения в рессорном подвешивании для узкоколейных тепловозов [3], [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Анисимов. Обоснование параметров рессорного подвешивания узкоколейных тепловозов. Труды ЦНИИМЭ, вып. 51, 1964. [2]. П. В. Анисимов. Методика определения вынужденных вертикальных колебаний узкоколейных тепловозов. Труды ЦНИИМЭ, вып. 64, 1965. [3]. П. В. Анисимов. Экспериментальное исследование вертикальных колебаний узкоколейных тепловозов. Труды ЦНИИМЭ, вып. 64, 1965. [4]. П. В. Анисимов. Обоснование параметров рессорного подвешивания для узкоколейных тепловозов, эксплуатируемых на временных участках пути (усах). Труды ЦНИИМЭ, вып. 64, 1965. [5]. В. П. Богданов. Выбор оптимальных параметров гасителей вертикальных колебаний скоростных электровозов. Труды ТЭМИИТ, т. XXXIV, Томск, 1962. [6]. М. В. Винокуров. Исследование колебаний и устойчивости вагонов. Труды ДИИТа, вып. XII, 1939. [7]. П. И. Гороневич. Исследование колебаний и выбор параметров рессорного подвешивания тепловозов. Автореферат кандидатской диссертации, Харьков, 1962. [8]. А. А. Долматов. Повышение скоростей и вопросы колебаний вагонов. «Бюллетень технико-экономической информации МПС», № 9 (35), 1958. [9]. А. С. Евстратов, Н. И. Григорьев, О. П. Ершков. Результаты динамических испытаний тепловоза ТЭ-7 с различными вариантами экипажной части. ГОСИНТИ, 1959. [10]. А. И. Логинов. Определение параметров рессорного подвешивания тепловозов колеи 750 мм. Труды ЦНИИМЭ, вып. XXII, 1961. [11]. А. И. Логинов. Исследование динамических характеристик лесовозных вагонов-сцепов колеи 750 мм для вывозки древесины в хлыстах. Кандидатская диссертация, 1959. [12]. Машиностроение. Энциклопедический справочник, т. 2, Машгиз, 1948. [13]. Результаты сравнительных испытаний различных систем рессорного подвешивания тепловоза ТЭ-7. Отчет ВНИТИ по научно-исследовательской работе И-09-59. [14]. Тепловоз ТУ-4. Расчет на прочность. Гипролесмаш, 1958. [15]. Технический справочник железнодорожника. Т. 6, Трансжелдориздат, 1954. [16]. И. И. Челноков, Б. И. Вишняков, В. М. Гарбузов, А. А. Эстлинг. Гасители колебаний вагонов. Трансжелдориздат, 1963.

Поступила 23 февраля 1966 г.

УДК 631.62

## ГЛУБИННЫЙ ДРЕНАЖ КАК МЕТОД ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ТОРФЯНЫХ ГРУНТОВ

А. Д. ХУДЯКОВ, Н. П. КОВАЛЕНКО

(Архангельский лесотехнический институт)

Н. Ф. БОНДАРЕНКО

(Ленинградский агрофизический институт)

Глубинное осушение торфяной залежи — один из методов технической мелиорации торфяных грунтов в строительных целях. По минеральному дну болота укладывают дренажные трубы, в результате чего понижается уровень грунтовых вод. Это приводит к снижению влажности торфяного грунта, к его уплотнению. Существенно в данном случае определение оптимального расстояния между дренами.

В настоящее время при определении расстояния между дренами не учитывается, что в дисперсных грунтах наблюдается отклонение фильтрационных свойств потока от зависимости Дарси ([2], [4], [5], [6] и др.). Фильтрационный поток получает свое развитие только после приложения некоторого начального градиента напора  $I_0$ .

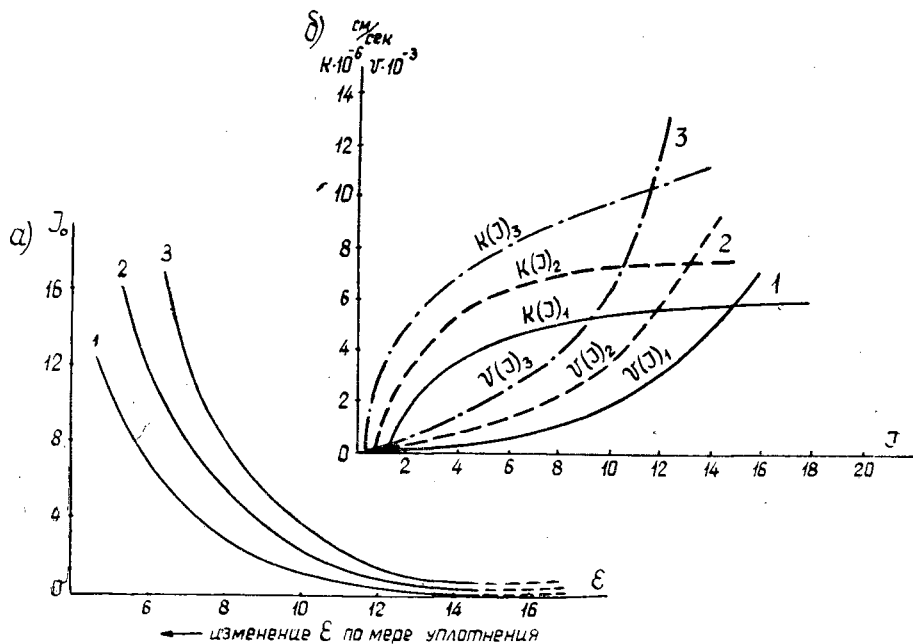


Рис. 1. Фильтрационные свойства торфа.

a — зависимость коэффициента фильтрации от градиента напора. 1 — лесотопяной торф  $R=30\%$ ; 2 — топяной торф  $R=20\%$ ; 3 — топяной торф  $R=10\%$ . б — зависимость начального градиента от плотности торфа 1 — топяной торф  $R=20\%$ ; 2 — топяной торф  $R=10\%$ ; 3 — лесотопяной торф  $R=30\%$ .



Проведенные нами исследования фильтрационных свойств торфа, а именно зависимости коэффициента фильтрации от градиента напора (рис. 1, а) показали, что фильтрационный поток подчиняется зависимости Букингейма — Рейнера [7]

$$V = -K_0 I \left[ 1 - \frac{4}{3} \left( \frac{I_0}{I} \right) + \frac{1}{3} \left( \frac{I_0}{I} \right)^4 \right], \quad (1)$$

где  $K_0$  — коэффициент фильтрации при строгом подчинении жидкости закону Ньютона.

Начальный градиент напора зависит от дисперсности, плотности системы и вязкопластических свойств поровой жидкости

$$I_0 = \frac{\Phi S_k \tau_0}{\rho g \Pi},$$

здесь  $\Phi$  — коэффициент формы пор ( $\approx 1$ );

$S_k$  — кинетическая удельная поверхность системы;

$\tau_0$  — предельное напряжение сдвига фильтрующейся жидкости;

$\rho$  — плотность жидкости;

$g$  — ускорение силы тяжести;

$\Pi$  — пористость.

Зависимость  $I_0$  от степени разложения и  $\epsilon$  показана на рис. 1, б.

С увеличением степени разложения и с уменьшением  $\epsilon$  по мере уплотнения значения  $I_0$  возрастают, следовательно, повышается степень отклонения фильтрационного потока в торфяных грунтах от зависимости Дарси.

Определение расстояния между дренами при инфильтрационном питании и стационарном режиме потока должно вестись [3], исходя из равенства объемов воды, отводимой дренажем и поступающей в виде «расчетного дождя» с интенсивностью инфильтрации  $P$ . Расчетная схема представлена на рис. 2.

Примем следующие допущения:

1) поверхность водоупора горизонтальна; 2) вертикальные составляющие скорости движения жидкости пренебрежимо малы; 3)  $\frac{1}{3} \left( \frac{I_0}{I} \right)^4 \ll \ll 1 - \frac{4}{3} \left( \frac{I_0}{I} \right)$ , следовательно, вместо уравнения (1) запишем

$$V = -K_0 \left( I - \frac{4}{3} I_0 \right) = -K \left( \frac{dy}{dx} - i_0 \right); \quad (2)$$

$$i_0 = \frac{4}{3} I_0.$$

С учетом выражения (2) уравнение Дюпюи принимает вид

$$K_0 y \left( \frac{dy}{dx} - i_0 \right) = P(S - x). \quad (3)$$

Приближенное решение выражения (3) может быть найдено [3], если кривая дисперсии на участке  $S$  подчиняется уравнению

$$y^2 = \frac{H^2}{S^2} [S^2 - (S - x)^2]. \quad (4)$$

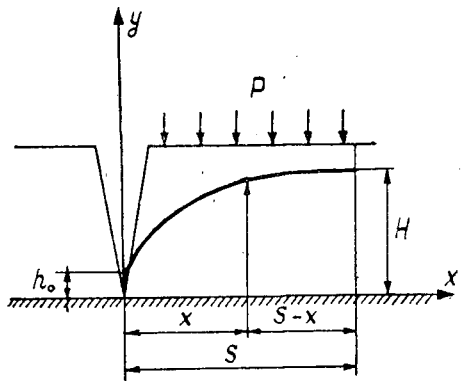


Рис. 2.

Подставляя формулу (4) в (3) и производя интегрирование при  $S - x = X = 0$ ;  $y = H$ ;  $X = S$ ;  $y = h_0$ , получим

$$S = -\frac{1}{4} \frac{K_0}{P} \pi H i_0 + \sqrt{\left(\frac{1}{4} \frac{K_0}{P} \pi H i_0\right)^2 + \frac{K_0}{P} (H^2 - h_0^2)}. \quad (5)$$

При  $i_0 = 0$  зависимость (5) приводится к виду

$$S = \sqrt{\frac{K_0}{P} (H^2 - h_0^2)}. \quad (5')$$

При  $h_0 = 0$  из уравнения (5) следует

$$S = -\frac{1}{4} \frac{K_0}{P} \pi H i_0 + \sqrt{\left(\frac{1}{4} \frac{K_0}{P} \pi H i_0\right)^2 + \frac{K_0}{P} H^2}. \quad (6)$$

Расстояния между горизонтальными глубинными дренами в торфяных грунтах, определенные по формулам (5) и (6) с учетом начального градиента напора  $I_0$ , значительно меньше, чем найденные по уравнению (5') без учета  $I_0$ . Зависимость расстояния между дренами  $E = 2S$  от  $i_0 = \frac{4}{3} I_0$  показана в табл. 1.

Таблица 1

| $K_0=0,1$ |        | $K_0=0,2$ |        | $K_0=0,3$ |        |
|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| $i_0$     | $E, м$ | $i_0$     | $E, м$ | $i_0$     | $E, м$ |
| 0,0       | 13,4   | 0,0       | 18,9   | 0,0       | 23,2   |
| 0,0       | 15,6   | 0,0       | 22,1   | 0,0       | 27,2   |
| 0,1       | 11,2   | 0,1       | 15,0   | 0,1       | 17,4   |
| 0,1       | 13,6   | 0,1       | 17,4   | 0,1       | 20,2   |
| 0,2       | 7,48   | 0,2       | 11,8   | 0,2       | 13,2   |
| 0,2       | 11,8   | 0,2       | 14,6   | 0,2       | 15,2   |
| 0,5       | 5,8    | 0,5       | 6,6    | 0,5       | 7,0    |
| 0,5       | 7,6    | 0,5       | 8,0    | 0,5       | 8,6    |

Примечание. В числителе — данные при  $H = 3,0 м$ ; в знаменателе — при  $H = 3,5 м$ .

В полевых условиях мы исследовали работу ранее выполненных глубинных дрен в торфяных грунтах для выявления зоны их действия и проверки полученных нами зависимостей (5) и (6).

На исследуемом участке торфяная залежь переходного типа, глубиной 2,7 м, состоит из следующих слоев: 1) топяной торф мощностью 1,7 м ( $W_{вес} = 1500-2000\%$ ;  $\epsilon = 19,0$ ;  $R = 10\%$ ); 2) лесотопяной торф мощностью 0,8 м ( $W_{вес} = 1000-1500\%$ ;  $\epsilon = 14,0$ ;  $R = 20\%$ ); 3) лесной торф мощностью 0,2 м ( $W_{вес} = 800-900\%$ ;  $\epsilon = 12,0$ ;  $R = 30\%$ ). Болото подстилается суглинком средней пластичности.

С глубиной меняется тип торфа, степень его разложения, увеличивается плотность и уменьшается влажность. Последнее объясняется не только повышением плотности, но и тем, что питание торфяной залежи происходит в основном в результате инфильтрации атмосферных осадков. Средний коэффициент фильтрации мы определяли в лабораторных условиях, а в полевых — работники Ленгипроводоканалпроекта. Он составляет  $4,05 \cdot 10^{-4} см/сек$ , а начальный градиент напора при естественной плотности равен 1,15.

Выполненные ранее глубинные дрена были запроектированы без учета начального градиента напора с шагом 20—40 м, то есть расстояние между дренами определяли по общеизвестной формуле (5') [6].

Исследование влажности торфа у дрены показало, что в действительности происходит осушение торфа в зоне до 12—16 м, что соответствует расчетным расстояниям, определенным из выражения (5). Результаты полевых исследований влажности торфяных грунтов у

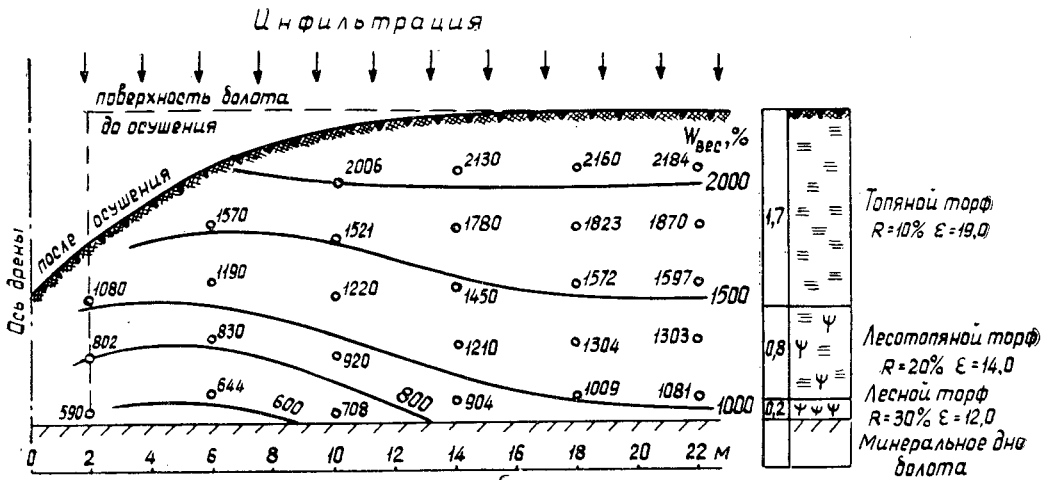


Рис. 3. Изменение влажности торфяной залежи у глубинных дрен.

глубинных дрен представлены на рис. 3. Показана абсолютная влажность отдельных точек залежи, исследованных при бурении, а также изображены линии равной влажности в торфяной залежи возле дрены.

Таким образом, пренебрежение значением  $I_0$  приводит к завышению расчетных значений расстояний между дренами, в результате

Таблица 2

| Расстояние от оси дрены, м | Глубина от поверхности, м | Сопроотивление сдвигу $\tau$ , кг/см <sup>2</sup> |                      | Прочность (пенетрация) $\sigma$ , кг/см <sup>2</sup> |
|----------------------------|---------------------------|---|----------------------|--|
|                            |                           | ненарушенной структуры                            | нарушенной структуры |  |
| 3                          | 1,0                       | 0,170   | 0,103                | 2,02   |
|                            | 1,5                       | 0,194   | 0,069                | 1,67   |
|                            | 2,0                       | 0,162   | 0,070                | —  |
| 6                          | 1,0                       | 0,192   | 0,080                | 1,22   |
|                            | 1,5                       | 0,347   | 0,093                | 1,00   |
|                            | 2,0                       | 0,312   | 0,126                | —  |
|                            | 2,3                       | 0,372   | 0,143                | —  |
| 9                          | 1,0                       | 0,160   | 0,093                | 1,78   |
|                            | 1,5                       | 0,225   | 0,072                | —  |
|                            | 2,1                       | 0,128   | 0,032                | —  |
|                            | 2,5                       | 0,179   | 0,027                | —  |
| 12                         | 1,0                       | 0,133   | 0,076                | 1,00   |
|                            | 1,5                       | 0,131   | 0,044                | 1,07   |
|                            | 2,0                       | 0,164   | 0,053                | —  |
|                            | 2,5                       | 0,093   | 0,023                | —  |
| 15                         | 1,0                       | 0,091   | 0,046                | 1,00   |
|                            | 1,5                       | 0,081   | 0,040                | 1,45   |
|                            | 2,0                       | 0,135   | 0,046                | 1,45   |
|                            | 2,5                       | 0,057   | 0,013                | —  |

осушение всей торфяной залежи сильно затягивается и продолжается десятки лет. Это приводит к нежелательным осадкам поверхности селитебных территорий в период эксплуатации.

При осушении торфяного грунта изменяются его механические характеристики. При помощи сдвигомера-крыльчатки и пенетрометра Л. С. Амаряна [1] мы определяли сопротивление сдвигу  $\tau$  и прочность  $\sigma$  в зоне осушения. Результаты этих исследований представлены в табл. 2.

Вблизи дрены значения  $\tau$  и  $\sigma$  наибольшие, по мере удаления от нее эти величины уменьшаются и на расстоянии 10—12 м становятся практически постоянными.

Осушение торфяной залежи приводит к уплотнению торфяного грунта, однако зона уплотнения незначительна. В первый период работы дренажа (около года) зоны ощутимых осадок составляют 5—6 м от оси дрены, в последующем они увеличиваются до 10—12 м.

### Выводы

1. С увеличением начального градиента напора  $I_0$  эффективность глубинного дренажа уменьшается и для достижения требуемых норм осушения и уплотнения необходимо дрены устраивать на незначительных расстояниях.

2. Процесс осушения длителен и осадки территории продолжают в течение 3—5 лет. Следовательно, осушение с целью подготовки заторфованных территорий к застройке должно производиться заблаговременно.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. С. Амарян. Исследования прочности и напряженного состояния торфяных оснований. Труды Калининского политехнического института, вып. 1 (XIV) «Недра», М., 1966. [2]. Н. Ф. Бондаренко, С. В. Нерпин. Методика исследования аномалий фильтрационных процессов. Сб. «Новые методы измерений и приборы для гидравлических исследований», Изд-во АН СССР, 1961. [3]. В. А. Ионат. Расчет горизонтального дренажа в неоднородных грунтах. Таллин, 1962. [4]. С. В. Нерпин, Н. Ф. Бондаренко. Двойная природа аномалий при фильтрации грунтовой и почвенной влаги. Труды ЛИВТа; вып. XXVII, 1962. [5]. Н. П. Пузыревский. Фундаменты. Госстройиздат, М., 1934. [6]. А. С. Роза. Осадки гидротехнических сооружений на глинах с малой влажностью. Журн. «Гидротехническое строительство» № 9, 1950. [7]. M. Reiner. Deformation, Strain Flow. H. K. Lewis and Co, Ltd., London, 1960.

Поступила 12 сентября 1967 г.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.053 : 621.933.6

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРА ИНА-3 ДЛЯ КОНТРОЛЯ  
НАТЯЖЕНИЯ РАМНЫХ ПИЛ  
ПО ЧАСТОТЕ ИХ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ\***

**А. А. САННИКОВ**

(Уральский лесотехнический институт)

Известно, что с увеличением натяжения рамной пилы частоты её собственных поперечных колебаний возрастают. Эти частоты зависят не только от величины натяжения, но и от эксцентриситета приложения силы, степени вальцовки, температурных напряжений. Однако влияние величины натяжения пил на частоты собственных колебаний является определяющим. Для проверки этого положения нами экспериментально изучена зависимость частоты собственных колебаний пил от величины натяжения усилия и эксцентриситета линии натяжения при случайных значениях степени вальцовки. При этом была принята следующая методика исследования.

В пильную рамку лесорамы РД-75-2 устанавливали постав пил. Исследуемая пила отличалась от остальных только тем, что ее верхний захват имел винтовое натяжное устройство и калиброванный участок. Натяжное устройство необходимо для плавного регулирования натяжения пилы, а калиброванный участок стержня этого устройства (с наклеенными на него проволочными датчиками сопротивления) служил упругим чувствительным элементом для измерения силы натяжения пилы. Исследуемые пилы устанавливали с различными эксцентриситетами (от 0 до 0,35) и разными уклонами. Пилам придавали значения натяжения от нулевого до максимального.

При каждой установке измеряли силу натяжения пилы и частоту ее собственных колебаний. Силу определяли прибором (для измерения статических деформаций) ИД-59, воспринимающим и регистрирующим сигналы от проволочных датчиков сопротивления, наклеенных на калиброванный участок натяжного устройства. Этот прибор представляет собой балансный мост переменного тока, снабженный усилителем, индикатором и устройством наводки индикатора на нуль, с батарейным питанием. Погрешность измерения силы (с риском 0,26%) не превышала  $\pm 6\%$ .

Частоты собственных колебаний пилы определяли частотомером ИНА-3 (разработанным Свердловским научно-исследовательским институтом строительства и серийно выпускаемым учебно-производственными мастерскими Свердловского электро-механического техникума). Техническая характеристика этого частотомера: 1) диапазон измеряемых частот от 3 до 500 *гц* с поддиапазонами — 3—20, 3—50, 3—100 и 3—500 *гц*; 2) погрешность измерения частоты не выше  $\pm 1,5\%$  от полного значения шкалы поддиапазона в интервале температур  $(+30) \div (-10)^\circ\text{C}$ ; 3) питание прибора — от одной батарейки карманного фонаря типа 3,7 ФМЦ-0,5; 4) время, затрачиваемое на одно измерение, 10—15 *сек*; 5) датчик, включенный на вход частотомера, электромагнитного типа, поэтому метод измерения частот колебаний — бесконтактный. Расстояние датчика до колеблющегося объекта 1—20 *мм*. Прибор регистрирует частоты колебаний преобладающей интенсивности; 6) количество измерений с одним комплектом питания — свыше 10 000; 7) габариты прибора 110 × 110 × 200 *мм*; 8) вес 2,15 *кг*.

На рис. 1 точками показаны зависимости частот собственных колебаний пилы (по впадинам зубьев ширина 160 *мм*, по выступам — 180 *мм*, толщина 2,0 *мм*, расстояние между зажимами 1300 *мм*) от силы натяжения, полученные экспериментально при различных смещениях линии действия силы от оси пилы. Колебания пилы возбуждались

\* В экспериментах принимал участие Г. Лютов.

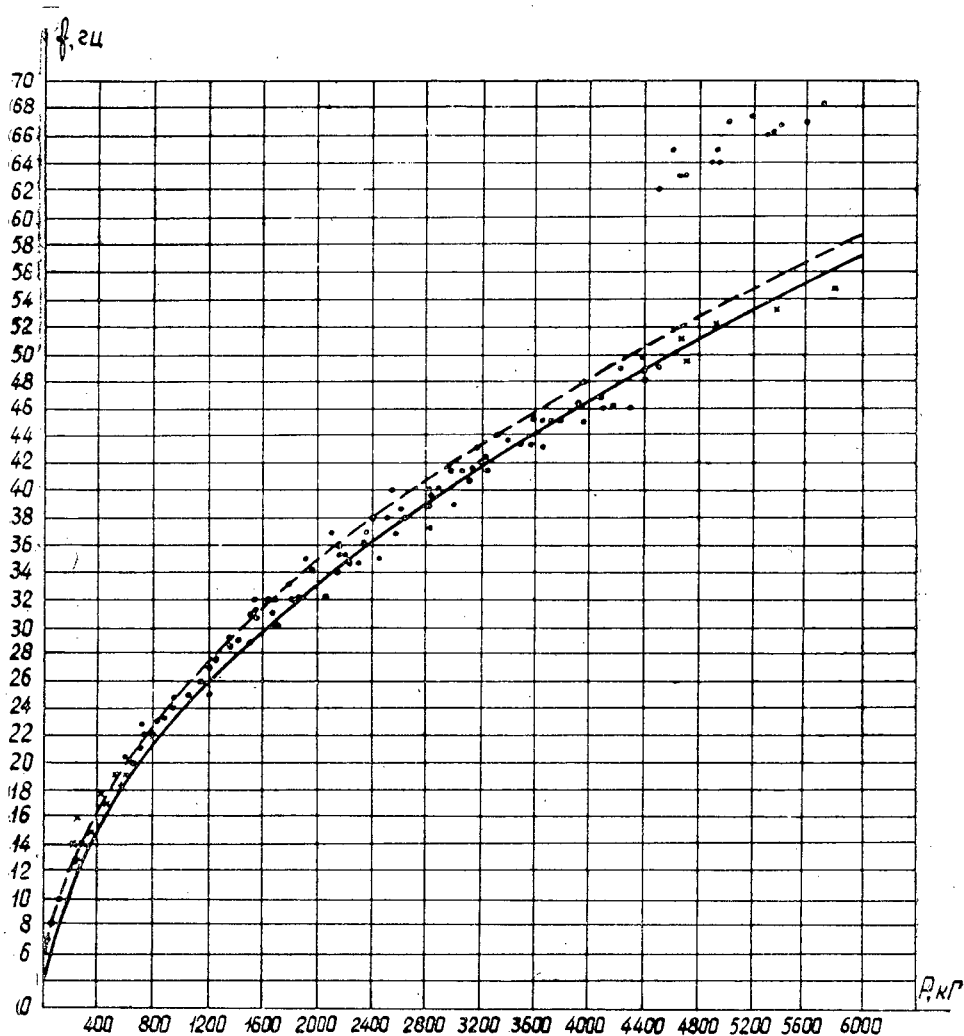


Рис. 1. График зависимости частот собственных колебаний пилы с наибольшими амплитудами от усилий натяжения.

при оттягивании ее палочкой (щипком) у выступов зубьев посередине высоты пилы. В этой же точке измеряли частоты колебаний.

В области малых сил натяжения ( $\sigma_{cp} \leq 1,5 \div 2 \text{ кг/мм}^2$ ) частоты собственных колебаний, регистрируемые прибором, неустойчивы; в области больших сил ( $\sigma_{cp} = 18 \text{ кг/мм}^2$  и более) преобладают (по амплитуде) крутильные колебания пилы, которые по сравнению с поперечными имеют большую частоту собственных колебаний. В области рабочих сил натяжения частоты собственных поперечных колебаний стабильны. Крутильные колебания пилы относительно линии натяжения были обнаружены при перемещении датчика частотомера по ширине пилы от режущей кромки к задней. Если у вершин зубьев по интенсивности преобладают поперечные колебания, то частота, регистрируемая прибором в любой точке по ширине пилы, постоянна; если преобладают крутильные колебания, то показания прибора меняются: у кромок пилы регистрируются крутильные колебания, около линии натяжения — поперечные.

Эксцентриситет линии натяжения сильно влияет на частоту крутильных колебаний и слабо — на частоту поперечных колебаний. Аналогичные результаты получены при исследовании пил других размеров.

При принятых в практике лесопиления эксцентриситетах линии натяжения и степенях вальцовки в области малых сил натяжения (до среднего напряжения 6—7,5 кг/мм<sup>2</sup>) экспериментальные значения частот собственных поперечных колебаний рамных пил вполне удовлетворительно описываются формулой (1) для определения низшей частоты поперечных колебаний растянутой балки с защемленными концами. В области больших сил натяжения (при среднем напряжении свыше 6—7,5 кг/мм<sup>2</sup>) лучшее приближение к эксперименту дает формула (2) для определения частоты колебаний растянутой балки на шарнирных опорах. Это объясняется, вероятно, влиянием упругих деформаций разлук при больших частотах колебаний пил.

На рис. 1 показаны теоретические зависимости низшей частоты поперечных колебаний пилы от усилий натяжения для балки на шарнирных опорах (сплошная линия) по формуле (2) и для балки с защемленными опорами (пунктирная линия) по формуле (1)

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{P}{q}} \left[ 1 + \frac{2}{l} \sqrt{\frac{EI}{P}} + \left( 4 + \frac{\tau^2}{2} \right) \frac{EI}{Pl^2} \right]; \quad (1)$$

$$f = \frac{\tau}{2} \sqrt{\frac{EI}{ql^4}} \sqrt{1 + \frac{Pl^2}{\tau^2 EI}}, \quad (2)$$

где  $f$  — частота собственных колебаний,  $гц$ ;  
 $E$  — модуль упругости материала пилы,  $кг/мм^2$ ;  
 $q$  — масса единицы длины пилы,  $кг\text{сек}^2/мм$ ;  
 $I$  — момент инерции сечения пилы,  $мм^4$ ;  
 $l$  — расстояние между зажимами,  $мм$ ;  
 $P$  — сила натяжения пилы,  $кг$ .

Формула (2) наиболее точно соответствует экспериментальным данным при больших силах натяжения. По этой формуле можно определить силу натяжения, исходя из частоты собственных поперечных колебаний пилы, но невозможно найти напряжение в передней кромке пилы, зависящее не только от натяжения, но и от эксцентриситета и вальцовки.

В выражение (2) подставим следующие величины:

$$E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ кг/мм}^2; \quad I = \frac{B \cdot S^3}{12} \text{ мм}^4; \quad q = \frac{1 \cdot B \cdot S \cdot \gamma}{g} \frac{\text{кгсек}^2}{\text{мм}},$$

где  $\gamma$  — удельный вес стали, равный  $7,85 \cdot 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$ ;  
 $g = 9,810 \text{ мм/сек}^2$ ;

$B$  — ширина пилы по серединам зубьев,  $мм$ ;

$S$  — толщина пилы,  $мм$ .

После некоторых преобразований получим

$$f = \frac{1,77 \cdot 10^4}{l} \sqrt{\frac{P}{B \cdot S} + \left( 130 \frac{S}{l} \right)^2}; \quad (3)$$

$$P = BS \left[ \left( \frac{lf}{1,77 \cdot 10^4} \right)^2 - \left( 130 \frac{S}{l} \right)^2 \right]. \quad (4)$$

По формуле (3) можно определить контрольную частоту поперечных колебаний рамной пилы, исходя из нормативной силы натяжения и известных параметров пилы, а по формуле (4) — фактическую силу натяжения пилы, исходя из измеренной частоты ее собственных поперечных колебаний.

На основании выражений (3) и (4) построена номограмма для определения среднего напряжения в пиле  $\left( \sigma_{ср} = \frac{P}{BS} \right)$  по частоте ее

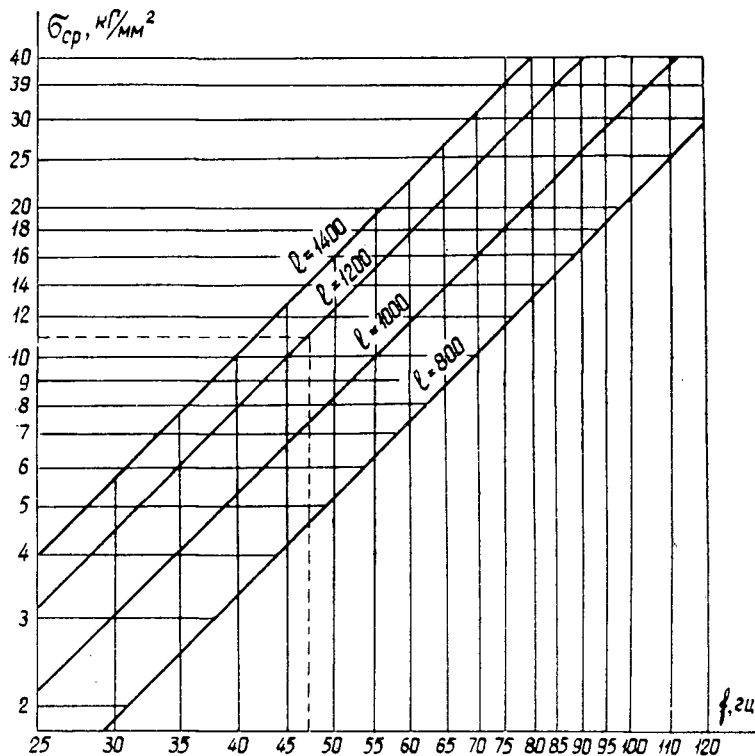


Рис. 2.

собственных поперечных колебаний  $f$  и свободной длине  $l$  (рис. 2). По найденному напряжению и известным размерам сечения пилы легко определить фактическую силу натяжения  $P = BS\sigma_{ср}$ . С помощью этой номограммы можно решить и обратную задачу — определить контрольную частоту колебаний по начальной силе натяжения.

Предлагаемый метод контроля натяжения рамных пил по частоте их собственных поперечных колебаний с успехом используют для контроля натяжения арматуры при изготовлении предварительно напряженных железобетонных конструкций. Частотомер ИНА-3 широко применяют для измерения частот собственных колебаний стержней арматуры, его рекомендуют также для контроля натяжения рамных пил.

На производстве рамщик определяет по номограмме (в зависимости от толщины, ширины, свободной длины и необходимого натяжения) контрольную частоту собственных колебаний пил, устанавливает постав пил, затем включает прибор и легким ударом или щипком в середине пилы по высоте возбуждает колебания и приближает датчик на расстояние 1—20 мм к колеблющемуся полотну пилы. При этом стрелка прибора отклонится и будет удерживаться на одном и том же делении шкалы, пока колебания не затухнут (шкала проградуирована в герцах). По определенной таким образом частоте колебаний пилы рамщик может судить о достаточности или недостаточности натяжения. По номограмме при необходимости можно определить и фактическое усилие натяжения.



УДК 62—229.7

## РАСЧЕТ СКОРОСТИ БРЕВНОТАСКИ

**Н. С. КРУТИКОВ**

(Архангельский лесотехнический институт)

При расчете скорости движения цепи бревнотасок обычно исходят из условия соответствия или некоторого превышения их производительности над максимальной производительностью ведущего бревнопильного оборудования.

При выборе оптимальной скорости бревнотаски нужно исходить из принципа синхронизации работы транспортного устройства и станка.

В условиях поточного производства для бесперебойной работы системы бревнотаска — лесопильная рама необходимо, чтобы рабочие циклы распиловки бревна в бревнопильном станке ( $T_{ц.лр}$ ) и выдачи бревна транспортным устройством ( $T_{ц.бр}$ ) были равны

$$T_{ц.лр} = T_{ц.бр} \quad (1)$$

При распиловке без межторцовых разрывов величину  $T_{ц.лр}$  (все подготовительные операции произведены за время распиловки предыдущего бревна) определяем из выражения

$$T_{ц.лр} = \frac{l_{бр}}{U_p}, \quad (2)$$

где  $l_{бр}$  — длина бревна;  
 $U_p$  — скорость распиловки.

При установившейся работе расстояния между грузами на бревнотаске  $L$  представляют сумму линейных величин длины бревна  $l_{бр}$  и межторцового разрыва  $x$

$$L = l_{бр} + x. \quad (3)$$

Для удобства сбрасывания бревен с бревнотаски желательно, чтобы между бревнами был некоторый минимальный межторцовый разрыв  $x = 0,3$  м. Из-за отсутствия механизации загрузки бревен на цепь бревнотаски величина межторцового разрыва часто превышает рекомендуемую.

Рабочий цикл выдачи транспортером одного бревна

$$T_{ц.бр} = t_l + t_x, \quad (4)$$

где  $t_l$  — время транспортирования бревна на его длину;  
 $t_x$  — время холостого перемещения цепи бревнотаски.

Чтобы определить значение  $t_x$ , обратимся к циклограмме загрузки бревнотаски (рис. 1). На рисунке обозначено:  $t'_l$  — время транспортирования бревна из зоны загрузки, в течение которого не могут выполняться операции по подготовке к загрузке последующего бревна;  $t''_l$  — время транспортирования бревна из зоны загрузки, в течение которого операции по подготовке к загрузке последующего бревна могут выполняться;  $t_n$  — время подготовительных операций к загрузке одного

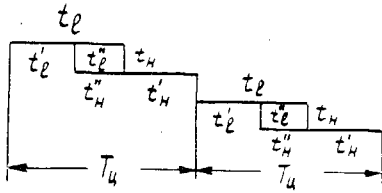


Рис. 1.

перекрытое временем транспортирования предыдущего бревна (время насадки бревна).

Очевидно,

$$t'_n = t_x, \quad (5)$$

тогда уравнение (4) можно переписать так:

$$T_{ц. бр} = t_l + t'_n. \quad (6)$$

Неперекрытое время подготовительных операций (время насадки) можно сократить увеличением степени совмещения времени подготовительных операций со временем транспортирования предыдущего бревна, а также механизацией и автоматизацией операций подгонки и насадки бревна.

Подставим в уравнение (1) значения величин циклов из приведенных выражений (2) и (6), а величину времени транспортирования бревна из зоны загрузки выразим через частное от деления длины бревна на потребную скорость бревнотаски

$$t_l = \frac{l_{бр}}{V_6}, \quad (7)$$

тогда уравнение системы бревнотаска — лесорама можно записать в следующем виде:

$$\frac{l_{бр}}{U_p} = \frac{l_{бр}}{V_6} + t'_n. \quad (8)$$

Решая равенство (8) относительно  $V_6$ , получим формулу для определения потребной скорости бревнотаски

$$V_6 = \frac{l_{бр} U_p}{l_{бр} - t'_n U_p}. \quad (9)$$

Из выражения (9) видно, что скорость хода цепи бревнотаски пропорциональна скорости распиловки в бревнопильном станке и времени насадки бревна на цепь бревнотаски и обратно пропорциональна длине распиливаемых бревен.

Очевидно, при  $t'_n \rightarrow 0$  и  $V_6 \rightarrow 0$ . Поэтому при конструировании транспортных устройств для подачи бревен в лесопильный цех стремятся сократить неперекрытое время подготовительных операций  $t'_n$  путем механизации и автоматизации загрузки бревнотаски.

При механизированном или автоматизированном способе загрузки бревнотаски величина времени насадки одного бревна обусловлена технической характеристикой загрузочного устройства.

Если считать, что бревнотаска полностью обеспечена сырьем, то  $t'_n$  зависит, в основном, от количества бревнотасок, обслуживаемых одним зарочиком, от диаметра бревен и состояния бревнотасок.

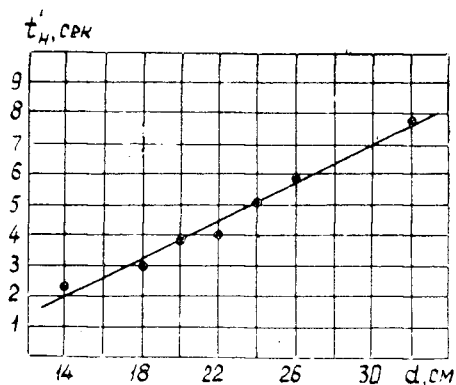


Рис. 2. График зависимости времени насадки бревен на бревнотаску от диаметра загружаемых бревен.

На Архангельском ЛДК нами были произведены хронометражные наблюдения для выявления величины времени насадки  $t'_н$  в производственных условиях при ручной загрузке бревнотаски. Бревна загружал один зарочник на две стандартные бревнотаски типа БА-3.

Статистическая обработка предварительных наблюдений показала, что вариационный коэффициент полученных при измерении величин находится в пределах 25—28%. Для получения достаточного уровня достоверности (до 95%) и допустимой ошибки  $\pm 5\%$  по номограмме определено число наблюдений (100) для каждого диаметра бревен. Результаты представлены на рис. 2.

Аналитическую зависимость времени насадки бревна от диаметра загружаемых бревен в пределах наблюдений (с допустимой для практики точностью) можно выразить формулой

$$t'_н = 0,3d - 2,0 \text{ сек}, \quad (10)$$

где  $d$  — диаметр транспортируемых бревен, см.

При расчете скорости движения цепи транспортера необходимо ориентироваться на наиболее тяжелые условия транспортирования. В этом случае максимальную скорость бревнотаски ( $V_{б \max}$ ) определяют из выражения

$$V_{б \max} = \frac{l_{бр \min} U_{р \max}}{l_{бр \min} - t'_{н \max} U_{\max}}. \quad (11)$$

На графике (рис. 3), построенном на основании формулы (9), представлены кривые зависимости скорости бревнотаски от времени насадки (загрузки) и длины пиловочных бревен (ГОСТ 1047—51) при скоростях распиловки (6,3; 13,5 и 21,6 м/мин), соответствующих максимальным скоростям лесопильных рам.

Из формул (9) и (11) и рис. 3 видно, что для потоков, специализированных на распиловке бревен группы диаметров, скорость бревнотаски следует назначать в соответствии с максимальной скоростью распиловки бревен наименьшего диаметра и с наибольшим временем насадки.

Возможное время запаздывания в подаче одного бревна определяем как разность между временем рабочих циклов транспортера и станка

$$t_з = T_{ц.бр} - T_{ц.лр}. \quad (12)$$

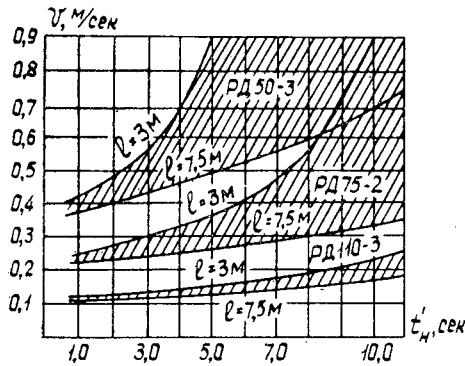


Рис. 3.

После подстановки в это уравнение значений рабочих циклов и межторцового расстояния из формул (2), (6) и (7) и после преобразования выражение (12) можно записать в следующем виде:

$$t_3 = t'_н + l_{6p} \left( \frac{1}{V_6} - \frac{1}{U_p} \right). \quad (13)$$

О величине потерь времени из-за запаздывания подачи бревен (при практических значениях времени насадки) можно судить по следующему расчету.

При распиловке (на лесопильной раме типа РД-50-3) бревен диаметром  $d = 18$  см, длиной  $l_{6p} = 6,0$  м с наибольшей конструктивной посылкой  $\Delta = 60$  мм (число оборотов рамы  $n = 360$  об/мин), при скорости движения цепи бревнотаски  $V_6 = 0,5$  м/сек и времени насадки  $t'_н = 7,0$  сек величина запаздывания подачи (по времени) одного бревна

$$t_3 = 7,0 + 6,0 \left( \frac{1}{0,5} - \frac{1}{0,36} \right) = 2,3 \text{ сек.}$$

За семичасовую смену суммарные потери времени

$$T_3 = \frac{T t_3 k}{t} = \frac{420 \cdot 2,3 \cdot 0,93}{19} = 47 \text{ мин.}$$

где  $T_3$  — продолжительность суммарного времени потерь за смену, мин;

$T$  — продолжительность смены, мин;

$k$  — коэффициент использования лесорамы, принят равным 0,93;

$t$  — продолжительность распиловки бревна, включая время запаздывания подачи бревна.

$$t = \frac{l_{6p}}{U_p} + t_3 = \frac{6,0}{0,36} + 2,3 = 19 \text{ сек.}$$

На основании формулы (13) построен график (рис. 4) зависимости времени запаздывания подачи бревна ( $l = 6$  м) от времени насадки (загрузки) и скорости хода цепи бревнотаски для случая распиловки со скоростью 0,36 м/сек (максимальная скорость распиловки в лесопильной раме типа РД-50-3).

Из уравнения бесперебойной работы системы бревнопильный станок — транспортер подачи для конкретных условий распиловки и транспортирования можно определить предельные значения величин скорости распиловки, времени насадки и длины бревен, при которых еще возможна работа бревнопильного станка без простоев

$$U_p \leq \frac{l_{6p} V_6}{l_{6p} + t'_н \cdot V_6}; \quad (14)$$

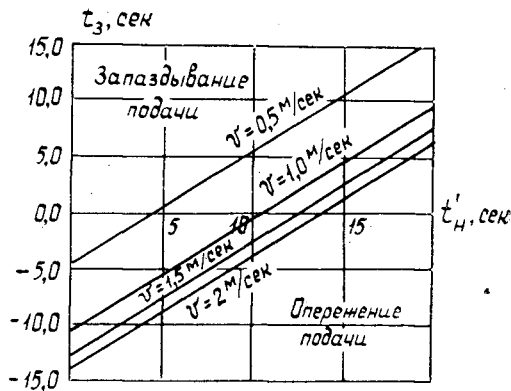


Рис. 4.

$$t'_n \leq \frac{l_{бр} (V_6 - U_p)}{U_p \cdot V_6}; \tag{15}$$

$$l_{бр} \leq \frac{t'_n \cdot U_p \cdot V_6}{V_6 - U_p}. \tag{16}$$

Анализ показывает, что скорость хода цепи бревнотасок типа БА-2, БА-3 и БА-4 недостаточна для обеспечения своевременной подачи бревен к быстроходным лесопильным рамам.

Выпуск бревнотасок со скоростями, рассчитанными для потоков, специализированных на распиловке бревен группы диаметров, позволит ликвидировать простой бревнопильного оборудования из-за несвоевременной доставки сырья в цех, увеличить производительность лесопильного потока, снизить расход электроэнергии, уменьшить изнашиваемость деталей и узлов, сократить время и расходы на ремонты.

Поступила 14 апреля 1966 г.

УДК 674.815—41

## ОБ ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

**С. И. ФРУМИНА**

(Сибирский технологический институт)

Вопросу влияния различных факторов на механические характеристики древесностружечных плит посвящено значительное число исследований. В большинстве из них рассматривается зависимость предела прочности (при статическом изгибе) и ударной вязкости от одного или нескольких факторов, взятых независимо друг от друга. Однако наибольший интерес представляет изучение зависимости физико-механических свойств древесностружечных плит от совокупности факторов в их взаимосвязи и взаимодействии.

Один из методов решения этого вопроса — построение математико-статистической модели зависимости физико-механических свойств плит от типов древесных частиц, качества и количества связующего, параметров прессования. В последнее время широкое распространение получило применение способов математической статистики (в частности метода множественной корреляции [1]) для установления связи между факторами, определяющими какое-либо явление или процесс (особенно в связи с использованием электронно-вычислительных машин).

Для оценки сравнительного влияния различных факторов на предел прочности при статическом изгибе и ударную вязкость трехслойных древесностружечных плит мы применили метод ранговой корреляции [2]. Этот метод представляет собой попытку оценить влияние различных факторов на исследуемый процесс на основе априорных сведений, полученных от группы специалистов.

Исследователям, принадлежащим к разным школам, предлагали ответить на вопрос о степени влияния различных факторов на процесс, служащий объектом исследования. Факторам приписывали ранги (порядковые номера) 1, 2, 3, ...,  $n$  в зависимости от величины вносимого ими в процесс вклада. Чем выше ранг фактора, тем меньше степень влияния его на процесс. Если специалист не мог четко разделить два или несколько факторов по степени их значимости, то всем им приписывали одинаковый ранг, равный среднему арифметическому порядковых номеров этих факторов. Такой ранг назван «связанным». Так, если 3 и 4 факторы обладали одинаковой степенью влияния на процесс, то каждому из них приписывали связанный ранг, равный 3,5.

Результаты опроса специалистов сведены в табл. 1.

Сравнительную степень влияния отдельных факторов определяли в соответствии с суммой рангов, присвоенных этому фактору всеми исследователями.

Согласованность мнений различных исследователей определяли с помощью коэффициента конкордации  $W$ , вычисляемого по формуле

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m\sum T_k^2},$$

Таблица 1

| Факторы | Исследователи |          |           |          |
|---------|---------------|----------|-----------|----------|
|         | 1             | 2        | ... j ... | m        |
| $A_1$   | $a_{11}$      | $a_{12}$ | ...       | $a_{1m}$ |
| $A_2$   | $a_{21}$      | $a_{22}$ | ...       | $a_{2m}$ |
| ...     | ...           | ...      | ...       | ...      |
| $A_i$   | $a_{i1}$      | $a_{i2}$ | ...       | $a_{im}$ |
| ...     | ...           | ...      | ...       | ...      |
| $A_n$   | $a_{n1}$      | $a_{n2}$ | ...       | $a_{nm}$ |

Примечание. Здесь  $A_i$  — фактор;  $a_{ij}$  — ранг, приспанный  $i$ -тым исследователем  $j$ -тому фактору;  $m$  — число исследователей;  $n$  — число исследуемых факторов.

$$\text{где } S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^n a_{ij} - L \right)^2;$$

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}}{n};$$

$$T_k = \sum_l (t_l^3 - t_l).$$

Здесь  $t_l$  —  $l$ -тое число одинаковых рангов в  $k$ -том ранжировании; суммы  $T_k$  подсчитывали для всех тех опрошенных исследователей, у которых оказались связанные ранги. Возрастание коэффициента конкордации  $W$  от 0 до 1 указывало на увеличение степени согласованности во мнениях специалистов;  $W$ , равное 0, означало полную несогласованность,  $W$ , равное 1, — полное совпадение мнений специалистов.

Существенность коэффициента конкордации устанавливали при помощи критерия  $\chi^2_W$ , который вычисляли по формуле

$$\chi^2_W = \frac{12S}{mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum T_k}.$$

Если величина  $\chi^2_W$  больше табличного значения  $\chi^2_p$  при одном и том же  $n$ , то коэффициент конкордации  $W$  является существенным с вероятностью  $P$  (то есть с этой вероятностью коэффициент  $W$  можно использовать для оценки согласованности мнений исследователей).

В результате опроса группы специалистов по древесностружечным плитам (работающих на различных предприятиях и в научно-исследовательских учреждениях Москвы, Ленинграда и Красноярска) получены данные, по которым составлена таблица рангов для двадцати факторов, влияющих на предел прочности при статическом изгибе и на ударную вязкость трехслойных древесностружечных плит (табл. 2).

Такие факторы как удельное давление прессования и фракционный состав стружки были внесены несколькими исследователями в дополнение к таблице, предложенной автором.

| Факторы  | И с с л е |      |    |     |      |
|--|-----------|------|----|-----|------|
|  | 1         | 2    | 3  | 4   | 5    |
| Длина стружки наружных слоев .   | 2         | 1    | 6  | 5   | 5    |
| Ширина стружки наружных слоев  | 11        | 5    | 8  | 6,5 | 14,5 |
| Толщина стружки наружных слоев   | 3         | 4    | 9  | 4   | 2    |
| Влажность стружки наружных слоев . . . . .   | 5         | 6    | 10 | 14  | 5    |
| Длина стружки внутреннего слоя   | 12        | 12   | 7  | 11  | 14,5 |
| Ширина стружки внутреннего слоя . . . . .  | 13        | 17   | 11 | 12  | 14,5 |
| Толщина стружки внутреннего слоя . . . . .   | 18        | 15,5 | 12 | 10  | 14,5 |
| Влажность стружки внутреннего слоя . . . . .   | 14        | 11   | 13 | 9   | 14,5 |
| Объемный вес плиты . . . . .   | 1         | 3    | 1  | 3   | 2    |
| Отношение весов стружки внутреннего и наружных слоев . . . . .                         | 15        | 8    | 16 | 2   | 14,5 |
| Концентрация связующего . . . . .  | 6         | 14   | 4  | 20  | 9    |
| Вязкость связующего . . . . .  | 7         | 15,5 | 5  | 19  | 9    |
| Количество связующего в наружных слоях . . . . .                                       | 4         | 2    | 2  | 1   | 2    |
| Количество связующего во внутреннем слое . . . . .                                     | 17        | 18   | 3  | 8   | 9    |
| Отношение веса отвердителя к весу связующего . . . . .                                 | 8         | 19   | 17 | 16  | 9    |
| Температура прессования . . . . .  | 9         | 10   | 15 | 18  | 5    |
| Время прессования . . . . .  | 10        | 13   | 14 | 17  | 9    |
| Количество воды на 1 м <sup>2</sup> плиты (при прессовании с паровым ударом) . . . . . | 15        | 9    | 18 | 15  | 18   |
| Удельное давление прессования  | 19        | 7    | 19 | 13  | 19   |
| Фракционный состав стружки . . . . .   | 20        | 20   | 20 | 6,5 | 20   |

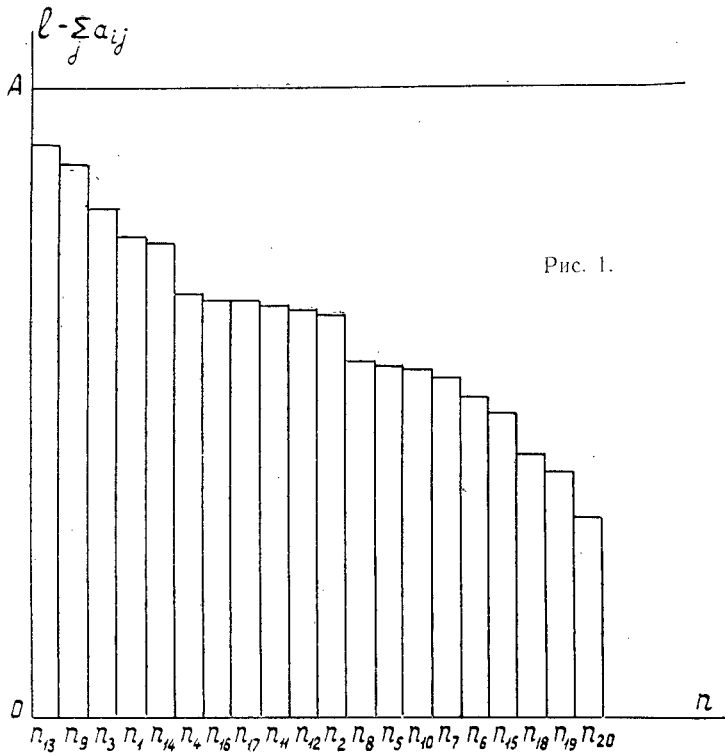
Математическая обработка табл. I доказала, что по сравнительной степени влияния на исследуемые механические характеристики факторы можно расположить (в соответствии с суммарными рангами) в следующем порядке.

1. Количество связующего в наружных слоях.
2. Объемный вес плиты.
3. Толщина стружки наружных слоев.
4. Длина стружки наружных слоев.
5. Количество связующего во внутреннем слое.
6. Влажность стружки наружных слоев.
7. Температура прессования.
8. Время прессования.
9. Концентрация связующего.
10. Вязкость связующего.
11. Ширина стружки наружных слоев.
12. Влажность стружки внутреннего слоя.
13. Длина стружки внутреннего слоя.
14. Отношение весов стружки внутреннего и наружных слоев.
15. Толщина стружки внутреннего слоя.
16. Ширина стружки внутреннего слоя.
17. Отношение веса отвердителя к весу связующего.
18. Количество воды на 1 м<sup>2</sup> плиты (при прессовании с паровым ударом).
19. Удельное давление прессования.
20. Фракционный состав стружки.



Таблица 2

| дователи |    |    |    |      |    |    | $\sum_{j} a_{ij}$ |
|----------|----|----|----|------|----|----|-------------------|
| 6        | 7  | 8  | 9  | 10   | 11 | 12 |                   |
| 3,5      | 13 | 13 | 12 | 3    | 6  | 8  | 77,5              |
| 5,5      | 15 | 17 | 10 | 11   | 7  | 7  | 117,5             |
| 1        | 10 | 15 | 6  | 1    | 2  | 6  | 63                |
| 2        | 5  | 8  | 8  | 14,5 | 14 | 17 | 108,5             |
| 10       | 14 | 12 | 13 | 14,5 | 15 | 11 | 146               |
| 11       | 16 | 16 | 11 | 14,5 | 16 | 10 | 162               |
| 9        | 11 | 14 | 9  | 14,5 | 17 | 9  | 153,5             |
| 14,5     | 4  | 7  | 7  | 14,5 | 18 | 17 | 143,5             |
| 14,5     | 3  | 5  | 1  | 2    | 1  | 2  | 38,5              |
| 14,5     | 18 | 11 | 12 | 6    | 11 | 15 | 149               |
| 14,5     | 8  | 9  | 14 | 4    | 9  | 3  | 114,5             |
| 14,5     | 9  | 4  | 15 | 5    | 10 | 4  | 117               |
| 3,5      | 2  | 2  | 2  | 7,5  | 3  | 1  | 32                |
| 5,5      | 1  | 1  | 3  | 7,5  | 4  | 5  | 82                |
| 14,5     | 17 | 10 | 16 | 14,5 | 12 | 17 | 170               |
| 7,5      | 6  | 6  | 5  | 9    | 8  | 13 | 111,5             |
| 7,5      | 7  | 3  | 4  | 10   | 5  | 12 | 111,5             |
| 19       | 12 | 18 | 17 | 18   | 19 | 14 | 193               |
| 18       | 19 | 19 | 19 | 19   | 13 | 19 | 203               |
| 20       | 20 | 20 | 20 | 20   | 20 | 20 | 226,5             |



Величина коэффициента конкордации  $W$ , равная 0,543, указывает на достаточную согласованность мнений исследователей. Произведя вычисления, определяем  $\chi^2_W = 123,7$ .

Коэффициент конкордации с вероятностью, большей 0,99, достоверен. Действительно, найденное для нашего случая значение  $\chi^2_W = 123,7$  превышает табличную величину  $\chi^2_{0,99} = 37,566$  при  $n = 20$ .

Результаты ранжирования 20 факторов представлены в виде графика (рис. 1). На оси абсцисс отложены факторы  $n_i$  в порядке убывания их значимости, на оси ординат — величины  $l - \sum_j a_{ij}$  ( $l$  — длина отрезка  $OA$ ).

Из графика видно, что все исследуемые факторы можно разбить на несколько групп. В первую входят наибольшие по значимости факторы: содержание связующего в наружных слоях, объемный вес плиты, толщина стружки наружных слоев, длина стружки наружных слоев, содержание связующего во внутреннем слое.

Далее значимость факторов падает довольно резко. Интересно отметить, что вклад, вносимый параметрами прессования (температура, время) и качеством связующего (концентрация, вязкость), приблизительно одинаков. Очевидно, часть этих факторов можно не учитывать.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ф. Миллс. Статистические методы. Госстатиздат, М., 1958. [2]. В. В. Налимов, Н. А. Чернова. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965.

Поступила 28 марта 1967 г.

УДК 634.0.865

## ПЛАСТИКИ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ ИЗ ОСИНОВЫХ ОПИЛОК

**В. В. ДАНИЛОВ, В. Н. ПЕТРИ**

(Уральский лесотехнический институт)

Сотрудники Проблемной лаборатории древесных пластиков института доказали возможность получения плитных материалов из древесных частиц нескольких пород (лиственница, сосна, береза, ель) и дробленых лесосечных отходов без добавления связующих. Эти материалы, принцип изготовления которых основан на использовании реакционной способности компонентов самой древесины, получили название лигноуглеводных древесных пластиков [1], [2], [4], [5].

Нами проведены исследования с целью установления возможности получения пластиков из древесных частиц осины без добавления связующих веществ. Для опытов брали осиновые опилки без примеси коры, просеянные через сито (с размером ячеек  $7 \times 7$  мм) для отделения крупных частиц. Затем опилки сушили в экспериментальной сушилке (для сушки древесных частиц в кипящем слое) [3] до требуемой влажности, которую контролировали весовым методом.

Подготовленную прессмассу, дозированную по весу, насыпали в деревянную рамку на металлический поддон, смазанный машинным маслом, и подпрессовывали вручную. Подготовленный ковер сверху покрывали предварительно смазанным металлическим поддоном.

Плиты прессовали в гидравлическом одноэтажном прессе П-474 с рабочим усилием 100 Т, с электрообогревом и водяным охлаждением рабочих плит. Продолжительность горячего прессования составляла 1 мин/мм толщины готовой плиты. После прессования плиты охлаждали до  $20^\circ\text{C}$  без снятия давления, на что требовалось 25—30 мин. В процессе охлаждения снимаются внутренние напряжения в пластике и устраняется возможность образования лузгрей. Опытным путем установлено, что для этого наиболее благоприятна температура  $20^\circ\text{C}$ . Толщина готовых плит 10 мм.

Полученные плиты кондиционировали в комнатных условиях в течение 5 и 30 суток, после чего испытывали по ГОСТу 10632—63 «Плиты древесностружечные». Цель исследования — определить оптимальную влажность сырья и температуру прессования. Влажность прессматериала изменяли от 9 до 29%. Плиты прессовали при 160, 170, 180 и  $190^\circ\text{C}$  и давлении прессования  $25 \text{ кг/см}^2$ . Результаты исследований, проведенных через 5 суток после запрессовки пластиков, представлены в табл. 1.

Таким образом, нами доказана возможность получения лигноуглеводных пластиков из осиновых опилок с высокими показателями физико-механических свойств. Оптимальная температура прессования  $180^\circ\text{C}$ . Соответствующая этой температуре влажность 16—18%. При этих условиях получены пластики со следующими показателями: предел прочности при статическом изгибе 170—180  $\text{кг/см}^2$ ; объемный вес 1,24—1,25  $\text{г/см}^3$ ; разбухание за 24 часа 8—12%; водопоглощение за 24 часа 10—14%. Режим изготовления этих пластиков отличается от

Таблица 1

| Влажность<br>исходного<br>материала,<br>% | Темпера-<br>тура<br>прессов-<br>вания,<br>°С | Физико-механические показатели пластиков |   |                                |   |  |
|---|--|--|---|--------------------------------|---|--|
|   |  | объемный<br>вес,<br>г/см <sup>3</sup>    | предел проч-<br>ности при<br>статическом<br>изгибе,<br>кг/см <sup>2</sup> | разбухание<br>за 24 часа,<br>% | водопогло-<br>щение<br>за 24 часа,<br>% | влажность<br>в момент<br>испытаний,<br>% |
| 9   | 190  | 1,17                                     | 182,2   | 18,4                           | 25,2                                    | 9,2                                      |
| 11  | 190  | 1,21                                     | 192,9   | 14,1                           | 18,5                                    | 9,1                                      |
| 13  | 180  | 1,22                                     | 176,7   | 20,1                           | 22,3                                    | 11,6                                     |
|   | 190  | 1,23                                     | 190,7   | 9,8                            | 11,1                                    | 13,4                                     |
| 15  | 170  | 1,19                                     | 152,9   | 26,3                           | 34,2                                    | 13,8                                     |
|   | 180  | 1,22                                     | 196,2   | 13,2                           | 17,3                                    | 13,1                                     |
|   | 190  | 1,24                                     | 198,2   | 9,1                            | 10,7                                    | 13,4                                     |
| 16  | 180  | 1,24                                     | 174,3   | 11,3                           | 13,7                                    | 13,6                                     |
| 17  | 160  | 1,18                                     | 108,0   | 29,2                           | 40,5                                    | 12,1                                     |
|   | 170  | 1,20                                     | 128,8   | 25,1                           | 31,3                                    | 13,0                                     |
|   | 180  | 1,25                                     | 180,7   | 9,5                            | 10,4                                    | 14,6                                     |
|   | 190  | 1,25                                     | 174,9   | 6,7                            | 8,0                                     | 15,8                                     |
| 18  | 180  | 1,24                                     | 178,1   | 7,7                            | 9,3                                     | 14,7                                     |
| 19  | 160  | 1,16                                     | 105,5   | 30,2                           | 42,3                                    | 14,8                                     |
|   | 170  | 1,21                                     | 125,6   | 18,6                           | 21,9                                    | 13,4                                     |
|   | 180  | 1,25                                     | 159,7   | 9,1                            | 10,2                                    | 15,5                                     |
|   | 190  | 1,25                                     | 162,9   | 5,8                            | 8,0                                     | 16,2                                     |
| 21  | 160  | 1,17                                     | 89,1  | 26,2                           | 37,8                                    | 14,9                                     |
|   | 170  | 1,20                                     | 109,6   | 14,6                           | 18,8                                    | 16,3                                     |
|   | 180  | 1,25                                     | 132,8   | 7,6                            | 9,0                                     | 16,7                                     |
| 23  | 160  | 1,19                                     | 96,9  | 16,2                           | 20,9                                    | 18,3                                     |
|   | 170  | 1,21                                     | 118,7   | 10,3                           | 13,1                                    | 14,6                                     |
|   | 180  | 1,24                                     | 128,6   | 5,1                            | 7,4                                     | 18,9                                     |
| 25  | 160  | 1,15                                     | 75,8  | 20,4                           | 28,7                                    | 19,9                                     |
|   | 170  | 1,20                                     | 98,3  | 9,0                            | 9,0                                     | 18,1                                     |
| 27  | 170  | 1,20                                     | 90,8  | 8,3                            | 11,3                                    | 22,0                                     |
| 29  | 160  | 1,13                                     | 70,7  | 18,1                           | 26,3                                    | 20,1                                     |
|   | 170  | 1,19                                     | 82,6  | 8,5                            | 11,2                                    | 21,7                                     |

режима, применяемого при получении пластиков из других пород древесины. Следовательно, при изготовлении пластиков к установлению режима следует подходить дифференцированно, учитывая породу древесины.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. А. Вахрушева, В. Н. Петри. Плитные материалы из древесных частиц лиственницы, изготовленные без связующих веществ. Труды Уральского лесотехнического института, вып. 18, сборник трудов Проблемной лаборатории, № 1, 1962.  
 [2]. И. А. Вахрушева, В. Н. Петри. Применение размельченной лиственничной древесины для изготовления пластиков без добавления связующих. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1963. [3]. А. П. Кобыльских. Изучение процессов псевдооживления слоя древесных частиц. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 4, 1966.  
 [4]. Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ за 1964—1965 гг. Уральский лесотехнический институт. Сборник аннотаций докладов, Свердловск, 1966. [5]. З. А. Юсупова, В. Н. Петри. Лигноуглеводные пластики из сосновой стружки с добавлением лиственничной камеди. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 12, 1965.

Поступила 17 апреля 1967 г.

УДК 634.0.813

## РЕЗОНАНСНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

А. М. БОРОВИКОВ

(ЦНИИМОД)

Резонансный метод наиболее пригоден для изучения древесины при различном гидротермическом состоянии, для исследования влияния предварительной технологической обработки (антисептирования, сушки, проварки, пропарки, подпрессовки и т. д.) на упругость и склонность древесины к рассеянию энергии, а также для изучения процесса разрушения древесины грибами и насекомыми, агрессивными средами и атмосферными условиями.

На рис. 1 изображены блок-схема (а), пульт измерений (б) и опорная система (в) экспериментальной резонансной установки, разработанной лабораторией «Древесиноведение» ЦНИИМОДа.

В установке возбуждение и измерение колебаний образца достигается использованием генератора электрических колебаний, двух электромагнитных преобразователей, электронного милливольтметра и частотомера.

Конструкция опорной системы установки рассчитана на одновременное закрепление двенадцати образцов, на которые наклеены тонкие пластинки из мягкого магнитного материала (рис. 1, в). Образцы размерами  $8 \times 15 \times 450$  мм (первый размер в тангенциальном направлении) насаживают на иглы, для чего на середине длины образцов просверливают отверстие, диаметр которого немного меньше диаметра иглы. Датчики колебаний всегда находятся напротив торцов образцов. Возбудители колебаний расположены или аналогично датчикам напротив противоположных торцов образцов или снизу под образцами. В первом случае в образцах возбуждаются нечетные гармоники продольных колебаний, а во втором — четные обертоны изгибных. Для последовательного подключения возбуждателей и датчиков колебаний соответственно к генератору электрических колебаний и к электронному милливольтметру в пульте измерений предусмотрены коммутаторные рамки.

Для обеспечения возможности суждения о физической природе рассеяния энергии древесиной установка имеет систему регистрации затухающих колебаний, состоящую из электронного осциллографа, фотоаппарата, шлейфового осциллографа и синхронизатора. Принципиальная схема синхронизатора системы изображена на рис. 2. Для регистрации затухающих колебаний с частотой свыше  $1$  кГц путем фотографирования с экрана электронного осциллографа тумблер  $IT$  должен быть поставлен в положение, показанное на рисунке. Чтобы записать затухающие колебания на шлейфовый осциллограф, достаточно переключить тумблер  $IT$  в противоположное положение. В обоих случаях затухающие колебания регистрируют путем нажатия на кнопку  $K$ .

Последующая расшифровка осциллограмм, заключающаяся в измерении амплитуд затухающих колебаний и в построении графика

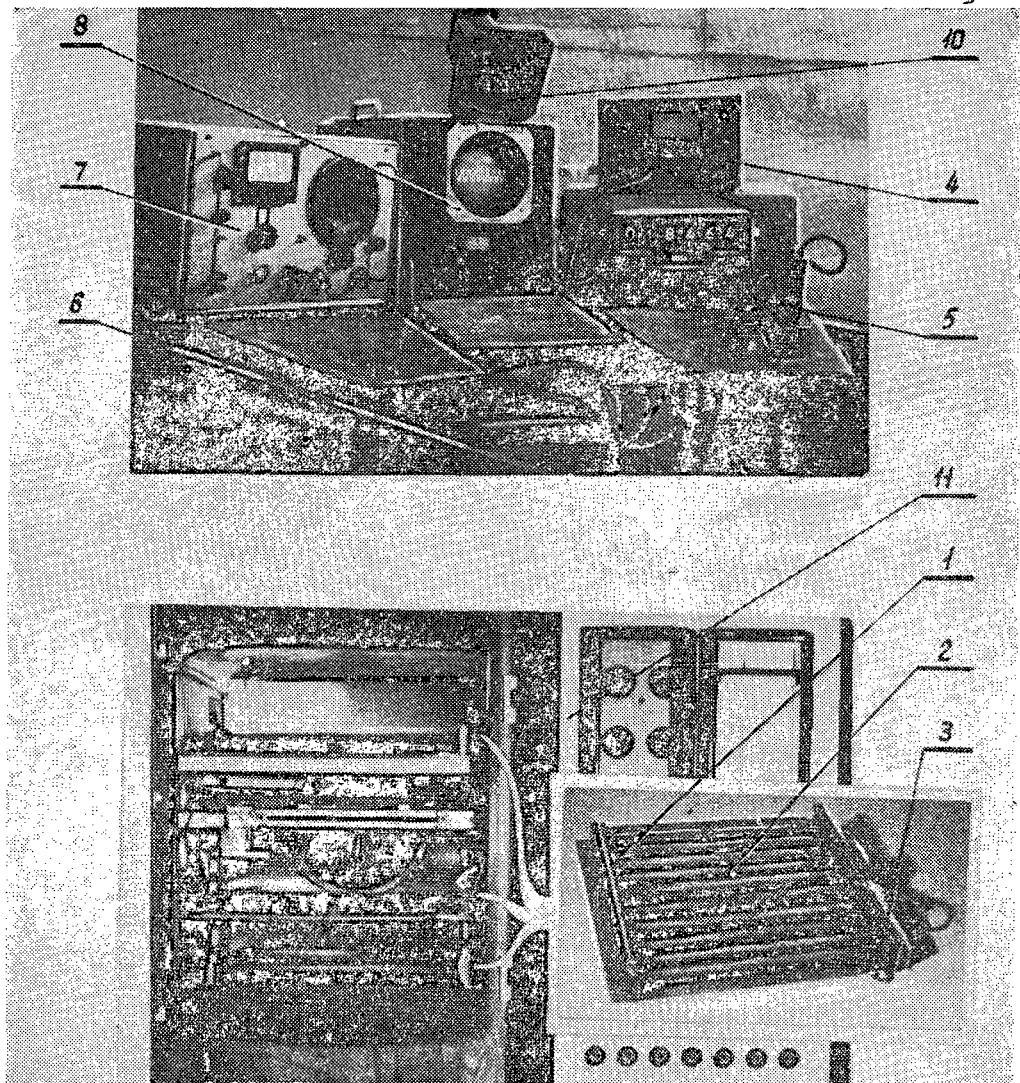
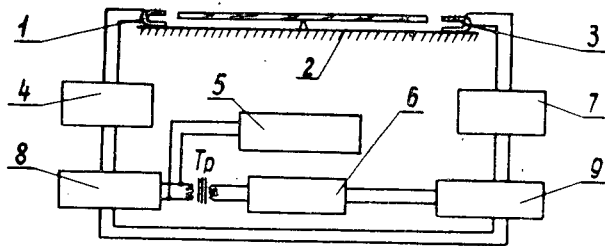


Рис. 1.

1 — датчик колебаний (электромагнитная система наушника ТОН-2); 2 — опорная система; 3 — возбудитель колебаний (электромагнитная система телефонного капсюля ТК-47); 4 — индикатор резонанса (милливольтметр электронный ВЗ-3); 5 — частотомер с цифровым отсчетом Ф519; 6 — осциллограф шлейфовый Н107; 7 — генератор электрических колебаний ГЗ-33; 8 — осциллограф электронный С1-9; 9 — синхронизатор системы регистрации затухающих колебаний; 10 — фотонасадка; 11 — климатическая камера типа 3001 фирмы «Фойтрон» (ГДР).

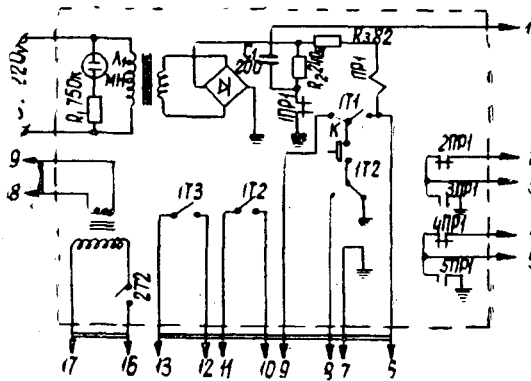


Рис. 2.

1 — синхронизация развертки электронного осциллографа; 2, 4 — возбудитель электрических колебаний; 3, 5 — генератор электрических колебаний; 6, 7 — контакты шлейфового осциллографа для управления внешней схемой; 8, 9 — съемка; 10, 11 — двигатель шлейфового осциллографа; 12, 13 — форсировка накала; 16, 17 — вертикальные пластины электронного осциллографа; 18, 19 — шлейф.

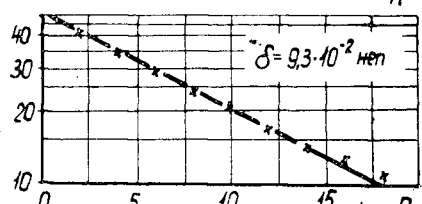
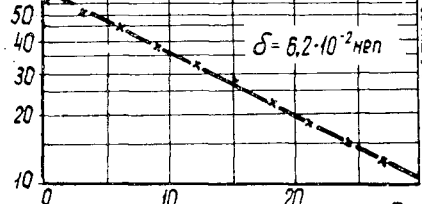
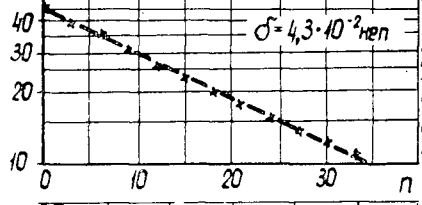
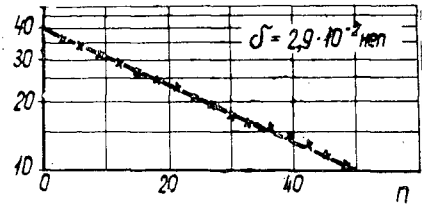
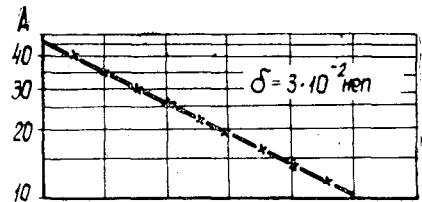
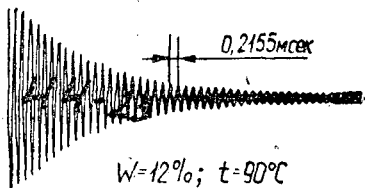
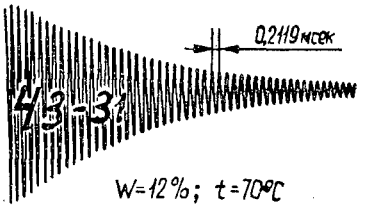
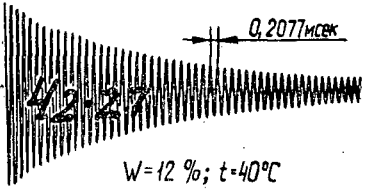
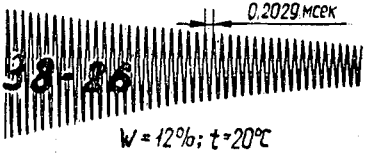
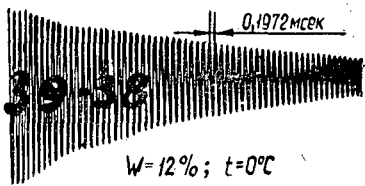


Рис. 3. Осциллограммы продольных затухающих колебаний первой гармоники и соответствующие им графики функции логарифма амплитуды от номера колебаний образца из ясеня.

функции логарифма амплитуды от номера колебаний, позволяет судить о физической природе рассеяния энергии в древесине. Отклонение графика от прямой линии свидетельствует о наличии гистерезисного рассеяния.

В этом случае экспериментальную огибающую затухающих колебаний используют [7] для определения коэффициента пропорциональности  $\alpha$ , зависящего от материала и геометрии системы, и показателя степени  $n$ , характеризующего зависимость сил сопротивления от амплитуды  $A$ . Энергию, рассеянную за один цикл, рассчитывают [3] по формуле

$$\Omega = \alpha A^{n+1} \text{ дж.}$$

Если же график представляет собой прямую линию, то для оценки рассеяния энергии применяют логарифмический декремент, определяемый [4] по формуле

$$\delta = \frac{1}{f_0 t} \ln \frac{A_0}{A} \text{ неп,}$$

где  $t$  — время, за которое амплитуда колебаний изменяется от величины  $A_0$  до  $A$ ;

$f_0$  — резонансная частота.

В качестве измерительной и регистрирующей аппаратуры резонансной установки использованы серийно выпускаемые приборы. В частности, осциллограммы продольных затухающих колебаний первой гармоники, показанные на рис. 3, получены с применением приборов, которые перечислены в подписи под рис. 1.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Н. Давиденков. О рассеянии энергии при вибрации. ЖТФ, т. VIII, вып. 6, 1938. [2]. Ю. И. Иорши. Виброметрия. ГосНТИ машиностроительной литературы, М., 1963. [3]. Я. Г. Пановко. Основы прикладной теории упругих колебаний. ГосНТИ машиностроительной литературы, М., 1957. [4]. Р. Стефанс. Применение метода затухающих колебаний к изучению структуры твердых тел. Сб. «Развитие неразрушающих методов контроля». Перевод с английского, ГосНТИ машиностроительной литературы, М., 1963. [5]. Дж. В. Стретт. (Рэлей). Теория звука, т. I, перевод П. Н. Успенского и С. А. Каменецкого, Государственное издательство технико-теоретической литературы, М., 1955. [6]. С. П. Тимошенко. Колебания в инженерном деле. Перевод Я. Г. Пановко, Государственное издательство физико-математической литературы, М., 1959. [7]. Я. Я. Улпе. Гистерезисные потери в дереве при асимметричном цикле. Вопросы динамики и динамической прочности, вып. II, изд-во АН Латвийской ССР, Рига, 1954.

Поступила 21 апреля 1967 г.



УДК 674.05

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ РАБОТЫ ВАЛЬЦОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПОДАЧИ ОБРЕЗНЫХ СТАНКОВ

В. И. МЕЛЕХОВ

(ЦНИИМОД)

Как показал анализ, вопрос о повышении точности обработки пиломатериалов на обрезных станках не может быть успешно решен без специальных исследований отдельных их узлов.

До настоящего времени мало изучено влияние на точность обработки подающих элементов механизма подачи обрезного станка. В связи с этим представлялось целесообразным провести соответствующее исследование, уделив при этом основное внимание выявлению величины, направления и характера действия усилий в процессе подачи древесины вальцами.

Для выполнения поставленной задачи была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка, общий вид которой представлен на рис. 1, кинематическая схема — на рис. 2.

Установка состоит из следующих основных узлов: станины, подающих элементов, столов, карданных валов, раздаточной коробки, приводной станции, измерительного устройства, регистрирующей аппаратуры, приспособления для записи траектории движения материала.

Станина (1) выполнена в виде жесткой сварной конструкции из швеллера № 16. На станине смонтированы подающие элементы, столы и устройство для записи траектории движения материала через обрезной станок. На горизонтальных продольных швеллерах приварены обработанные пластики, в которых имеются специальные пазы, обеспечивающие возможность установки вальцов под разными углами.

В качестве подающих элементов использованы предварительно отремонтированные нижние (2) и верхние (3) вальцы и качающиеся рычаги (4) обрезного станка фирмы «Кархула 7Н». Каждый нижний валец посажен неподвижно на вал, один конец которого находится в корпусе подшипника, а на другом установлен фланец для соединения с карданным валом (5). Валы верхних вальцов смонтированы в качающихся рычагах на опорах скольжения. Валы нижних вальцов и оси качения верхних установлены на опорах качения. Для изменения давления верхних вальцов к качающимся рычагам прикреплены кронштейны со сменными грузами (6). Величину давления вальцов контролируют с помощью динамометра сжатия типа ДОСМ-0,5, помещаемого между вальцами. На одной стороне каждого из качающихся рычагов установлены приспособления (7), устраняющие осевой люфт вальцов.

Корпусы подшипников вальцов крепят к станине болтами. Установку вальцов на требуемый угол контролируют с помощью оптического квадранта (типа КО-001) и линейных шкал.

На станине смонтированы три регулируемых по всем направлениям стола: один (8) установлен между вальцами, два других — по сторонам станины. На среднем столе закрепляют металлическую направ-

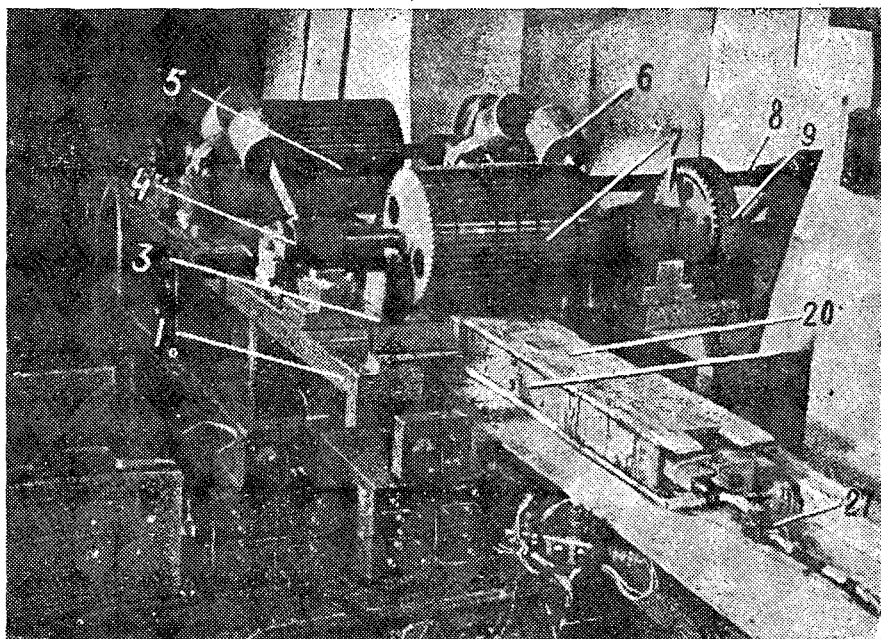


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки.

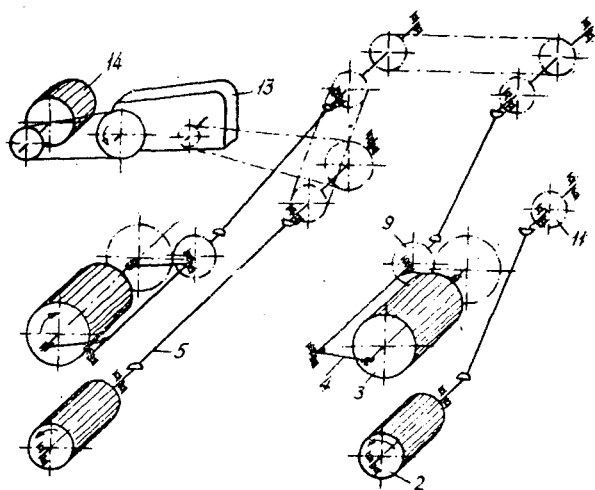


Рис. 2. Кинематическая схема установки.

ляющую линейку, на два других можно устанавливать также опорные ролики. Столы покрыты бакелизированной фанерой.

Привод валцов осуществляют с помощью четырех автомобильных карданных валов (5) (серийно изготавливаемых промышленностью) от раздаточной коробки. Карданные валы обеспечивают работу валцов при различных углах перекаса. Вращение к верхним валцам передается через промежуточную зубчатую пару (9).

Раздаточная коробка (10) выполнена отдельным узлом и установлена на фундаменте. На станине (раздаточной коробки), изготовленной из швеллера № 12, смонтированы звездочки (11), оси кото-

рых установлены в подшипниках. В месте крепления корпусов подшипников звездочек к станине приварены обработанные площадки с продольными пазами, через которые пропускают крепежные болты. Звездочки приводятся во вращение втулочно-роликовой цепью с шагом 25,4 мм от отдельной приводной станции.

Приводная станция (12) состоит из двухступенчатого редуктора РМ 250-IV (13) и асинхронного электродвигателя АО 42-2 ( $N = 2,8$  квт,  $n = 2880$  об/мин) (14). Двигатель соединен с редуктором клиноременной передачей со сменными шкивами. На выходном валу редуктора крепятся сменные звездочки. Передача от редуктора к раздаточной коробке цепная. Сменные шкивы и звездочки обеспечивают шесть скоростей подачи.

Приспособление для записи траектории движения материала (рис. 3) смонтировано на станине установки. Оно представляет собой свободно вращающийся остро заточенный диск (15) диаметром 65 мм, установленный на подпружиненной регулируемой стойке (16), которая, в свою очередь, закреплена в кронштейне (17). С одной стороны к диску приставлена подпружиненная щетка (18), в которую закладывают кусочек пенополиуретана, пропитанный красящим веществом.

Траектории движения материала записываются диском на миллиметровой бумаге, закрепленной на полке специального бруса (19). Во время вращения диска на его лезвие наносится поступающий из щетки красящий состав, в результате при соприкосновении диска с бумагой на ней остается видимый след, который характеризует траекторию движения бруса.

Измерительное устройство (рис. 4) предназначено для замера усилий, получающихся при взаимодействии подающих элементов обрезных станков с древесиной в процессе подачи, и состоит из системы тензометрических датчиков, смонтированных в специальном клееном пустотелом разборном бруске.

Датчики установлены попарно в двух металлических коробках (21) так, что в момент нахождения бруса между вальцами усилия от последних воспринимаются всеми датчиками одновременно. Датчики позволяют фиксировать две взаимно перпендикулярные составляющие сил от каждого вальца и представляют собой площадку сложной формы, с одной стороны которой неподвижно закрепляется образец древесины (20), а с другой — чувствительные упругие элементы в виде тонкостенных колец диаметром 32 мм (22). Кольца изготовлены из легированной стали марки ШХ-15 и закалены до твердости  $H_{Rc} = 46 \div 47$ . На их внутреннюю сторону наклеены проволочные датчики сопротивления типа ПБА 20—200 (с базой 20 мм и сопротивлением 197,7 ом),

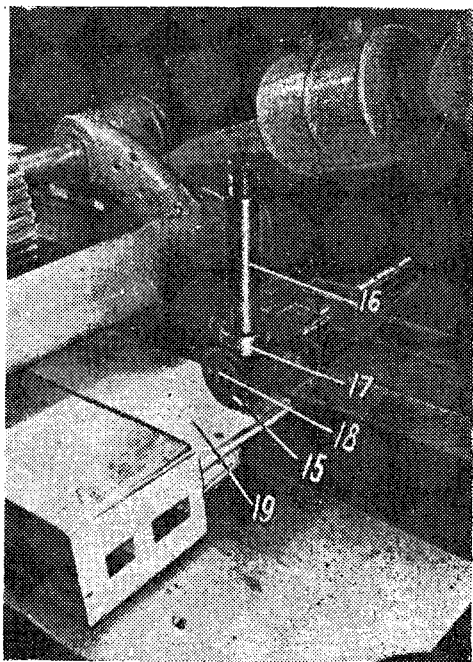


Рис. 3. Приспособление для записи траектории движения материала.

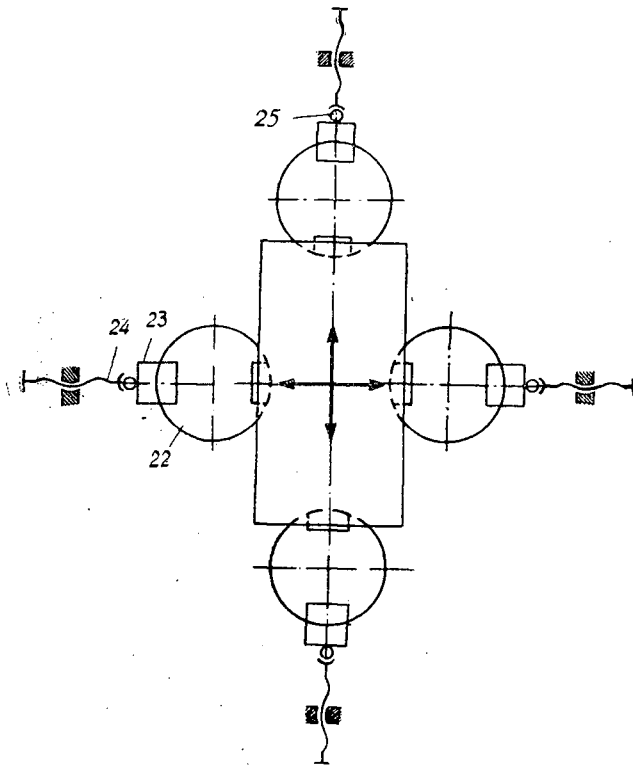


Рис. 4. Схема измерительного устройства.

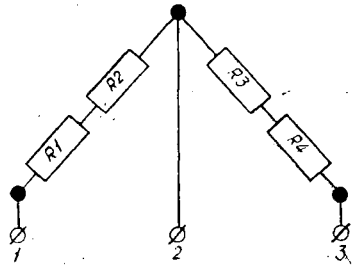
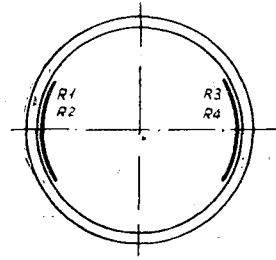


Рис. 5. Схема наклейки и соединения датчиков сопротивления.

которые включены в два смежных плеча мостовой измерительной схемы; два других плеча измерительного моста составлены схемой измерительного усилителя типа ТА-5. Для большей чувствительности датчики каждого кольца соединены между собой последовательно (рис. 5).

На каждом из четырех колец датчика по двум осям симметрии закреплены тщательно обработанные и выверенные сухари (23) так, что их рабочие плоскости взаимно перпендикулярны.

Датчик с кольцами и сухарями помещен в цилиндрический стакан, на дне которого установлена опорная площадка. На стенках стакана приварены бобышки с внутренней резьбой, в них перемещаются регулировочные винты (24) с завальцованными с одного конца шариками. Поворотом регулировочного винта усилие через шарик (25) передается на сухари и упругий элемент, тем самым создается предварительное напряжение системы.

Под действием усилия, вызываемого подающими вальцами, кольца деформируются, в результате чего изменяется проходное сечение проволоки наклеенных датчиков и, соответственно, их электрическое сопротивление. Как следствие этого, равновесие моста нарушается, в его измерительной диагонали появляется ток, пропорциональный величине деформации колец. Все датчики соединены с регистрирующей аппаратурой экранированным многожильным кабелем (26). Разводка схемы соединения датчиков проложена внутри бруса.

Тарировку каждого датчика производили в статике для двух составляющих методами нагружения и разгружения по двум направ-

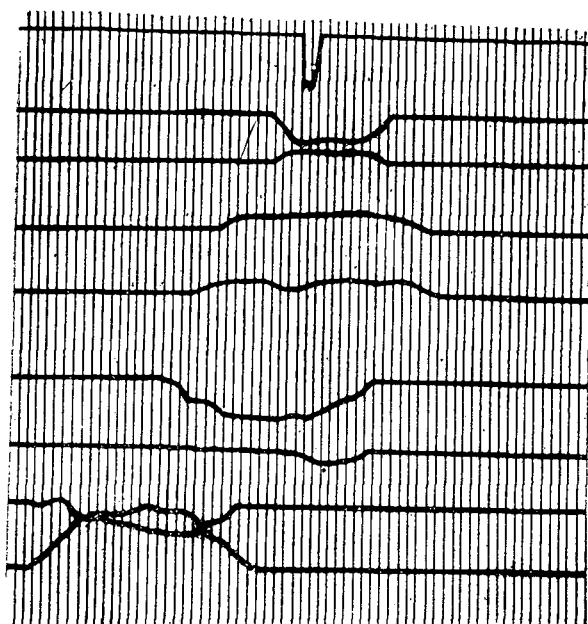


Рис. 6. Осциллограмма составляющих усилия сопротивления подаче.

лениям, после чего строили графики, используемые в дальнейшем для расшифровки осциллограмм. Характер зависимостей тарифовочных графиков подчиняется линейному закону.

Регистрирующая аппаратура. Во время эксперимента датчики питали от двух четырехканальных усилителей типа ТА-5. Через усилители сигналы от датчиков поступали на шлейфовый осциллограф типа НО04, затем их записывали на фотобумагу (шириной 200 мм) одновременно по восьми каналам, что облегчило задачу расшифровки осциллограмм. Осциллограммы с одновременной записью сигналов по восьми каналам приведены на рис. 6.

Применяли шлейфы типа ЭО0 1.4, имеющие собственную частоту колебаний 2500 гц с рабочим диапазоном от 0 до 800 гц. Частота исследуемого процесса значительно ниже частот, обеспечиваемых измерительной аппаратурой и конструкцией датчиков. Это позволило записывать процесс с достаточной достоверностью.

После проведения опытов в лабораторных условиях измерительное экспериментальное устройство с регистрирующей аппаратурой было применено для исследования вальцового механизма подачи обрезающих станков непосредственно на производстве.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.284.2

СМОЛОНОСНАЯ СИСТЕМА СОСНЫ В ЗОНЕ КАРРЫ  
ПРИ ПОДСОЧКЕ С ХИМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

А. И. КАЛНИНЬШ, Я. Г. ЗАНДЕРСОН, М. З. СПИЛВА

(Институт химии древесины АН Латвийской ССР)

Изучению смолоносной системы сосен при подсочке с химическим воздействием посвящено немного работ [3], [4], [5], [6], [9].

Нами определены изменения величины просвета каналов смоляных ходов и числа их с закрытыми каналами, а также распределение живицы в элементах анатомического строения древесины и содержание запасных веществ в прилегающей к подновке зоне заболони.

Опыты проводили в сосняке беломошниково-вересковом VI класса возраста, III класса бонитета, состава 10С + Е и полноты 0,6. Образцы древесины (20 × 10 × 10 мм) были взяты на различных расстояниях от подновок или карр через 12, 24, 168 и 336 час после нанесения первой стимулированной и нестимулированной подновок на ранее не подсоченные деревья, а также через 72 часа после нанесения восьмой подновки на двухъярусные карры четвертого года подсочки и через 336 час после нанесения четвертой подновки на нисходящие и восходящие карры, подсоченные в течение пяти лет каолиновой пастой концентрированной серной кислоты (удельный вес 1,84).

Во всех вариантах образцы для микроскопического исследования отбирали с пяти подновок или карр. Образец заболони раскалывали пополам и для фиксации положения клеток одну половину погружали в 10%-ный раствор формалина, а другую в 1%-ный раствор ацетата меди и хромовой кислоты на 7 суток. После промывки в проточной воде образцы до приготовления срезов хранили в смеси глицерина, спирта и воды (1:1:1).

Относительную величину просвета каналов смоляных ходов оценивали по пятибалльной шкале Э. Мюнха [8]. Данные определения просвета каналов (в каждом случае исследовано в среднем по 80 смоляных ходов) приведены в табл. 1. Показатель точности опыта 2,5—5,0% (в 5 случаях из 74 эта величина несколько выше 5,0%).

Через 12 час после нанесения первых подновок на неподсоченные сосны замечено, что механохимическое раздражение вызывает набухание клеток на всех уровнях отбора проб; степень набухания клеток заметно ниже при механическом ранении без химического воздействия на расстоянии 50 и 100 см выше подновки. Через 23 часа в зоне стимулированных подновок (по сравнению с нестимулированными) на расстоянии 5 и 15 см набухание клеток задерживается, по-видимому, вследствие плазмолизирующего действия раствора серной кислоты. Плазмолиз эпителиальных клеток в растворах серной кислоты в лабораторных условиях наблюдал также Е. Г. Быховский [1]. Через 336 час степень набухания эпителиальных клеток около стимулированных и нестимулированных подновок практически одинакова (табл. 1).

Согласно общеизвестной гипотезе Э. Мюнха [8], после прекращения выделения живицы каналы смоляных ходов заново заполняются ею. В наших опытах без применения стимуляции средней просвет каналов несколько увеличивался и число закрытых смоляных ходов снижалось только через 336 час (табл. 1); при этом статистическая значимость различия доказана лишь на расстоянии 1 см выше подновки и на расстоянии 1; 5 и 15 см ниже ее. Около стимулированных подновок после прекращения смолывыделения просвет каналов не увеличивался (табл. 1).

По мере приближения к подновке или карре число погибших смоляных ходов возрастало. Через 14 суток на расстоянии 100; 50; 15 и 5 см выше первой нестимулированной подновки и на расстоянии 5 и 15 см ниже ее обнаружено соответственно 2,6; 3,2; 3,9; 11,5; 8,4 и 6,4%

Таблица 1

Средняя величина просвета каналов вертикальных смоляных ходов, баллы

| Расположение (расстояние) мест отбора проб выше (+) и ниже (-) подновок, см | после первой подновки без химического воздействия через |         |         |         | после первой подновки с химическим воздействием настоем концентрированной серной кислоты через |         |         |         | после восьмой подновки на лущильные карры через 72 часа | после четвертой подновки на лущильные карры с химическим воздействием через 336 час | после четвертой подновки на восходящие карры с химическим воздействием через 336 час |         |
|---|---|---------|---------|---------|--|---------|---------|---------|---|---|--|---------|
|   | 24 часа   |         | 168 час |         | 24 часа  |         | 168 час |         |   |   |  | 336 час |
|   | 12 час  | 336 час | 12 час  | 336 час | 12 час   | 336 час | 12 час  | 336 час |   |   |  |         |
| +100  | 1,9   | 3,3     | 3,1     | 3,0     | 3,1  | 3,0     | 3,1     | 3,3     | 3,1   | —   | 2,8  |         |
| +50   | 2,2   | 3,1     | 3,1     | 3,0     | 2,8  | 3,0     | 2,8     | 3,3     | 3,2   | —   | 2,9  |         |
| +15   | 2,4   | 3,4     | 3,3     | 2,4     | 2,8  | 2,4     | 2,8     | 3,1     | 3,3   | 3,3   | 3,0  |         |
| +5  | 2,4   | 3,3     | 3,2     | 2,5     | 2,6  | 2,5     | 2,6     | 3,1     | 3,4   | 3,1   | 3,2  |         |
| +1  | —   | 3,6     | 3,6     | —       | —  | —       | —       | 2,8     | —   | —   | —  |         |
| -1  | —   | 3,8     | 3,0     | —       | —  | —       | —       | 3,4     | —   | —   | —  |         |
| -5  | 2,3   | 3,4     | 3,0     | 3,1     | 3,0  | 3,1     | 3,0     | 3,6     | 3,3   | 2,7   | 2,9  |         |
| -15   | 2,5   | 3,1     | 2,7     | 3,6     | 2,7  | 3,6     | 2,7     | 3,2     | 3,2   | 3,1   | 3,1  |         |

смоляных ходов с окрашенным в зеленый цвет эпителием, а около стимулированных подновок — соответственно 4,0; 7,3; 19,5; 33,9; 16,9 и 7,1% ходов.

Согласно гипотезе А. Мессери и И. Сайя [7], в смолоносной системе гибнут те эпителиальные клетки, которые выделили живицу в канал после травмирования. Эти авторы предполагают, что в каналах непораненной смолоносной системы живицы нет. Таким образом, в нашем случае увеличение числа погибших эпителиальных клеток около стимулированных подновок можно объяснить тем, что под воздействием серной кислоты в смолы выделении участвовало больше клеток, чем около подновок без стимуляции. Безусловно, часть клеток погибнет также из-за коагуляции плазмы вследствие понижения рН растворов в полостях трахейд и самой цитоплазмы.

Ранее нами было показано [2], что во втором и последующих сезонах подсочки распространение и патологическое воздействие серной кислоты локализуется в узкой зоне карры. Настоящие опыты подтверждают этот вывод. На расстоянии 50, 15 и 5 см выше восходящих химических карр (пятый год подсочки) обнаружено соответственно 10,6; 22,4 и 16,9% погибших смоляных ходов, а над восходящими обычными каррами (четвертый год подсочки) — 10,0; 10,6 и 15,4%.

При нанесении первой подновки с химическим воздействием отчетливо проявлялось активное действие серной кислоты, особенно ниже подновки, где до расстояния 3—4 см большинство полостей летних трахейд заполнено живицей. Более интенсивно трахейды заполняются живицей выше нестимулированной подновки. Однако и эти исследования показали, что в последующие годы подсочки активное действие серной кислоты локализуется в узкой зоне. Так, после 5-летней подсочки восходящим способом с химическим воздействием концент-

Таблица 2

| Место отбора проб выше (+) и ниже (-) подновок, см | Время отбора проб, час | Количество смоляных ходов, % от их общего числа                               |      |      |   |      |      |  |      |      |   |      |      |
|--|------------------------|---|------|------|---|------|------|--|------|------|---|------|------|
|  |                        | после первой подновки без химического воздействия при просвете канала, баллов |      |      | после первой подновки с химическим воздействием серной кислотой при просвете канала, баллов |      |      | после второй подновки без химического воздействия восходящим способом (2-й год подновки) при просвете канала, баллов |      |      | после третьей подновки с химическим воздействием серной кислотой восходящим способом (2-й год подновки) при просвете канала, баллов |      |      |
|  |                        | 3-4   | 1-2  | 0    | 3-4   | 1-2  | 0    | 3-4  | 1-2  | 0    | 3-4   | 1-2  | 0    |
| +5   | 24                     | 88,3  | 5,8  | 5,9  | 46,8  | 9,4  | 43,8 | 50,0   | 7,5  | 42,5 | 50,8  | 14,2 | 35,0 |
|  | 168                    | 97,5  | —    | 2,5  | 54,7  | 32,2 | 13,1 | 62,3   | 28,9 | 8,8  | 66,6  | 18,5 | 14,9 |
|  | 336                    | 85,6  | 7,2  | 7,2  | 13,0  | 45,7 | 41,3 | 73,2   | 19,5 | 7,3  | 20,0  | 46,6 | 33,3 |
| +1   | 24                     | 66,7  | 6,6  | 26,7 | 48,1  | —    | 51,9 | 45,4   | 12,1 | 42,5 | 45,7  | 11,5 | 42,8 |
|  | 168                    | 100,0   | —    | —    | 53,5  | 16,2 | 30,2 | 48,6   | 37,1 | 14,3 | 47,2  | 23,6 | 29,2 |
|  | 336                    | 84,0  | 10,7 | 5,3  | 18,2  | 33,3 | 48,5 | 80,0   | 16,6 | 3,4  | —   | —    | —    |
| -1   | 24                     | 52,8  | 2,8  | 44,4 | 21,7  | 4,4  | 73,9 | —  | —    | —    | —   | —    | —    |
|  | 168                    | 69,2  | 25,6 | 5,2  | 58,7  | 13,1 | 28,2 | —  | —    | —    | —   | —    | —    |
|  | 336                    | 35,0  | 22,5 | 42,5 | 27,3  | 40,9 | 31,8 | —  | —    | —    | —   | —    | —    |
| -5   | 24                     | 64,1  | 2,6  | 33,3 | 68,5  | 5,2  | 26,3 | —  | —    | —    | —   | —    | —    |
|  | 168                    | 97,0  | 3,0  | —    | 43,8  | 12,4 | 43,8 | —  | —    | —    | —   | —    | —    |
|  | 336                    | 75,0  | 17,5 | 7,5  | 37,5  | 25,0 | 37,5 | —  | —    | —    | —   | —    | —    |



рированной серной кислоты уже на расстоянии 15 см выше карр только отдельные полости трахеид заполнены живицей, а на расстоянии 50 и 100 см заполненных живицей трахеид не обнаружено.

Применение серной кислоты заметно снижает содержание крахмала в сопровождающей паренхиме около первой стимулированной подновки по сравнению с нестимулированной (табл. 2). Уменьшение количества крахмала около стимулированной подновки, особенно выше ее, обусловлено гидролизующим воздействием раствора серной кислоты и гибелью живых клеток. В паренхиме сердцевинных лучей в зоне стимулированных подновок обнаружить крахмал не удалось. Следовательно, общее количество углеводов в зоне подновки снижается.

Содержание жира (сложных эфиров жирных кислот) снижается менее резко. Обследование восходящих карр (которые уже второй год подсачивались с применением серной кислоты) не дает оснований заключить, что в паренхиме около таких карр количество жира уменьшается в большей степени, чем после нанесения первой подновки. Наши данные согласуются с результатами польских ученых о том, что выше восходящих карр интенсивность дыхания древесной паренхимы снижается [10].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. Г. Быховский. Усовершенствование технологии применения химических стимуляторов при подсочке сосны. Отчет ЦНИЛХИ за 1961 г., стр. 23—87. [2]. Я. Г. Зандерсон. Патологическое воздействие серной кислоты на смолоносную систему заболони подсоченных сосен. Известия АН Латвийской ССР № 5 (226), 1966, стр. 60—68. [3]. В. Н. Шапошников, Н. Ф. Николаев, М. А. Синелобов. Новое в подсочке сосны. Гослестехиздат, М., 1937, стр. 7—22. [4]. R. David. L'influence du gemmage sur la repartition de l'oleoresine dans le bois du Pin maritime. C. R. Acad. Sci., 1952, 234, 2635—2637. [5]. R. David. L'influence exercee par l'activation du gemmage du Pin maritime sur la structure du noyan des cellules du tronc de Karbre. C. R. Acad. Sci., 1953, 236, 2335—2337. [6]. R. David. Le «gemmage active» du Pin maritime. Peintures, pigments, vernis, 1960, 36, 131—143, 199—207. [7]. A. Messeri, I. Sava. Contributo alla conoscenza dei meccanismi anatomici e fisiologici della resinazione. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Annali, 1959, 8, 206—236. [8]. E. Münch. Naturwissenschaftliche Grundlagen der Kiefernharznutzung. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 1919, 10. Bd., 1, Heft, 41—54. [9]. C. E. Ostrom, R. P. True, C. S. Schopmeyer. Role of chemical treatment in stimulating resin flow. Forest Science, 1958, 4, 296—306. [10]. W. Zelawski, W. Strzalkowska. Badania nad oddychaniem parenchymy drewna w związku z zagadnieniem pezyskiwania zywy. Folia Forestalia Polonica, 1964, Seria A, zst. 10, 225—244.

Поступила 10 ноября 1966 г.

УДК 547.623

**ТЕРМООБРАБОТКА СЕРНИСТОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ ГЛЮКОЗЫ  
ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ СВЯЗЫВАНИЯ SO<sub>2</sub>****С. А. САПОТНИЦКИЙ**

(Ленинградская лесотехническая академия)

До настоящего времени поведение сахаров в бисульфитных растворах в процессе термообработки изучено мало [2], [3], [4], [6], [8], [9].

Потеря сахаров при термообработке бисульфитных растворов представляет собой комплекс нескольких одновременно протекающих реакций, в которых на долю окисления приходится половина или лишь немногим более от общего количества исчезнувших сахаров.

Хегглунд [6] установил, что при термообработке глюкозобисульфитного раствора распад (или окисление) сахара прекращался после того, как исчезало две трети его начального количества. Однако, по другим данным этого автора [5], при длительной термообработке (до 24 час) бисульфитных растворов с избытком SO<sub>2</sub> возможен и более глубокий распад сахаров. При этом для всех исследованных Хегглундом сахаров (глюкоза, манноза, ксилоза, арабиноза, фруктоза) через некоторый промежуток времени термообработки концентрация легкоотщепляемого SO<sub>2</sub> (то есть ионов бисульфита) достигала максимума, после чего резко снижалась, несмотря на продолжающийся распад сахаров. Графический анализ данных Хегглунда показал, что для альдоз точка максимальной концентрации легкоотщепляемого SO<sub>2</sub> весьма хорошо отвечает распаду двух третей сахара.

Наличие такого максимума концентрации легкоотщепляемого SO<sub>2</sub> (при различном его местоположении относительно распавшихся карбогидрильных соединений) не является специфической особенностью термообработки сахаробисульфитных растворов. По данным Менжинского [7], такой же максимум обнаруживается на определенной (по времени) стадии термообработки моноокси- и диоксиацетона в чисто бисульфитном растворе, в растворе бисульфита с избытком SO<sub>2</sub> и в водном растворе SO<sub>2</sub>.

В литературе мы не обнаружили объяснения причин прекращения распада сахаров после исчезновения двух третей их и причин достижения максимума содержания легкоотщепляемого SO<sub>2</sub> в растворе при распаде этого количества сахаров.

При проведении исследований в первой серии опытов концентрацию всего SO<sub>2</sub> в растворе мы поддерживали стабильной (5—5,6%), а степень связывания SO<sub>2</sub> меняли от 0 до 100% путем нейтрализации раствора едким натром или аммиаком. Концентрация глюкозы составляла 3—3,4%. Растворы заливали в стеклянные трубки, которые после запаивания помещали в автоклав. Подъем температуры до 140°С составлял 30 мин, выдержка при этой температуре 3 часа. Давление в автоклаве соответствовало температуре насыщенного пара. Первичные экспериментальные данные представлены в табл. 1.

Если изменение концентрации легкоотщепляемого SO<sub>2</sub> и распад глюкозы (под этим термином мы условно объединяем сумму всех реакций исчезновения сахара при термообработке) выразить как функцию содержания связанного SO<sub>2</sub> в исходном растворе, то, как видно из рис. 1, максимальное содержание легкоотщепляемого SO<sub>2</sub> после термообработки отвечает чисто бисульфитному раствору (степень связывания SO<sub>2</sub> равна 50%).

Таблица 1

| Концентрация в исходном растворе, ‰                                  |                            | Глюкоза, ‰        |                      | SO <sub>2</sub> в растворе после термообработки, ‰ |                   |
|--|----------------------------|-------------------|----------------------|--|-------------------|
| основания  | связанного SO <sub>2</sub> | до термообработки | после термообработки | непосредственно титруемого                         | легкоотщепляемого |
| Водный раствор, концентрация всего SO <sub>2</sub> =5,5%             |                            |                   |                      |  |                   |
| —  | —                          | 3,25              | 2,80                 | 3,63   | 0,19              |
| —  | —                          | 3,42              | 3,04                 | 3,28   | 0,15              |
| —  | —                          | 3,41              | 3,00                 | 3,48   | 0,15              |
| Основание NH <sub>3</sub> , концентрация всего SO <sub>2</sub> =5,0% |                            |                   |                      |  |                   |
| 0,5  | 0,94                       | 3,25              | 2,00                 | 2,17   | 0,22              |
| 1,0  | 1,88                       | 3,23              | 1,34                 | 0,70   | 0,32              |
| 1,5  | 2,82                       | 3,10              | 0,80                 | 3,36   | 0,41              |
| 2,0  | 3,74                       | 3,10              | 0,48                 | 4,44   | 0,10              |
| 2,5  | 4,68                       | 3,00              | 0,30                 | 4,60   | 0,06              |
| Основание NaOH, концентрация всего SO <sub>2</sub> =5,6%             |                            |                   |                      |  |                   |
| 0,5  | 0,4                        | 3,36              | 2,65                 | 2,79   | 0,24              |
| 1,0  | 0,8                        | 3,30              | 2,35                 | 2,54   | 0,31              |
| 1,0  | 0,8                        | 3,21              | 2,17                 | 2,07   | 0,28              |
| 1,0  | 0,8                        | 3,41              | 2,32                 | 2,07   | 0,30              |
| 2,0  | 1,6                        | 3,30              | 1,77                 | 0,90   | 0,43              |
| 2,0  | 1,6                        | 3,17              | 1,64                 | 0,93   | 0,46              |
| 3,0  | 2,4                        | 3,30              | 1,27                 | 0,80   | 0,62              |
| 4,0  | 3,2                        | 3,39              | 0,94                 | 3,66   | 0,33              |
| 4,0  | 3,2                        | 3,08              | 0,81                 | 3,70   | 0,21              |
| 5,0  | 4,0                        | 3,30              | 0,90                 | 3,93   | 0,21              |
| 5,0  | 4,0                        | 3,08              | 0,80                 | 3,60   | 0,18              |
| 6,0  | 4,8                        | 3,30              | 0,84                 | 4,15   | 0,17              |
| 6,0  | 4,8                        | 3,20              | 0,71                 | 3,72   | 0,24              |
| 7,0  | 5,6                        | 3,23              | 0,75                 | 4,34   | 0,31              |
| 7,0  | 5,6                        | 3,05              | 0,60                 | 4,30   | 0,13              |

Поскольку в процессе термообработки меняется не только содержание легкоотщепляемого, но и непосредственно титруемого SO<sub>2</sub>, то для получения сравнимых данных на этом и последующих графиках даны не абсолютные концентрации соединений SO<sub>2</sub>, а относительные, выраженные в процентах к сумме соединений SO<sub>2</sub> в термообработанных растворах.

Из рис. 1 видно, что характер кривых содержания легкоотщепляемого SO<sub>2</sub> различный в зонах свободный SO<sub>2</sub> — бисульфит и бисульфит — моносульфит. Если в первой зоне повышение степени связывания SO<sub>2</sub> приводит к относительно плавному, приближающемуся к прямолинейному возрастанию легкоотщепляемого SO<sub>2</sub>, то уже при незначительном появлении в растворе моносульфита после термообработки легкоотщепляемый SO<sub>2</sub> практически отсутствует.

При сопоставлении кривых распада глюкозы с кривыми изменения содержания легкоотщепляемого SO<sub>2</sub> видно, что в чисто бисульфитном растворе степень распада сахара лежит в пределах 65—70%, то есть практически совпадает с установленной Хегглундом предельной величиной распада — двумя третями начального количества.

Еще более четкое представление об участии соединений SO<sub>2</sub> в реакциях распада сахара можно получить, если изменение суммарного содержания соединений SO<sub>2</sub> в растворах после термообработки рассматривать в функциональной зависимости от степени связывания SO<sub>2</sub> (рис. 1). Здесь также представлена не абсолютная концентрация суммы

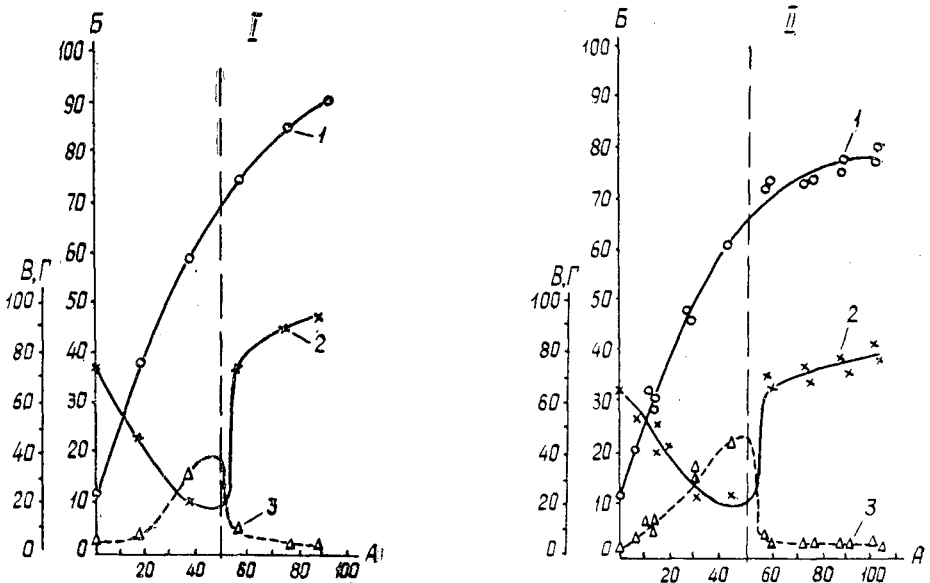


Рис. 1. Распад глюкозы и расходование SO<sub>2</sub> при термообработке растворов с постоянным содержанием всего SO<sub>2</sub>.

A — связано SO<sub>2</sub> в исходном растворе, %; B — распалась глюкозы, %; B — сумма соединений SO<sub>2</sub> в термообработанном растворе, % ко всему SO<sub>2</sub> в исходном растворе; Γ — легкоотщепляемый SO<sub>2</sub>, % к сумме SO<sub>2</sub> в термообработанном растворе. Кривая 1 — для глюкозы; 2 — для суммы SO<sub>2</sub>; 3 — для легкоотщепляемого SO<sub>2</sub>. Раствор содержит: I — NH<sub>3</sub>; II — NaOH.

соединений SO<sub>2</sub>, а выраженная в процентах ко всему SO<sub>2</sub> в исходном растворе.

В зоне свободный SO<sub>2</sub> — бисульфит повышение степени связывания SO<sub>2</sub> приводит к резкому уменьшению содержания всех соединений SO<sub>2</sub>. В результате термообработки чисто бисульфитного раствора глюкозы содержание SO<sub>2</sub> снизилось на 85—90%. Эта зависимость, как и зависимость распада глюкозы от степени связывания SO<sub>2</sub> в этой зоне, приближается к линейной и лишь в области, весьма близкой к чистому бисульфиту, изменяется по кривой. В зоне бисульфит — моносульфит картина резко меняется. Достаточно небольшого содержания моносульфита в растворе, чтобы соединения SO<sub>2</sub> почти не участвовали в реакциях распада сахара при термообработке. Из рис. 1 видно, что чем выше степень связывания SO<sub>2</sub> в этой зоне, тем в большей степени сохраняется в термообработанном растворе соединения SO<sub>2</sub>, почти целиком состоящие при этом (табл. 1) из непосредственно титруемого (то есть не связанного с карбонильными соединениями) SO<sub>2</sub>. Так, например, если при содержании в растворе 45% связанного SO<sub>2</sub> при термообработке распалось 58—66% глюкозы (здесь и далее соответственно Na- и NH<sub>3</sub>-основания) и при этом было израсходовано 88—83% начального содержания SO<sub>2</sub>, то при 55% связанного SO<sub>2</sub>, несмотря на увеличенный распад сахара (65—74%), в реакции участвовало всего 35—24% соединений SO<sub>2</sub>.

В описанных опытах одновременно с возрастанием в растворе связанного SO<sub>2</sub> соответственно уменьшалось количество свободного SO<sub>2</sub>. Для того чтобы установить, при изменении какой из составляющих раствора определяются обнаруженные зависимости, во второй серии опытов в водный раствор SO<sub>2</sub> вместо едкого натра вводили сульфит натрия. В результате этого при изменении содержания связанного SO<sub>2</sub> оставалась стабильной концентрация свободного SO<sub>2</sub>, равная в наших опытах 5,5%. Таким образом были получены растворы с содержанием связанного SO<sub>2</sub> от 0 до 68%. Остальные условия опытов выдерживали такими же, как и в первой серии. Результаты приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 следует, что и в этом случае при продолжающемся распаде глюкозы концентрация легкоотщепляемого SO<sub>2</sub> в термообработанном растворе проходит через максимум, а концентрация суммарного содержания SO<sub>2</sub> — через минимум, определяемый степенью связывания SO<sub>2</sub> в исходном растворе.

Таблица 2

| Концентрация в исходном растворе, % |                            |                       | Глюкоза, %        |                      | SO <sub>2</sub> в растворе после термообработки, % |                   |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|--|-------------------|
| Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>     | связанного SO <sub>2</sub> | всего SO <sub>2</sub> | до термообработки | после термообработки | непосредственно титруемого                         | легкоотщепляемого |
| 1,0                                 | 0,51                       | 6,01                  | 3,45              | 2,48                 | 2,79   | 0,24              |
| 3,3                                 | 1,68                       | 7,18                  | 3,43              | 2,16                 | 2,10   | 0,27              |
| 6,6                                 | 3,36                       | 8,86                  | 3,40              | 1,53                 | 0,93   | 0,27              |
| 9,9                                 | 5,00                       | 10,50                 | 3,40              | 1,04                 | 0,40   | 0,24              |
| 13,2                                | 6,75                       | 12,25                 | 3,40              | 0,81                 | 0,24   | 0,15              |
| 19,8                                | 10,00                      | 15,50                 | 3,33              | 0,54                 | 2,62   | 0,48              |
| 23,0                                | 11,75                      | 17,25                 | 3,33              | 0,38                 | 5,42   | 0,86              |

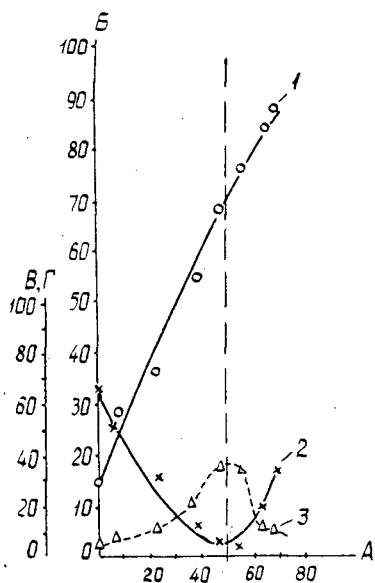


Рис. 2. Распад глюкозы и расходование SO<sub>2</sub> при термообработке растворов с постоянным содержанием свободного SO<sub>2</sub>. Обозначения см. на рис. 1.

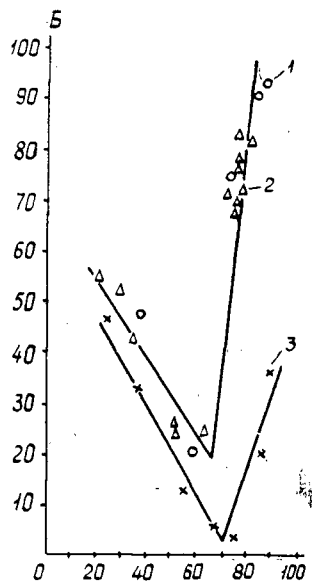


Рис. 3. Зависимость изменения суммарного содержания соединений SO<sub>2</sub> в термообработанном растворе от степени распада глюкозы.

A — распалось глюкозы, %;  
 B — сумма соединений SO<sub>2</sub> в термообработанном растворе, % ко всему SO<sub>2</sub> в исходном растворе.  
 Раствор содержит:  
 1 — NH<sub>3</sub>; 2 — NaOH; 3 — Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>.

Как видно из рис. 2, точки перелома соответствуют термообработке чисто бисульфитного раствора (50% связанного SO<sub>2</sub>). Обращает на себя внимание, что несмотря на чрезвычайно высокую концентрацию связанного SO<sub>2</sub> (в чисто бисульфитном растворе она составила 5,6%), распад глюкозы в зоне свободный SO<sub>2</sub> — бисульфит по-прежнему ограничен двумя третями ее начального количества.

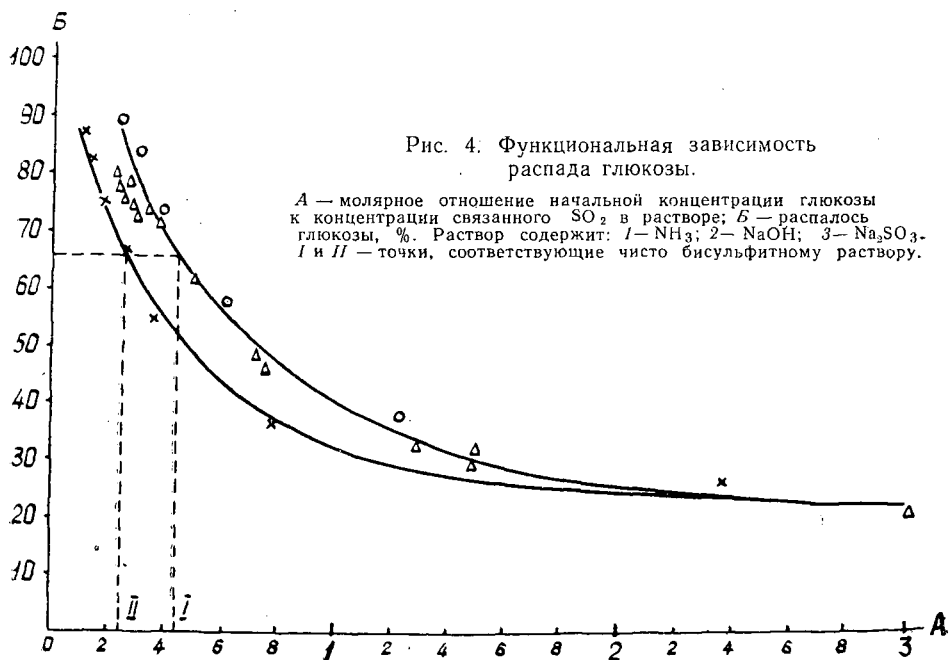
Результаты обеих серий опытов показывают, что величина распада сахара и характер изменения содержания соединений SO<sub>2</sub> в термо-

обработанных растворах определяются количеством связанного  $\text{SO}_2$  в исходных растворах и практически не зависят от наличия в этих растворах свободного  $\text{SO}_2$ . При этом при любой концентрации связанного  $\text{SO}_2$  в чисто бисульфитном растворе или в растворе, содержащем избыток  $\text{SO}_2$ , не может распадаться более двух третей сахара.

Представленные на рис. 1 и 2 кривые создают впечатление сложного характера зависимости между изменением суммарного содержания  $\text{SO}_2$  и степенью распада сахара. Однако, если изменение  $\text{SO}_2$  выразить как функцию распада сахара, то оказывается, что эта зависимость описывается прямой с переломом, отвечающим распаду двух третей глюкозы (рис. 3).

При такой функциональной зависимости исчезает влияние природы катиона, входящего в состав раствора. Как видно из рис. 3, точки для растворов, содержащих катионы натрия и аммония, очень хорошо укладываются на общие прямые. С другой стороны, термообработка растворов с постоянным избытком  $\text{SO}_2$  (вторая серия опытов) в результате повышенного содержания связанного  $\text{SO}_2$  приводит к более полному участию соединений серы в реакциях термообработки в зоне свободный  $\text{SO}_2$  — бисульфит: в точке перелома суммарное содержание соединений  $\text{SO}_2$  близко к нулю.

Ранее нами было показано [1], что при термообработке в зоне свободный  $\text{SO}_2$  — бисульфит степень распада глюкозы определяется только молярным отношением начальной концентрации сахара к концентрации ионов бисульфита в исходном растворе. Если экспериментальные данные, представленные в табл. 1 и 2, выразить в указанной функциональной зависимости, то, как видно из рис. 4, этот вывод справедлив для  $\text{SO}_2$ -содержащих растворов глюкозы любого состава.



Распад глюкозы (рис. 4) происходит более интенсивно в опытах второй серии, чем в опытах первой серии, особенно в области низких

молярных соотношений глюкозы и связанного  $\text{SO}_2$  из-за чрезвычайно высокой концентрации связанного  $\text{SO}_2$ . Однако, если на обеих кривых отложить точки, соответствующие степени связывания  $\text{SO}_2$ , равной 50% (точки I и II на рис. 4), то, независимо от абсолютного содержания связанного  $\text{SO}_2$  в растворах, эти точки, так же как и в представленных выше функциональных зависимостях, отвечают распаду двух третей сахара.

Как показано выше (рис. 1 и 2), в зоне бисульфит — моносульфит с увеличением степени распада сахара уменьшается количество израсходованного  $\text{SO}_2$ . Количественная оценка этой зависимости дана на рис. 5. На оси абсцисс отложена степень связывания  $\text{SO}_2$  в исходном растворе, на оси ординат — отношение двух относительных величин, характеризующих термообработанный раствор: процент оставшегося в растворе  $\text{SO}_2$  и процент распавшейся глюкозы.

Эта сложная система оценки позволила сделать весьма интересный вывод: в зоне свободный  $\text{SO}_2$  — бисульфит с увеличением степени связывания  $\text{SO}_2$  все полнее расходуется  $\text{SO}_2$  на реакции распада сахара; при этом состав раствора не влияет на величину затрат серы. Однако сразу же после перехода в зону бисульфит — моносульфит частное от деления относительного изменения содержания  $\text{SO}_2$  на степень распада сахара становится постоянным по всей зоне и равным единице.

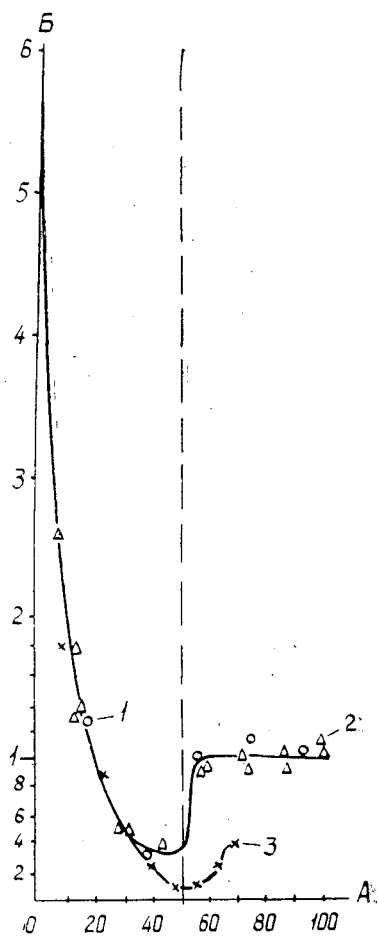


Рис. 5. Относительная количественная оценка участия соединений  $\text{SO}_2$  в реакциях распада глюкозы.

A — связано  $\text{SO}_2$  в исходном растворе, %; B — отношение количества непрореагировавших соединений  $\text{SO}_2$  (% ко всему  $\text{SO}_2$ ) и распавшейся глюкозы (% к исходной). Раствор содержит: 1 —  $\text{NH}_3$ ; 2 —  $\text{NaOH}$ ; 3 —  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. А. Сапотницкий. ЖПХ, 31, 312, 1958. [2]. Ф. П. Шалайкин. ЖПХ, 13, 263, 1940. [3]. E. Adler. Sv. Papperstidning, 50, 261, 1947. [4]. E. Hägglund, H. Urban. Berichte, 62, 2046, 1929. [5]. E. Hägglund. Berichte, 62, 84, 1929. [6]. E. Hägglund, T. Johnson, H. Urban. Berichte, 63, 1387, 1930. [7]. G. Menzinsky. Berichte, 68, 1155, 1935. [8]. O. Samuelson, K. Ljungqvist, C. Pasck. Sv. Papperstidning, 61, 1043, 1958. [9]. O. Samuelson, R. Simonson. Anal. chim. acta, 26, 110, 1962.

УДК 541.11

## ТЕРМОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Э. Д. ЛЕВИН, З. П. БЕЛИКОВА

(Сибирский технологический институт)

В последнее время для изучения процесса термического разложения природных полимеров все чаще стали применять метод дифференциального термического анализа (ДТА), нередко называемый термографией [1]. Этот метод позволяет фиксировать на термограммах даже незначительные тепловые эффекты, сопровождающие реакции разложения. Кроме того, по термограммам можно установить температурные границы и тепловой характер реакций, имеющих место при деструкции.

Рядом авторов [2], [4] были получены термограммы березовой древесины и выделенных из нее компонентов. Им удалось расшифровать природу некоторых процессов, наблюдающихся при термораспаде целлюлозы и лигнина.

В. Е. Раковский и В. А. Филимонов [3], [5] записали дифференциальные кривые деструкции сосновой древесины и ее компонентов — целлюлозы и лигнина.

Зандерманн и Августин [7], [8], [9] исследовали процесс термического разложения древесины с применением ДТА. Они получили термограммы буковой и еловой древесины, смеси из целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина (4:3:3), холоцеллюлозы, лигнина и других древесных компонентов. Термограммы еловой и буковой древесины имели четыре экзотермических пика, термограммы искусственной смеси и исходной смеси не имели резкого различия. Р. Доманский и Ф. Рендош [6] наблюдали подобное явление при ДТА-исследованиях.

Метод термографии был использован нами для изучения процесса пиролиза древесины лиственницы сибирской и ее компонентов — лигнина и целлюлозы. Исследования проводили на пирометре Курнакова с использованием хромель-копелевой термопары.

Условия записи термограмм: сопротивление в ветви простой записи 49990 ом; сопротивление в ветви дифференциальной записи 550 ом; навеска исследуемого вещества 0,8 г; скорость подъема температуры 10° в 1 мин; в качестве эталона использовали окись алюминия, прокаленную при 700—800°С; исследования проводили при «ограниченном доступе» воздуха и без фиксации гравиметрических кривых.

Древесина была измельчена в муку и проэкстрагирована водой и спирто-бензольной смесью для удаления второстепенных компонентов — смоляных кислот, эфирных масел, танинов. Влажность высушенной до воздушно-сухого состояния древесины составляла 5,26%.

Целлюлозу получали при сульфитной варке. Эта целлюлоза имела волокнистый вид (дополнительно ее не измельчали), влажность 4,94%.

Лигнин был выделен из сульфитного щелока действием насыщенного раствора основного уксуснокислого свинца и представлял собой мелкодисперсный порошок коричневого цвета. Его экстрагировали в аппарате Сокслета водой и спирто-бензольной смесью для удаления остатков щелока, раствора уксуснокислого свинца, растворимых сахаров и прочих примесей. После высушивания на воздухе влажность лигнина 4,3%.

На рис. 1 представлены кривые термической деструкции древесины лиственницы сибирской и ее компонентов. Термограммы воздушно-сухого лигнина (кривая 1) и абс. сухого (кривая 2) характеризуются



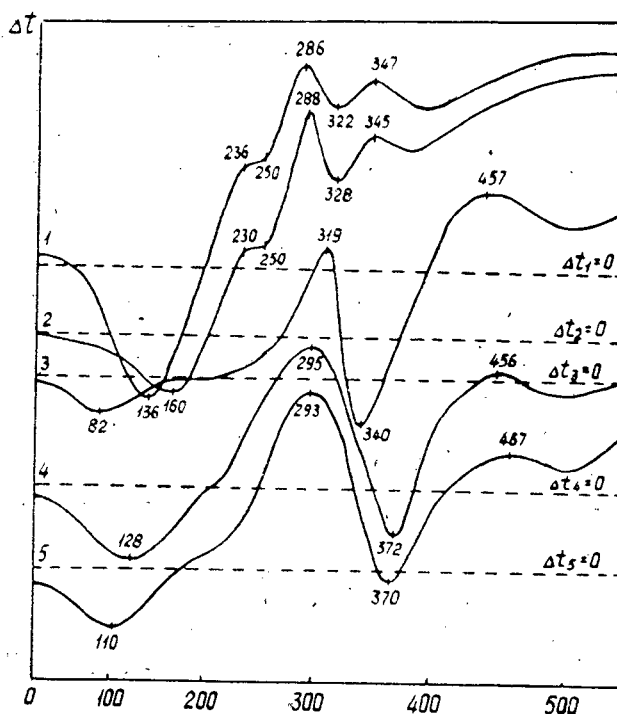


Рис. 1.

одним эндо- и двумя экзотермическими эффектами. У воздушно сухого препарата эндотермический процесс начинается при 80°C и заканчивается при 136°C, у абс. сухого начинается при 115°C и заканчивается при 160°C, то есть процесс смещен в область более высоких температур. Наличие эндоэффекта у абс. сухого препарата объясняется, по-видимому, явлением «плавления» лигнина. Это предположение подтверждается тем, что при пластометрическом испытании лигнина, проведенном нами в аппарате Сапожникова, в области температур 160—180°C наблюдалось образование пластической массы. Об этом свидетельствуют данные табл. 1, в которой представлены результаты измерений (иглой пластометра) толщины пластического слоя.

Таблица 1

| Температура, °C | Уровень пластического слоя |        | Толщина пластического слоя, мм |
|-----------------|----------------------------|--------|--------------------------------|
|                 | верхний                    | нижний |                                |
| 160             | 18,5                       | 10,5   | 8,0                            |
| 180             | 18,0                       | 10,8   | 7,2                            |
| 220             | 16,0                       | 12,0   | 4,0                            |
| 260             | —                          | 13,1   | —                              |
| 300             | —                          | 14,0   | —                              |

На рис. 2 представлены корольки твердых остатков пиролиза древесины (а), коры (б) и лигнина (в) лиственницы сибирской в аппарате Сапожникова. Из рисунка видно, что древесина, имеющая минимальное содержание лигнина, не дает спекшегося твердого остатка и, следовательно, при пиролизе не проходит стадии пластичности. Кора,

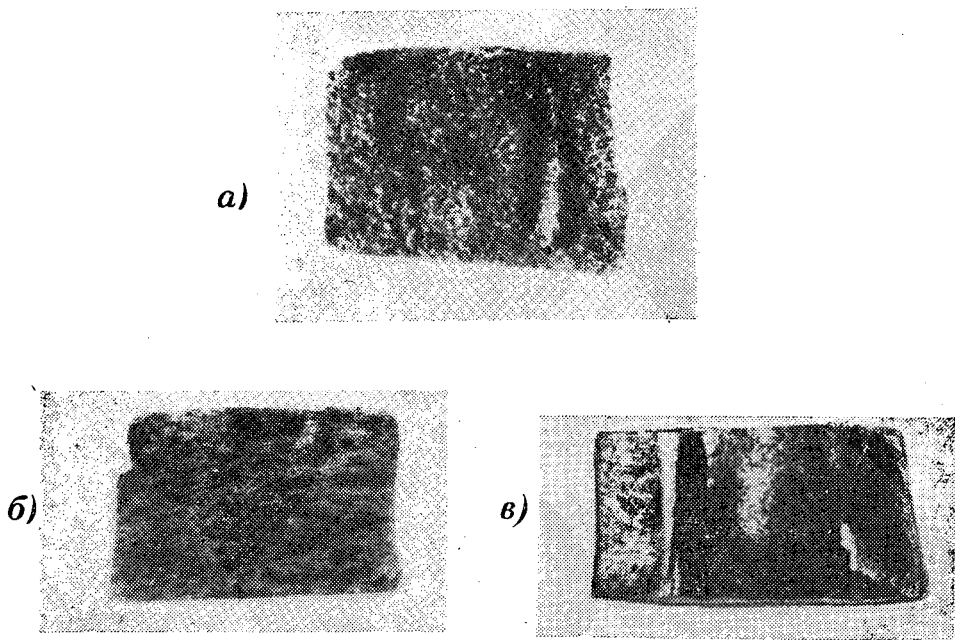


Рис. 2.

содержащая в 1,5 раза больше лигнина, чем древесина, дает слабо спекшийся королек, в котором, однако, еще явно проступают зерна частиц коры. Выделенный же из щелоков лигнин (представляющий собой высокомолекулярный продукт, структурным элементом которого являются ароматические соединения) при нагревании без доступа воздуха претерпевает термическую деструкцию. В определенном интервале температур образуется пластическая масса, которая при дальнейшем повышении температуры затвердевает, образуя плотный спекшийся остаток, напоминающий монолитную структуру кокса. Все эти процессы, являясь различными степенями разложения (а не фазовыми превращениями), имеют необратимый характер; при этом процесс «плавления», являющийся эндотермическим, требует заметного расхода тепла, что отражается на термограммах в виде эндозффекта.

У воздушно сухого препарата лигнина эффект плавления сливается с процессом испарения влаги, поэтому эндотермический пик по величине больше, чем у абс. сухого, растянут и минимум его сдвинут в область более низких температур. Дальнейший же ход кривых у обоих препаратов одинаков. После небольшой горизонтальной площадки, отвечающей подъему температуры образца, при  $250^{\circ}\text{C}$  начинается экзотермическая деструкция лигнина, заканчивающаяся при  $286\text{--}288^{\circ}\text{C}$ , в то время как многие исследователи полагают, что лигнин — самый стабильный из компонентов древесины и начинает разлагаться при температуре выше  $400^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 1 представлена также термограмма воздушно сухой целлюлозы (кривая 3), которая вначале характеризуется небольшим эндозффектом с минимумом при  $82^{\circ}\text{C}$ , отвечающим процессу испарения влаги (у абс. сухого препарата он отсутствует). Затем следует продолжительное нагревание образца. При  $280^{\circ}\text{C}$  начинается сильное экзотермическое разложение (с максимумом при  $319^{\circ}\text{C}$ ), переходящее в глубокое эндотермическое (с минимумом при  $340^{\circ}\text{C}$ ).

Гемицеллюлозы не были исследованы нами, но по данным, полученным Зандерманном и Августином [9], Р. Доманским и Ф. Рендошом [6], термическое разложение гемицеллюлоз характеризуется вначале эндотермическим процессом (начинающимся при 100°C и заканчивающимся при 180°C), а затем экзотермическим (при 250—270°C).

Сравним термограммы древесины абс. сухой (кривая 4) и воздушно сухой (кривая 5). Для воздушно сухой древесины эндотермика при 110°C включает в себя процесс испарения влаги и, по-видимому, эндозффект гемицеллюлоз (для абс. сухой древесины эндотермический процесс наблюдается при 128°C). Экзоэффект, начинающийся при 204°C (с максимумом при 293°C), более растянут, поскольку в нем совмещены экзотермики лигнина (286°C), целлюлозы (319°C) и гемицеллюлоз (250—270°C). Возникающий затем эндотермический пик (с минимумом при 370°C) отражает присущую целлюлозе реакцию разложения, но он менее глубок, поскольку на него накладывается второй экзотермический эффект лигнина (347°C).

Следовательно, данные опытов показывают, что при термической деструкции древесины термохимические эффекты разложения отдельных ее компонентов дают суммарный результат, который с известным приближением можно рассматривать как аддитивный.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. Г. Берг. Введение в термографию. Изд-во АН СССР, М., 1961.
- [2]. Г. Э. Домбург, В. Н. Сергеева. Известия АН Латвийской ССР, № 5, 1964, 625—639.
- [3]. В. А. Раковский, В. Е. Филимонов. Инженерно-физический журнал, № 3, 1961, 18—25.
- [4]. В. Н. Сергеева, А. Я. Вайвад. Известия АН Латвийской ССР, № 9, (86), 1954, 103—108.
- [5]. В. А. Филимонов, В. Е. Раковский. Сб. «Химия и генезис торфа и сапропелей». АН БССР, Минск, 1962, 120—131, 132—140.
- [6]. R. Domansky, F. Rendos. Holz als Roh- und Werkstoff, № 12, 20, 1962, 473—476.
- [7]. W. Sander mann, H. Augustin. Holz als Roh- und Werkstoff, № 7, 21, 1963, 256—265.
- [8]. W. Sander mann, H. Augustin. Holz als Roh- und Werkstoff, № 8, 21, 1963, 305—315.
- [9]. W. Sander mann, H. Augustin. Holz als Roh- und Werkstoff, № 10, 22, 1964, 377—386.

Поступила 21 ноября 1966 г.

УДК 547.992.3

## О РЕАКЦИЯХ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ ГИДРОЛИЗНЫХ ЛИГНИНОВ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Л. В. ПАНАСЮК, В. Г. ПАНАСЮК

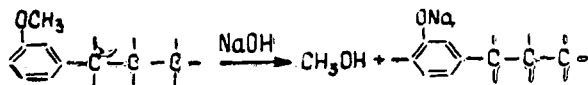
(Днепропетровский химико-технологический институт)

Ранее нами был разработан метод термического разложения гидролизных лигнинов в щелочной среде [6].

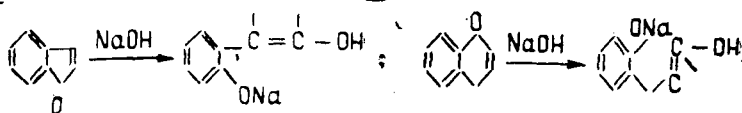
Известно, что лигнины растительной ткани хорошо растворяются в щелочных реагентах при нормальной температуре [3], гидролизные лигнины — только при повышенной [5].

При обработке растительного материала раствором щелочи при повышенной температуре происходит абсорбция щелочи лигнином; химическое взаимодействие между лигнином и абсорбированной щелочью; гидролиз, в результате которого лигнощелочной комплекс отделяется от поверхности лигнина и переходит в жидкую фазу.

Наличие свободных фенольных гидроксидов в молекуле лигнина не может обеспечить полного его растворения. Фенольные гидроксиды образуются в результате омыления метоксилов лигнина [4]; этот процесс происходит при температуре, близкой к 300°C,



Фенольные гидроксиды частично могут образоваться из-за происходящего при щелочной обработке открытия бензофуранового и бензопиранового колец лигнина [7]



М. Я. Зарубин и Д. В. Тищенко [1], [2] установили, что нагревание гидролизного лигнина в присутствии NaOH ведет к его гидролизу по простым эфирным связям с образованием низкомолекулярных продуктов фенольной природы. Эти же авторы в нашей совместной работе [6] высказали предположение, что при термическом разложении лигнина в присутствии щелочей образуется большое количество углекислоты и других кислых продуктов, нейтрализующих щелочь и разлагающих феноляты. Образовавшиеся фенолы отгоняются с парами воды.

Мы определили количество выделяющейся свободной углекислоты при сухой перегонке гидролизного лигнина древесины в различных средах. Результаты опытов представлены в табл. 1 (модуль пропитки раствором реагента равен 2).

На рис. 1 показана динамика образования углекислоты при термическом разложении гидролизного лигнина без пропитки реагентом

Таблица 1

| Среда.                             | Выход, % на сухой лигнин |         |        |                   |
|------------------------------------|--------------------------|---------|--------|-------------------|
|                                    | углекислоты              | фенолов | кислот | нейтральных масел |
| Вода                               | 4,0                      | 3,46    | 5,02   | 7,03              |
| 5% NaCl                            | 5,60                     | 6,78    | 8,04   | 7,30              |
| 5% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 10,70                    | 10,90   | 4,90   | 8,50              |
| 5% NaOH                            | 9,30                     | 14,30   | 2,0    | 8,30              |

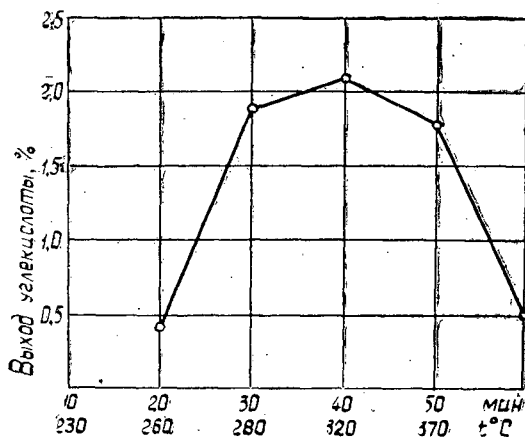


Рис. 1.

во времени и при повышении температуры (пропитка водой, модуль равен 2). Из данных, приведенных на этом рисунке, видно, что образование углекислоты из лигнина начинается при 260°C, затем ее количество значительно возрастает, а к концу процесса заметно снижается. Экзотермическая реакция термического разложения гидролизного лигнина начинается при 280°C и наиболее интенсивно проходит при 320°C.

Нами проведены опыты по определению динамики образования химических продуктов при термическом разложении гидролизного лигнина.

Для этого навеску лигнина пропитывали 5%-ным раствором NaOH при модуле, равном 2, и загружали в реторту. Через равные промежутки времени образовавшийся конденсат отбирали и анализировали. Одновременно взвешивали кали-аппарат с раствором едкого кали для определения выделившейся углекислоты. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

| Промежутки между отборами проб, мин | Температура, °C | Выход конденсата, % | pH конденсата | Выход, % на сухой лигнин |         |        |                   |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------|---------------|--------------------------|---------|--------|-------------------|
|                                     |                 |                     |               | углекислоты              | фенолов | кислот | нейтральных масел |
| 10                                  | 230             | 26,7                | 8,0           | 0                        | 0       | 0      | 0                 |
| 20                                  | 260             | 16,4                | 7,0           | 0,01                     | 0       | 0      | 0                 |
| 30                                  | 280             | 10,0                | 6,0           | 0,04                     | 0,19    | 0,13   | 0,29              |
| 40                                  | 320             | 15,2                | 5,0           | 0,04                     | 0,33    | 0,40   | 0,48              |
| 50                                  | 370             | 14,6                | 5,0           | 2,45                     | 3,60    | 0,70   | 2,58              |
| 60                                  | 450             | 17,1                | 5,0           | 6,30                     | 8,40    | 0,82   | 4,10              |

Из табл. 2 видно, что до 370°C свободная углекислота почти не выделяется. Выделяющийся конденсат вначале имел слабощелочную, а затем нейтральную реакцию. С дальнейшим повышением температуры до 280°C появляются продукты разложения лигнина. Выделяющаяся углекислота потребляется на нейтрализацию свободной щелочи, а затем на разложение фенолятов.

При сильном выделении свободной углекислоты резко увеличивается выход фенолов. Наибольшее образование продуктов термического разложения лигнина происходит при температуре от 320 до 450°C.

Изменение выхода углекислоты и фенолов из гидролизного лигнина в зависимости от характера щелочного реагента и его концентрации приведено в табл. 3.

Таблица 3

| № опыта | Катализатор                     | Концентрация катализатора, % | Выход, % на сухой лигнин |         |
|---------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------|
|         |                                 |                              | углекислоты              | фенолов |
| 1       | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 5                            | 9,5                      | 11,3    |
| 2       | "                               | 10                           | 7,0                      | 9,2     |
| 3       | "                               | 25                           | 5,4                      | 9,1     |
| 4       | NaOH                            | 5                            | 8,12                     | 14,3    |
| 5       | "                               | 10                           | 1,80                     | 6,4     |
| 6       | "                               | 25                           | 0,07                     | 4,8     |

При применении в качестве щелочного реагента растворов соды различной концентрации выделение углекислоты изменяется в небольших пределах, выход фенолов также мало меняется. При применении едкой щелочи повышающейся концентрации выход свободной углекислоты резко снижается, одновременно сильно уменьшается и выход фенолов.

### Выводы

1. Изучена реакция термического разложения гидролизных лигнинов в щелочной среде.

2. В присутствии щелочных реагентов окислительно-восстановительные процессы при термическом разложении лигнина проходят более глубоко, при этом выделяется значительно большее количество углекислоты, чем при обыкновенной сухой перегонке.

3. В щелочной среде лигнин переходит в раствор благодаря образованию фенолятных форм за счет свободных и вновь образовавшихся фенольных гидроксидов.

4. В присутствии щелочи крекинг молекул лигнина происходит более глубоко, феноляты разлагаются углекислотой и отгоняются вместе с другими продуктами разложения и водой. Выход продуктов разложения значительно выше, чем при обыкновенной сухой перегонке.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Я. Зарубин, Д. В. Тищенко. ЖПХ, т. 32, 1959, 395. [2] М. Я. Зарубин, Д. В. Тищенко. ЖПХ, т. 33, 1960, 2576. [3] Н. И. Никитин. Химия древесины и целлюлозы. Изд. АН СССР, 1951. [4] Н. И. Никитин. Химия древесины и целлюлозы. Изд. АН СССР, 1962. [5] В. Г. Панасюк, В. И. Даль, Л. В. Панасюк. ЖПХ № 1, 1956. [6] Л. В. Панасюк, В. Г. Панасюк, М. Я. Зарубин, Д. В. Тищенко. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1962. [7] К. Фрейденберг. App. Rev. Biochem. 8, 81, 1939.

УДК 668.534.62

## СПОСОБ ПАРОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ КАМФЕНА В КАМФАРУ

Е. В. АФАНАСЬЕВА, В. А. ВЫРОДОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для выяснения характера реакции окисления камфена в камфару нами были поставлены опыты по кинетике окисления камфена и камфары хромовой смесью. Результаты опытов показали, что константа скорости реакции окисления камфена в камфару практически не зависит от температуры, то есть в интервале температур 58—79°C реакция проходит в диффузионной области и эту реакцию можно рассматривать с точки зрения диффузионной кинетики.

Опыты показали, что после 30-минутного контакта камфары с хромовой смесью последняя качественно не изменяется. Отсюда можно считать, что при окислении в условиях интенсивного массообмена и при быстром отводе продуктов из зоны реакции качественного изменения камфары происходить не будет.

Было решено проводить реакцию в паровой фазе при пенном режиме. В этом случае мы имеем дело со свободной поверхностью раздела фаз гетерогенной системы. Согласно современным представлениям, скорость реакции окисления камфена в камфару (как и любой другой реакции, протекающей в гетерогенной среде) определяется, с одной стороны, скоростью химического превращения реагентов и, с другой, скоростью подвода реагирующих веществ к поверхности, на которой протекает реакция.

При пенном режиме процесса скорость его определяют следующие параметры:  $U_A$  и  $U_B$  — способность вступать в реакцию соответственно компонентов  $A$  и  $B$ ;  $\rho_c$  и  $\rho_n$  — плотность среды и пара соответственно,  $кг/м^3$ ;  $D_A$  и  $D_B$  — коэффициенты диффузии соответственно для компонентов  $A$  и  $B$  из объема к поверхности раздела фаз или к уровню, на котором протекает реакция,  $м^2/сек$ ;  $c_A$  и  $c_B$  — концентрация соответственно компонентов  $A$  и  $B$ ,  $кмоль/кмоль$  фазы;  $S$  — поверхность раздела фаз,  $м^2$ ;  $t$  — температура проведения процесса, °K;  $W$  — скорость паров в полном сечении аппарата,  $м/сек$ ;  $H$  — высота жидкой фазы в реакторе,  $м$ ;  $d$  — диаметр барботажных отверстий,  $м$ ;  $g$  — ускорение свободного падения,  $м/сек^2$ ;  $Q_m$  — энергия, вносимая потоком пара или газа в систему,  $вт/кмоль$ ;  $Q_x$  — энергия, выделенная в результате химической реакции,  $вт/кмоль$ ;  $\mu_c$  и  $\mu_n$  — вязкость среды и пара соответственно,  $нсек/м^2$ . За основу характеристики процесса мы взяли величину коэффициента массопередачи, который для химической реакции, протекающей в системе со свободной поверхностью раздела фаз (в нашем случае пар — жидкость), можно представить в виде

$$K_{\text{общ}} = \frac{1}{\frac{1}{K_x} + \frac{1}{K_d}}, \quad (1)$$

где  $K_{\text{общ}} = \frac{\text{кмоль прореагировавшего вещества}}{\text{м}^2 \text{ сек} \text{ един. разности концентраций}}$

Величина  $K_x$ , определяющая константу скорости химической реакции на поверхности раздела фаз, — функция следующих величин:

$$K_x = f'(U_A; U_B; c_A; c_B; t; S \dots). \quad (2)$$

Величина  $K_d$ , характеризующая подвод реагирующих веществ к поверхности раздела фаз, — функция следующих переменных:

$$K_d = f''(\rho_c; \rho_n; \rho_c; \rho_n; D'_A; D'_B; S; W; H; d; Q_M; Q_X; g \dots). \quad (3)$$

Нами установлено, что в интервале температур 58—79°C реакция окисления камфена в камфару протекает в диффузионной области, то есть  $K_x \gg K_d$ ; в то же время для каждой гетерогенной системы начальную концентрацию реагирующих веществ и температуру принимают постоянными. Тогда, согласно уравнению (1), можно написать

$$K_{\text{общ}} = K_d = f(\rho_c; \rho_n; \rho_c; \rho_n; D'_A; D'_B; S; W; H; d; Q_M; Q_X; g \dots). \quad (3a)$$

После ряда рассуждений и рассмотрения результатов некоторых экспериментальных работ [1], [3], [5], [6] получено критериальное уравнение следующего вида:

$$KF = A' \text{Re}_n^{m'} \left( \frac{Q_x}{Q_\Sigma} \right)^{n'} \Gamma^p, \quad (4)$$

где  $KF$  — комплекс, характеризующий массообмен в системе ( $F$  — поверхность раздела фаз, отнесенная к единице реакционного объема);

$\frac{Q_x}{Q_\Sigma} = S_E$  — симплекс, учитывающий влияние тепловых эффектов реакции на коэффициент массопередачи.

Согласно исследованиям некоторых авторов [4], [7] в условиях развития свободной турбулентности процесс массообмена практически не зависит от вязкости, а значит критерий Рейнольдса будет находиться в прямо пропорциональной зависимости от скорости движения газового потока. На основании этого уравнение (4) можно упростить

$$KF = A W^m S_E^n \Gamma^p, \quad (5)$$

Опыты по окислению камфена хромовой смесью проводили на установке полустационарного типа. Парогазовая смесь, состоящая из паров воды, камфена, а также азота, поступала через перегреватель в пенный реактор. После этого азот, пары воды, непрореагировавший камфен и продукты реакции поступали в приемники с дистиллированной водой, охлаждаемой льдом. В приемниках пары воды конденсировались, органическая часть выкристаллизовывалась. Полученные белые кристаллы взвешивали и анализировали на содержание этерифицируемых (по методу Любомилова). Анализ кристаллов методом газожидкостной хроматографии показал наличие в них только камфена и камфары, поэтому в дальнейшем мы исследовали кристаллы лишь на содержание камфена, остальное принимали за камфару.

Нами изучено влияние гидродинамической обстановки и геометрических параметров на процесс окисления камфена в паровой фазе. Проведено три серии опытов при разной высоте слоя жидкости в реакторе:  $H_1 = 0,083$  м;  $H_2 = 0,046$  м;  $H_3 = 0,026$  м.

Опытные данные обрабатывали при помощи основного уравнения массопередачи

$$G = K F c_{cp} f H, \quad (6)$$



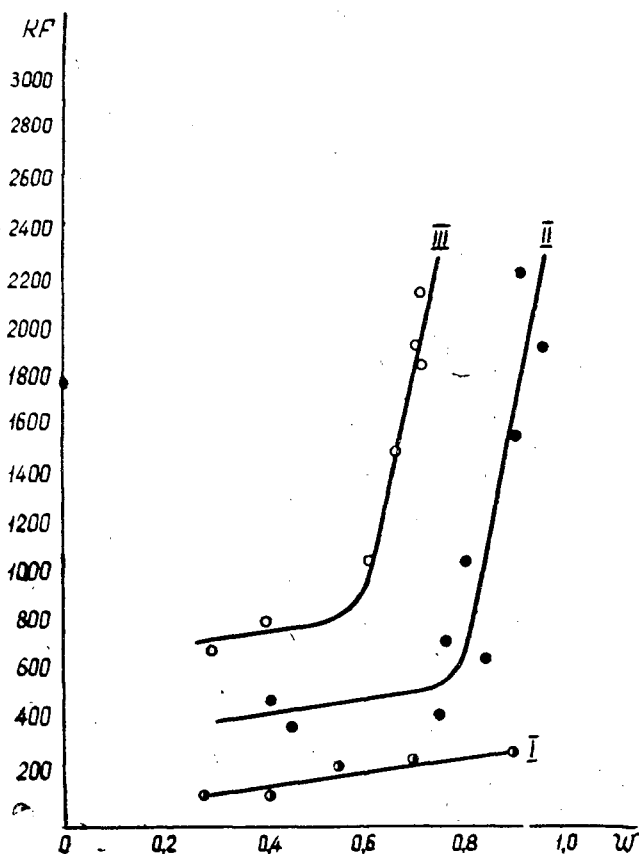


Рис. 1.

I —  $H_1 = 0,083$  м; II —  $H_2 = 0,046$  м; III —  $H_3 = 0,026$  м.

где  $G$  — количество камфена, вступившего в реакцию в единицу времени,  $\text{кмоль/сек}$ ;

$KF$  — комплекс, характеризующий массообмен в процессе,  $\frac{\text{кмоль}}{\text{м}^3 \text{сек ед. разности концентраций}}$ ;

$c_{\text{ср}}$  — средняя концентрация камфена в парах,  $\frac{\text{кмоль камфена}}{\text{кмоль парогaзов}}$ ;

$f$  — площадь сечения реактора,  $\text{м}^2$ ;

$H$  — высота слоя жидкости в реакторе, м.

Представив уравнение (6) в виде

$$KF = \frac{G}{c_{\text{ср}} f H}, \quad (6a)$$

можно определить комплекс  $KF$ .

На основании обработки опытных данных построен график зависимости величины  $KF$  от скорости паров в полном сечении пенного аппарата при различной высоте слоя реакционной смеси (рис. 1).

Как видно из графика, при уменьшении высоты слоя величина  $KF$  возрастает и переход к пенному режиму происходит при низких скоростях. При высоте, равной 0,083 м, пенного режима достичь не удалось, так как дальнейшее увеличение скорости движения паров приводило к перебросу жидкости из реактора в приемники. Легко заметить, что

гидродинамическая обстановка опыта влияет на процесс окисления камфена. При увеличении скорости парогазов величина  $KF$  значительно возрастает.

В результате обработки опытных данных для режима развитой свободной турбулентности была получена эмпирическая формула

$$KF = 0,013 W^{3,5} H^{-1,3}. \quad (7)$$

По уравнению (7), учитывая выражение (6а), легко вычислить объем аппарата для реакции окисления камфена (с соблюдением модельных условий проведения процесса)

$$V_a = \frac{G}{KF_{\text{ср}}}. \quad (8)$$

Задаваясь высотой  $h$  жидкостного слоя на полках реактора и выбирая его сечение в соответствии с оптимальной скоростью движения парогазовой смеси, можно вычислить необходимое число полок в реакторе

$$z = \frac{G}{KF_{\text{ср}} f \cdot h}. \quad (9)$$

Исходя из заводских условий и принимая  $H = 0,026$  м и  $W = 0,65$  м/сек, мы нашли число полок в реакторе для окисления камфена хромовой смесью ( $z = 16$ ).

Существует мнение [2], что в системах со свободной поверхностью раздела фаз энергия химической реакции оказывает существенное влияние на массообмен. Ранее [2] нами были рассмотрены реакции омыления изоборнилформиата, сульфирования толуола и бензола для выяснения влияния теплового эффекта реакции на массообмен. Оказалось, что полученные для этих реакций закономерности подтвердятся и при рассмотрении реакции окисления камфена в камфару.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Выродов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1959. [2]. В. А. Выродов, Е. В. Афанасьева. ЖПХ № 9, 1977, 1964. [3]. В. В. Кафаров, Л. И. Блехман. Сб. «Процессы и аппараты». Госхимиздат, 1953. [4]. В. В. Кафаров. Вопросы массопередачи. Госхимиздат. Л., 1957. [5]. М. Е. Позин, И. П. Мухленов и др. Пенный способ обработки газов и жидкостей. Госхимиздат, 1955. [6]. Н. И. Смирнов, Н. С. Павлушенко, П. Г. Романков. ЖПХ, XXXV, 90, 1962. [7]. Van Krevelen, P. I. Hoftizer. Chem. Ing. Progr. 46, 29, 1950.

Поступила 4 февраля 1967 г.

УДК 676

## АССОРТИМЕНТНАЯ СТРУКТУРА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ США И ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОСЛЕВОЕННЫЙ ПЕРИОД

Т. Н. БОНДОВСКАЯ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Ассортиментная структура ЦБП \* США характеризуется огромным числом выпускаемых видов продукции с постоянно изменяющимся соотношением объемов их производства и потребления, возникновением новых производств и отмиранием старых в соответствии с объективными законами общественного производства.

Динамика роста производства ЦБП США (в процентах к 1953 г.) представлена в табл. 1.

Таблица 1

| Годы | Производство полуфабрикатов и готовой продукции | Производство полуфабрикатов |            |                            | Производство готовой продукции | Потребление макулатуры | Экспорт полуфабрикатов |
|------|---|-----------------------------|------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|
|      |   | всего                       | для бумаги | для химической переработки |                                |                        |                        |
| 1955 | 115,5   | 118                         | 117        | 148                        | 114                            | 105                    | 390                    |
| 1960 | 135   | 144                         | 143        | 167                        | 128                            | 105                    | 700                    |
| 1963 | 155   | 168                         | 168        | 203                        | 150                            | 105                    | 730                    |

Из табл. 1 видно, что в период послевоенного развития в ЦБП США наблюдался явно выраженный преимущественный рост производства полуфабрикатов по сравнению с готовой продукцией.

Если сравнить изменение соотношений внутри производства полуфабрикатов, то можно заметить преимущественный рост производства целлюлозы (млн. т) по сравнению с древесной массой (табл. 2). Это следствие прогресса в технике и технологии целлюлозного производства.

За период с 1953 по 1963 гг. устанавливалось длительное постоянство в соотношениях между

объемами производства бумаги и картона; при этом для структуры готовой продукции характерно сохранение большего удельного веса картона (примерно на уровне 51—52%) по сравнению с бумагой.

Для рассматриваемого периода общая тенденция в производстве бумаги и картона — повышение доли продукции более высокого качества и улучшение степени обработки. В 1962 г. выпуск картона с по-

Таблица 2

| Годы | Древесные полуфабрикаты | Целлюлоза и полуцеллюлоза | Древесная масса |
|------|-------------------------|---------------------------|-----------------|
| 1953 | 15,8                    | 12,6                      | 3,2             |
| 1955 | 18,8                    | 15,4                      | 3,4             |
| 1960 | 22,8                    | 18,8                      | 4,05            |
| 1963 | 26,7                    | 22,5                      | 4,2             |

\* Здесь и далее целлюлозно-бумажная промышленность обозначена сокращенно ЦБП.

верхностным облагораживанием составил более 25% общего производства, а выпуск покрытых и глазированных бумаг — 40% всей продукции переработки бумаги и картона.

На структуру производства и потребления продукции некоторое влияние оказали изменения в объемах экспорта и импорта ее. Изменения в экспорте (тыс. т) за 1953—1962 гг. представлены в табл. 3.

Таблица 3

| Годы | Бумага, картон и продукция их переработки | Бумага и картон | Бумага | Картон | Продукция переработки бумаги и картона |
|------|---|-----------------|--------|--------|--|
| 1953 | 432                                       | 348             | 181    | 167    | 84                                     |
| 1955 | 768                                       | 669             | 380    | 289    | 99                                     |
| 1960 | 933                                       | 820             | 335    | 485    | 113                                    |
| 1962 | 1088                                      | 915             | 329    | 586    | 173                                    |

Экспорт картона и бумаги возрос в большей степени по сравнению с другими видами продукции. С 1953 по 1963 гг. изменения в импорте полуфабрикатов и готовой продукции были очень незначительны; 94% всей импортируемой продукции составляла газетная бумага. В 1962 г. доля собственного производства в потреблении продукции составила по полуфабрикатам 94,7, бумаге 77,8, картону 102,3%, а по всей продукции промышленности в целом 91,7%.

В период 1953—1963 гг. соотношение объемов потребления бумаги и картона так же, как и их производства, оставалось примерно на одном уровне, но в противоположность производству больший удельный вес составляла бумага — 55% общего объема.

В 1962 г. общее количество всей потребляемой продукции распределялось по направлениям использования следующим образом: 1) бумага — газетная 31,7%; печатная всех видов 18,6; писчая 5,1; упаковочная всех видов 18,4; промышленно-техническая всех видов 5,2; санитарно-бытовая 9,2; строительная 7; прочая 4,8%; 2) картон — тарный 77% (в том числе ящичный 47,4; коробочный 26,9); специальный для консервных банок, футляров и цилиндрической тары 3; карточный 0,8; папочный (переплетный, кожаный) 0,7; строительный 9,5; прочий картон 12%.

Потребление бумаги так называемых «культурных сортов» (для печатания и письма) в 1962 г. составило 11,857 млн. т, или 55,4% всей бумаги, в 1953 г. — 58%. В 1962 г. 77% всего объема картонного производства составил тарный картон, 9,5% — строительный и 13,5% — все прочие виды. В целом в 1953 г. 46% всей продукции ЦБП составляли бумага и картон для целей упаковки, 32% — для печати и письма, 9% — для строительства и 13% — для прочего промышленного и бытового использования, а в 1962 г. 45% продукции составляла бумага для упаковки, 30% — для печати и письма, 8% — для строительства и 17% — для прочих промышленных целей, то есть за рассматриваемый период несколько снизился (на 2%) удельный вес культурных сортов и значительно повысился (на 4%) удельный вес промышленных видов как бумаги, так и картона.

При подготовке статьи использована следующая литература:

- [1]. Paper Trade Journal, 147, n. 16, p. 39, n. 50, p. 35, 1963. [2]. Paperboard Packaging, v. 48, n. 8, 1963. [3]. Pulp, Paper and Board. Prepared by Bureau of Census. Wash., 1954, 1958. [4]. Pulp and Paper., v. 37, № 2, 1963; v. 38, n. 9, 10, 1964. [5]. Pulp and Paper Internationale, v. 5, n. 8, n. 9, 1963; v. 6, n. 9, 1964.

УДК 533.6

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИКИ ЦИКЛОННО-ВИХРЕВЫХ КАМЕР С КОЛЬЦЕВЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ

Э. Н. САБУРОВ, А. И. ЕГОРОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Результаты исследования аэродинамики вертикальных вихревых нагревательных камер [1], [2] показали, что загрузка объема камеры соосной с ней вставкой цилиндрической формы позволяет при определенных условиях существенно интенсифицировать крутку в результате частичной или полной ликвидации осевого обратного тока.

Таким образом, было установлено, что коаксиально расположенная в камере цилиндрическая вставка может служить своеобразным регулятором осевого обратного тока, являющегося одним из основных элементов аэродинамики циклонно-вихревых незагруженных камер. Это представляет определенный практический интерес и вызывает необходимость проводить аэродинамические исследования циклонно-вихревых камер с кольцевым поперечным сечением. Камеры подобного типа уже нашли применение в металлургии (секционные печи) и с успехом могут быть использованы в качестве энерготехнологических установок по сжиганию промышленных отходов (бардяных концентратов, лигнина и т. д.), где цилиндрическая вставка при соответствующем конструктивном оформлении может играть роль не только интенсификатора, но и стабилизатора горения. В сушильных же установках цилиндрическая вставка может быть использована в качестве дополнительной интенсивно работающей теплопередающей поверхности.

В настоящей работе приведены результаты экспериментального исследования аэродинамики изотермического потока в модели циклонно-вихревой камеры с кольцевым поперечным сечением. Опыты проводили на модели, схематический чертеж которой представлен на рис. 1.

Диаметр модели  $D_k = 310$  мм, длина  $L_k = 580$  мм. Воздух подводили в модель тангенциально с диаметрально противоположных сторон восемью шлицами 3 (по четыре с каждой стороны). Внутренние размеры каждого подводящего шлица  $20 \times 44$  мм. Шлицы были расположены равномерно по высоте камеры. Из камеры газ отводили через плоский пережим одного из торцов камеры. Сменные диафрагмы 1 позволяли варьировать диаметр выходного отверстия  $d_n$  от 62 до 217 мм, что соответствовало изменению параметра  $\frac{d_n}{D_k}$  от 0,2 до 0,7. Диаметр коаксиально расположенных в камере вставок  $D_b$  меняли в опытах от 27 до 142 мм ( $\frac{D_b}{D_k} = 0,087 \div 0,458$ ).

Поле скоростей и давлений в объеме камеры измеряли в трех сечениях по длине ( $\frac{l}{D_k} = 0,226; 0,884; 1,53$ ) пятиканальными шаровыми зондами по обычной методике.

Анализ полученных опытных данных показал, что наблюдаемые в вертикальных нагревательных камерах [2] основные особенности течения потока при исследованных сочетаниях параметров ( $\frac{d_n}{D_k}$  и  $\frac{D_b}{D_k}$ ) оказываются характерными и для камер с кольцевым поперечным сечением. В этих камерах так же, как и в вертикальных, в рабочем диа-

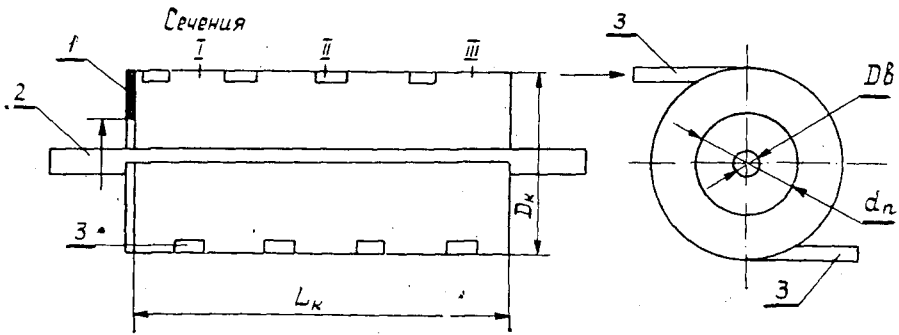


Рис. 1.

1 — плоский пережим; 2 — заготовка; 3 — шлиц.

пазоне скоростей поток является автомодельным по расходу газа и (за исключением пристенной зоны течения) может рассматриваться как осесимметричный.

Полученные экспериментальные данные по распределению тангенциальной скорости при различных значениях параметров  $\frac{d_n}{D_k}$  и  $\frac{D_b}{D_k}$  позволили выявить сочетание диаметров вставок и выходного отверстия, обеспечивающее оптимальные условия крутки потока. Улучшение общей крутки потока обусловлено сокращением (вставкой) объема подсазываемых извне вдоль оси камеры газов, образующих в этой зоне осевой обратный ток.

На рис. 2 представлены результаты опытов по исследованию влияния параметров  $\frac{d_n}{D_k}$  и  $\frac{D_b}{D_k}$  на относительную крутку потока  $\frac{\omega_{\varphi max}}{\omega_{вх}}$  ( $\omega_{\varphi max}$  — максимальная тангенциальная скорость в поперечном сечении камеры;  $\omega_{вх}$  — средняя входная скорость воздуха в шлице). Как видно из рисунка, для всех значений  $\frac{d_n}{D_k}$  (кроме величины, равной 0,2) существуют вполне определенные значения  $\frac{D_b}{D_k}$ , обеспечивающие оптимальные условия крутки потока в камере. При  $\frac{d_n}{D_k} = 0,2$  обратный осевой ток в незагруженной камере отсутствует, поэтому введение вставки в приосевую область потока монотонно снижает относительную крутку. Для  $\frac{d_n}{D_k} > 0,2$  значения  $\frac{D_b}{D_k}$ , обеспечивающие оптимальные условия крутки, возрастают с увеличением  $\frac{d_n}{D_k}$ ; так, если для величины  $\frac{d_n}{D_k}$ , равной 0,3, оптимальные условия наблюдаются при  $\frac{D_b}{D_k} = 0,5$ , то для значения  $\frac{d_n}{D_k}$ , равного 0,6, — при  $\frac{D_b}{D_k} = 0,4$ .

Полученные опытные данные по распределению  $\frac{\omega_{\varphi max}}{\omega_{вх}}$  в зависимости от  $\frac{D_b}{D_k}$  и  $\frac{d_n}{D_k}$  для камер рассматриваемого типа и данные для вертикальных нагревательных камер [1] практически совпадают. Это подтверждает выводы [1] о том, что влияние тела, введенного в осевую

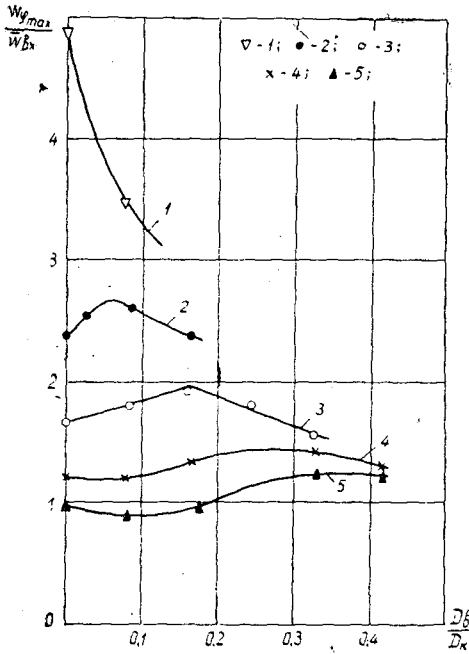


Рис. 2. Зависимость относительной крутки потока от диаметров вставки и пережима выходного торца.

1 -  $\frac{d_{\Pi}}{D_K} = 0,2$ ; 2 - 0,3; 3 - 0,4; 4 - 0,5; 5 - 0,6.

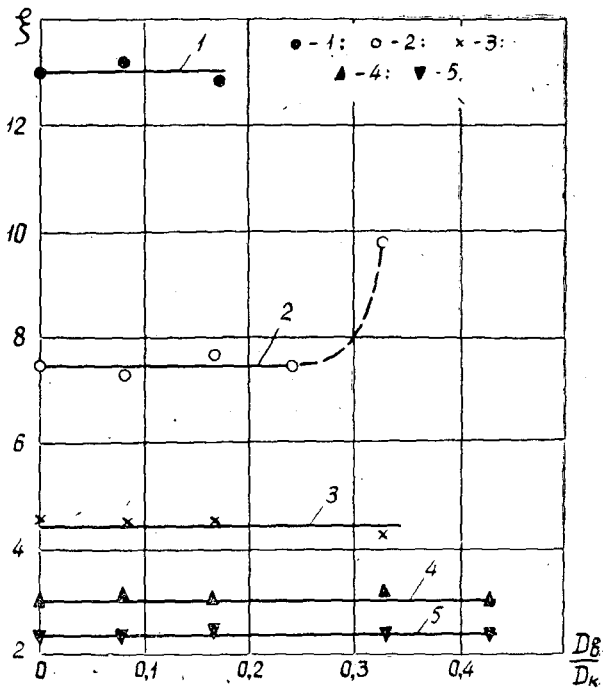


Рис. 3. Изменение коэффициента сопротивления модели в зависимости от параметров  $\frac{d_{\Pi}}{D_K}$  и  $\frac{D_{\theta}}{D_K}$ .

1 -  $\frac{d_{\Pi}}{D_K} = 0,3$ ; 2 - 0,4; 3 - 0,5; 4 - 0,6; 5 - 0,7.

зону потока в вихревой камере, определяется, в основном, вызванной им общей перестройкой аэродинамики потока, а не диссипацией энергии вследствие трения потока о стенки тела.

Большой практический интерес представляет тот факт, что при условиях наибольшей интенсификации крутки сопротивление камеры оказывается на уровне незагруженной. На рис. 3 приведены полученные опытным путем величины коэффициентов сопротивления камеры

$$\zeta = \frac{\Delta P_n}{\frac{1}{2} \rho w_{вх}^2} = \frac{\Delta P_c}{\frac{1}{2} \rho w_{вх}^2} + 1,$$

где  $\Delta P_n$  — перепад полного давления в камере (разность между полным давлением во входных шлицах и давлением атмосферы).

Как видно из рис. 3, для всех  $\frac{d_n}{D_k}$  значениям  $\frac{D_b}{D_k}$ , соответствующим оптимальным условиям по крутке, коэффициент сопротивления камеры оказывается равным  $\zeta$ , таким же как для случая  $\frac{D_b}{D_k} = 0$ . При  $\frac{d_n}{D_k} \geq 0,3$  в исследованном диапазоне изменения  $\frac{D_b}{D_k}$  для каждого из пережимов коэффициент сопротивления не зависит от диаметра вставки.

Однако такой характер зависимости  $\zeta$  от  $\frac{D_b}{D_k}$  наблюдается лишь в определенных интервалах  $\frac{D_b}{D_k}$ , различных для каждого из значений параметра  $\frac{d_n}{D_k}$ .

В тех случаях, когда по своим радиальным размерам вставка приближается к выходному отверстию, начинает резко возрастать сопротивление выхода, приводящее к росту общего сопротивления камеры (на рис. 3 пунктирная часть кривой). Дальнейшее увеличение  $\frac{D_b}{D_k}$  приводит к еще более интенсивному росту  $\zeta$  и к падению относительной крутки потока (рис. 1).

Данные опытов показали, что в осесимметричном ядре потока камеры кольцевого поперечного сечения, так же как и в вертикальной камере [2], распределение безразмерной тангенциальной скорости хорошо аппроксимируется соотношением

$$w = \frac{w_\varphi}{w_{\varphi max}} = \left( \frac{2\eta}{1 + \eta^2} \right)^n, \quad (1)$$

где  $\eta = \frac{r - r_b}{r_{\varphi max} - r_b}$ .

Показатель  $n$  — постоянная для данной камеры величина, зависящая лишь от параметра  $\frac{D_b}{D_k}$ . В соотношении (1) приняты обозначения:  $r$  — текущий радиус;  $r_b$  — радиус вставки;  $r_{\varphi max}$  — радиус положения максимальной тангенциальной скорости  $w_{\varphi max}$ .

На рис. 4 приведено сопоставление расчетных данных аппроксимационной зависимости  $w = f(\eta, n)$  с опытными данными. Совпадение вполне удовлетворительно.



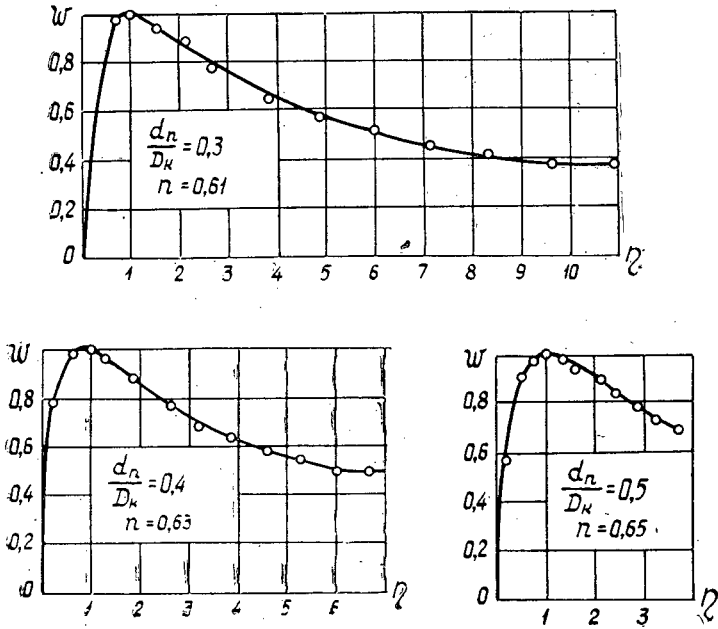


Рис. 4. Сопоставление аппроксимационной зависимости  $w = f(\eta, n)$  с опытными данными ( $r_B = 13$  мм).

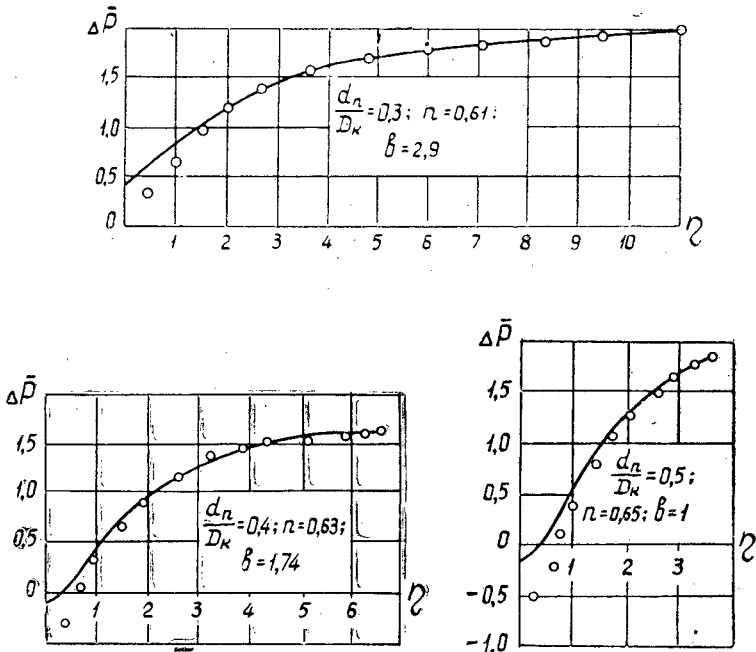


Рис. 5. Сопоставление опытных и расчетных данных по распределению статического давления в ядре потока ( $r_B = 13$  мм).

Из условия равновесия потока в радиальном направлении на основе аппроксимации [2] можно установить (с достаточной для практических целей точностью) распределение статического давления в ядре потока

$$\Delta \bar{P} = \frac{\Delta P}{\frac{1}{2} \rho \omega_{\varphi \max}^2} = 2 \int_0^{\eta} \frac{1}{(\eta + b)} \left( \frac{2\eta}{1 + \eta^2} \right)^{2n} d\eta + C, \quad (2)$$

где  $b = \frac{r_b}{r_{\varphi \max} - r_b}$ .

На рис. 5 приведено сопоставление расчетных и опытных данных по распределению статического давления в кольцевой области ядра потока по радиусу камеры. Из сопоставления видно, что расчетная зависимость  $\Delta \bar{P} = f(\eta, b, n)$  дает приемлемое совпадение с опытными данными.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. М. Михайлов, Э. Н. Сабуров. К аэродинамике вихревых нагревательных устройств. ИВУЗ, Журн. «Энергетика» № 10, 1966. [2]. Э. Н. Сабуров. Исследование аэродинамики и конвективного теплообмена в вихревых нагревательных устройствах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук, Л., 1966.

Поступила 18 января 1968 г.

## КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 65.011.56

### О РАСЧЕТЕ ПРИВОДА С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ МУФТОЙ СКОЛЬЖЕНИЯ В ПОСЫЛОЧНОМ МЕХАНИЗМЕ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

К. С. КЛЫКОВ, Ю. М. ВАРАКИН

(Архангельский лесотехнический институт)

В посылочных механизмах лесопильных рам наряду с системами автоматического регулирования посылки в зависимости от мощности резания [5] применяют также и системы стабилизации. В этих системах посылку поддерживают на заданном уровне вне зависимости от изменений внешних факторов.

К числу наиболее распространенных устройств стабилизации относится привод типа ПМС-3. Принципиальная электрическая схема этого привода показана на рис. 1. Механизм приводится во вращение от

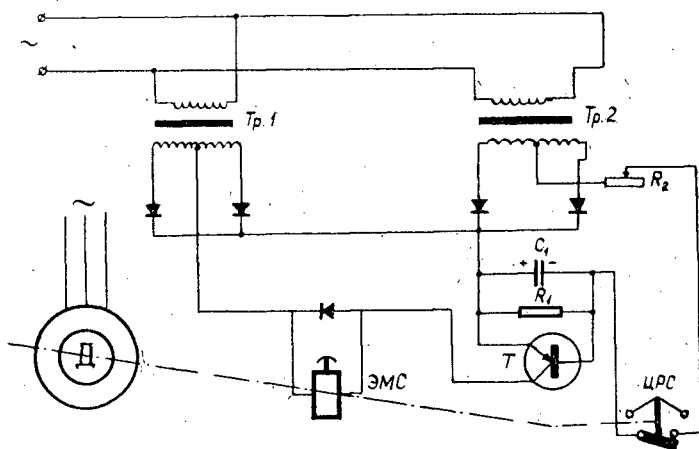


Рис. 1.

асинхронного электродвигателя Д, на валу которого закреплена электромагнитная муфта скольжения ЭМС. Выходной вал ЭМС связан с посылочными вальцами лесопильной рамы. На этом валу установлен также и центробежный регулятор скорости ЦРС. Контакты регулятора ЦРС включены в цепь базы полупроводникового триода Т. В коллекторную цепь триода включена обмотка муфты ЭМС. Усилитель работает в релейном режиме.

При скорости вращения выходного вала электромагнитной муфты ниже заданного значения контакты ЦРС замкнуты и триод Т открыт. В этом случае по обмотке ЭМС протекает достаточно большой ток, и крутящий момент от двигателя передается через редуктор подающим вальцам. Скорость вращения выходного вала муфты растет и по достижении ею заданного значения контакты ЦРС размыкаются. Это при-

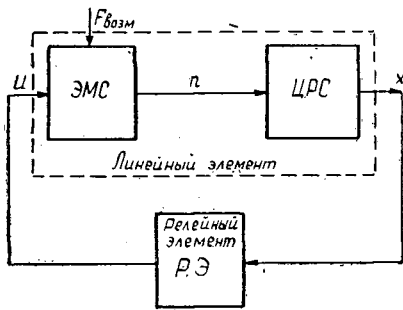


Рис. 2.

трех звеньев: электромагнитной муфты скольжения ЭМС; центробежного регулятора ЦРС и релейного элемента РЭ. Структурная схема системы приведена на рис. 2.

Звенья системы автоматического регулирования описываются следующими уравнениями.

Центробежный регулятор ЦРС (учитывая его небольшие маховые массы) можно рассматривать как безынерционный элемент [3], тогда

$$x = k_1 n, \quad (1)$$

где  $x$  — перемещение контактного ползунка;

$k_1$  — коэффициент усиления регулятора;

$n$  — число оборотов вала регулятора.

Электромагнитная муфта скольжения может быть представлена в операторном виде уравнением [4]

$$(\tau_1 p + 1)(\tau_2 p + 1)(\tau_3 p + 1)n = k_2(\tau_4 p + 1)u, \quad (2)$$

здесь  $\tau_1$  — электромеханическая постоянная времени муфты;

$\tau_2$  — постоянная времени обмотки;

$\tau_3$  — постоянная времени, учитывающая реверсирование муфты;

$$\tau_4 = \frac{\tau_2 + \tau_3}{2};$$

$k_2$  — коэффициент усиления муфты;

$u$  — напряжение питания обмотки.

Учитывая, что в приводе установлена нереверсивная электромагнитная муфта, зависимость (2) можно несколько упростить. Тогда она принимает вид

$$(\tau_1 p + 1)(\tau_2 p + 1)n = k_2(\tau_4 p + 1)u. \quad (3)$$

Электромеханическую постоянную времени  $\tau_1$  рассчитывают по формуле

$$\tau_1 = \frac{I}{C_0 E_B}, \quad (4)$$

где  $I$  — приведенный к валу муфты маховой момент движущихся частей;

$C_0$  — коэффициент вращающего момента;

$E_B$  — э. д. с., наводимая в роторе муфты.

Коэффициент вращающего момента муфты  $C_0$  зависит от ряда факторов и может быть определен по формуле

$$C_0 = \frac{4ID^3 k_a}{R_0}, \quad (5)$$

водит к значительному снижению тока в коллекторной цепи триода Т, и скорость вращения выходного вала ЭМС снижается, что снова замыкает контакты ЦРС. Заданное значение скорости вращения определяется длительностью и частотой следования замыканий и размыканий контактов ЦРС.

Принципы работы и конструкции этого привода подробно описаны в литературе [7], [8].

Система регулирования этого типа может быть представлена в виде

где  $l$  — длина полюса;  
 $D$  — диаметр ротора;  
 $k_s$  — коэффициент длины полюса ( $k_s = \frac{l}{b}$ );  
 $b$  — ширина полюса;  
 $R_0$  — сопротивление ротора наводимым в нем током.

$$R_0 = \frac{\pi \rho}{\delta \ln \left( 1 + \frac{\pi b}{2l} \right)}, \quad (6)$$

здесь  $\rho$  — удельное сопротивление материала ротора;  
 $\delta$  — толщина стенки ротора.

Э.д.с., наводимая в роторе муфты  $E_B$ , зависит от приведенной магнитной индукции в зазоре  $B_{пр}$

$$E_B = 2B_{пр}^2. \quad (7)$$

Релейный элемент описывают уравнением

$$U = \Phi(x). \quad (8)$$

Характеристика релейного элемента показана на рис. 3.

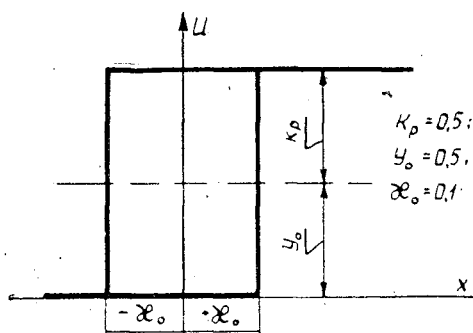


Рис. 3.

Передаточная функция линейной части системы (муфта скольжения и регулятор) имеет вид

$$K(p) = \frac{k_1 k_2 (\tau_4 p + 1)}{(\tau_1 p + 1)(\tau_2 p + 1)}. \quad (9)$$

Определенные расчетным путем значения коэффициентов усиления и постоянных времени для привода посыльного механизма лесопильных рам приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Звено | Расчетные значения                            |                       |
|-------|---|-----------------------|
|       | постоянных времени, сек                       | коэффициента усиления |
| ЦРС   | —   | $k_1 = 0,016$         |
| ЭМС   | $\tau_1 = 0,6; \tau_2 = 0,01; \tau_4 = 0,005$ | $k_2 = 60$            |

Применение критериев Я. З. Цыпкина [3], [6] к уравнению (9) позволяет утверждать, что система устойчива при действии внешних возмущающих сил. Однако при наличии периодического внешнего воздействия в релейной системе могут появиться вынужденные колебания.

На систему посыльного механизма лесопильной рамы периодически действует возмущающая сила со стороны пильной рамки, которая носит импульсный характер и имеет частоту  $\omega_0 = 5$  гц при длительности импульса 0,025 сек.

Область существования вынужденных колебаний определяется (в соответствии с положениями теории релейных систем [6]) путем построения графика в координатах  $\frac{A_{кр}}{k_0} = f(\bar{\omega}_0)$ . Эта область ограничена кривыми, построенными на рис. 4 в соответствии со следующими зависимостями:

$$\frac{A_{1кр}}{k_0} = \bar{\tau} - \frac{1}{2} \frac{\pi}{\bar{\omega}_0} + 1 - 2 \frac{e^{-\bar{\tau}}}{1 + e^{\pi/\bar{\omega}_0}} - \frac{H_0}{k_0} \quad (10)$$

(для нижней границы области);

$$\frac{A_{2кр}}{k_0} = \sqrt{\left(\frac{A_{1кр}}{k_0}\right)^2 + \left[\frac{1}{\bar{\omega}_0} \left(1 - 2 \frac{e^{-\bar{\tau}}}{1 + e^{\pi/\bar{\omega}_0}}\right)\right]^2} \quad (11)$$

(для верхней границы области),

где  $A$  — амплитуда внешнего воздействия;

$$k_0 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_p \cdot \tau_1;$$

$k_p, H_0$  — параметры релейного элемента (по рис. 3);

$$\bar{\omega}_0 = \omega_0 \tau_1; \quad \bar{\tau} = \frac{\tau}{\tau_1}.$$

Анализ графика  $\frac{A_{кр}}{k_0} = f(\bar{\omega}_0)$  (рис. 4) позволяет выделить три области: I — свободных колебаний; II — вынужденных с двумя периодическими решениями; III — вынужденных с одним периодическим решением.

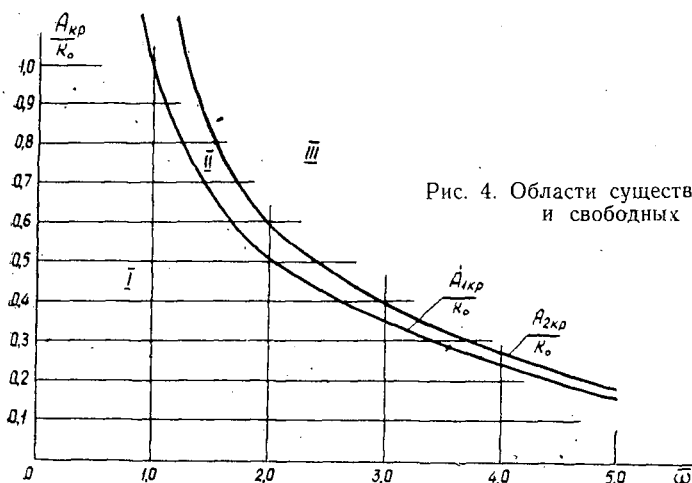


Рис. 4. Области существования вынужденных и свободных колебаний.

В механизме послылки возможен лишь режим свободных колебаний, так как  $\omega_0 = 5$  гц ( $\bar{\omega}_0 = 3$ );  $A = 0,1$ . Однако при увеличении ча-

стоты внешнего воздействия в системе могут возникать вынужденные колебания с частотой возмущающей силы. Это предположение было проверено авторами при моделировании системы автоматического регулирования (на моделирующей установке типа МН-7) и полностью подтвердилось.

Построение кривой переходного процесса в релейной системе [6] сводится к построению переходного процесса линейной части системы и приведению внешнего воздействия  $F_{\text{возм}}$  к входу релейного элемента.

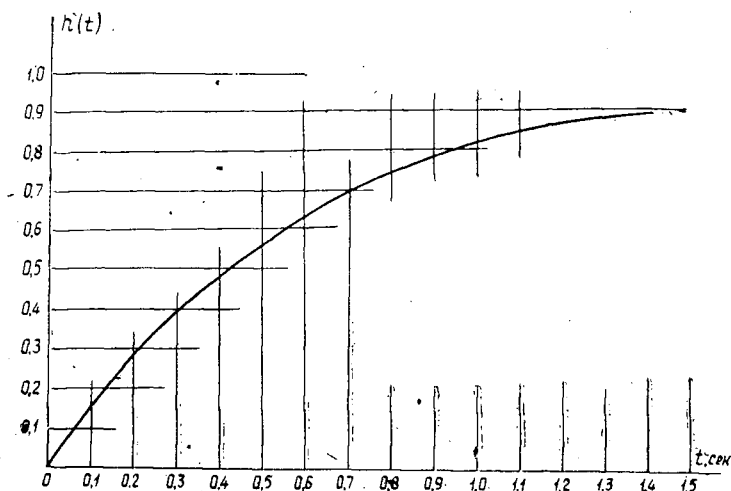


Рис. 5. Временная характеристика системы.

Кривая переходного процесса линейной части показана на рис. 5 и представляет собой временную характеристику  $h(t)$ , которая, как известно, является оригиналом изображения  $K_{(p)} \cdot \frac{1}{p}$ .

В данном случае

$$K_{(p)} \cdot \frac{1}{p} = \frac{k_1 k_2 (\tau_4 p + 1)}{(\tau_1 p + 1)(\tau_2 p + 1)} \cdot \frac{1}{p}. \quad (12)$$

Этому изображению соответствует функция [2]

$$h(t) = k_1 k_2 \frac{\tau_4}{\tau_1 \tau_2} \left[ \frac{1}{\tau_4} + \frac{1}{\tau_1} \frac{1 - \frac{1}{\tau_1}}{1 - \frac{1}{\tau_2}} e^{-\frac{t}{\tau_1}} + \frac{1}{\tau_2} \frac{1 - \frac{1}{\tau_2}}{1 - \frac{1}{\tau_1}} e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right]. \quad (13)$$

При приведении  $F_{\text{возм}}$  к входу релейного элемента (согласно теории автоматического регулирования) изображение возмущающей силы  $L[F'(t)]$ , приложенной к муфте, необходимо умножить на передаточную функцию линейной части системы  $K_{(p)}$ , то есть

$$L_i[F(t)_{\text{возм}}] = L[F'(t)] K_{(p)}, \quad (14)$$

где  $L[F(t)_{\text{возм}}]$  — изображение возмущающей силы, приведенной к входу релейного элемента.

Считают [1], что  $L[F'(t)] = \frac{1}{8p}$ , тогда

$$L[F(t)_{\text{возм}}] = \frac{k_1 k_2 (\tau_4 p + 1)}{8p (\tau_1 p + 1) (\tau_2 p + 1)}. \quad (15)$$

Изображению (15) соответствует функция

$$f(t) = \frac{k_1 k_2}{8} \cdot \frac{\tau_4}{\tau_1 \tau_2} \left[ \frac{1}{\tau_4} \left[ \frac{1}{\tau_1} \cdot \frac{1}{\tau_2} + \frac{1}{\tau_4} - \frac{1}{\tau_1} \right] e^{-\frac{t}{\tau_4}} + \right. \\ \left. + \frac{1}{\tau_2} \left( \frac{1}{\tau_2} - \frac{1}{\tau_1} \right) e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right]. \quad (16)$$

Задавая значениями  $t$ , можно построить кривую  $f(t)$ , которая характеризует возмущающее воздействие, приведенное к входу релейного элемента (рис. 6).

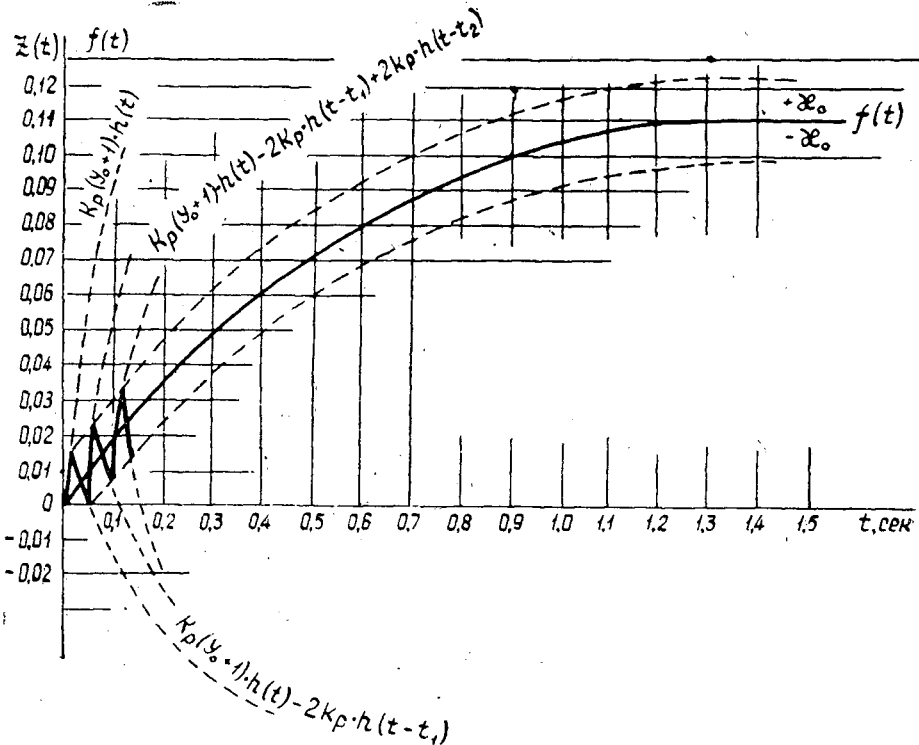


Рис. 6. Построение переходного процесса системы.

Кривая переходного процесса (с учетом изложенного выше) может быть описана зависимостью

$$z(t) = k_p \left\{ y_0 h(t) + \sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k [h(t - t_k) - h(t - t_{k+1})] + \right. \\ \left. + (-1)^n h(t - t_n) \right\}. \quad (17)$$



График переходного процесса, построенный в соответствии с зависимостью (17), показан на рис. 6. Из графика  $z(t)$  следует, что переходный процесс в системе носит колебательный, импульсный характер. Длительность этого процесса около 1,3 сек.

### Выводы

1. Данная система предусматривает только стабилизацию посылки благодаря частому срабатыванию релейного элемента (около 30 имп/сек) вне зависимости от мощности резания и диаметра бревна.

2. При существующей частоте движения пильной рамки система подачи устойчива и легко поддается управлению.

3. С увеличением частоты воздействия на механизм подачи со стороны механизма резания система будет работать в режиме вынужденных колебаний, что приведет к потере управляемости, то есть при любой уставке на ЦРС частота срабатываний релейного элемента будет равна частоте движения пильной рамки, и неравномерность подачи будет заметна при каждом ходе пильной рамки.

4. Длительность переходного процесса зависит, в основном, от инерционности муфты, и значительно уменьшить эту длительность не представляется возможным. Переходный процесс происходит за 1,3 сек, за это время бревно проходит около 20 см, что можно считать удовлетворительным.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. З. Ш. Б л о х. Переходные процессы в линейных системах автоматического регулирования. Физматгиз, 1961. [2]. М. Ф. Гарднер, Дж. Бэрнс. Переходные процессы в линейных системах. Физматгиз, 1961. [3]. Н. Н. Иващенко. Автоматическое регулирование. Машгиз, 1962. [4]. П. Ф. Клубниккин. Быстродействующие индукционные муфты в системах автоматического регулирования. Машгиз, 1962. [5]. К. С. Клыкков, Ю. М. Варакин. К вопросу о расчете систем автоматического регулирования посылки. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1967. [6]. Я. З. Цыпкин. Теория релейных систем автоматического регулирования. Гостехиздат, 1955. [7]. ЭНИМС. Руководящие материалы по электрификации металлорежущих станков. Электромагнитные муфты. Изд. II, 1961. [8]. ЭНИМС. Руководящие материалы по электрификации металлорежущих станков. Привод серии ПМС с муфтой скольжения и центробежным регулятором скорости вращения. Изд. IV, 1963.

Поступила 10 января 1967 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.651

**К ВОПРОСУ О СЕБЕСТОИМОСТИ ЛЕСОПРОДУКЦИИ  
ПРИ СНИЖЕНИИ ЗАТРАТ НА СОДЕРЖАНИЕ ТРАНСПОРТА**

**П. С. ЧЕРНЫШОВ, Н. С. ПРОКОПЕНКО**

(Карпатский филиал УкрНИИЛХа)

Лесные предприятия Украинских Карпат — лесокомбинаты и лесхозаги — в структурном отношении построены по принципу многоотраслевого хозяйства. Если каждое направление производственной деятельности лесного предприятия принимать как структурную единицу, то таких единиц будет восемь.

Результаты производственной деятельности по одним структурным единицам прибыльны, по другим убыточны. Авторы настоящей статьи исследовали вопрос об уровне себестоимости различных структурных единиц по трем трестам. Хозяйственная деятельность этих трестов прибыльна только по четырем структурным единицам, а по остальным четырем — убыточна (табл. 1). Животноводство и растениеводство имеют незначительный удельный вес в общем объеме производства, а расчеты по лесовозобновлению и лесовыращиванию производят через бюджет, поэтому мы обращаем внимание на лесозаготовку, имеющую убыток 7894,9 тыс. руб.

Таблица 1

| Наименование<br>структурных единиц                                       | Выпуск продукции,<br>тыс. руб. |                                      | Результат<br>производствен-<br>ной деятель-<br>ности (прибыль<br>— плюс, убыток<br>— минус), тыс.<br>руб. | Рентабельность<br>по отношению<br>к себестои-<br>мости | Удельный вес<br>хозрасчетных<br>структурных<br>единиц, % |
|--|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|--|
|  | по себе-<br>стоимости          | по оптовым<br>ценам пред-<br>приятия |   |  |  |
| Лесовозобновление и лесовыращивание (без учета попенной платы) . . . . . | 7946,9                         | 567,9                                | — 7379,0  | —  | —  |
| Животноводство . . . . .   | 760,8                          | 533,9                                | — 226,9   | —  | 0,5  |
| Растениеводство . . . . .  | 461,9                          | 380,5                                | — 81,4  | —  | 0,3  |
| Лесозаготовка . . . . .  | 68574,5                        | 60680,8                              | — 7894,9  | —  | 50,5   |
| Лесопиление . . . . .  | 10744,0                        | 11819,0                              | + 1075,9  | 2,4  | 9,8  |
| Деревообработка . . . . .  | 22439,7                        | 25675,7                              | + 3236,0  | 14,5   | 21,4   |
| Мебельное производство . . . . .   | 15253,0                        | 17464,8                              | + 2211,0  | 13,7   | 14,5   |
| Ширпотреб . . . . .  | 2902,2                         | 3746,3                               | + 843,9   | 29,1   | 3,0  |

В лесной промышленности основные затраты приходятся на транспортировку леса. Процент механизации трудоемких работ на спуске, подвозке и вывозке древесины в лесных предприятиях Украинских Карпат показан в табл. 2.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что уровень механизации транспортных операций в горных условиях наиболее низок на спуске древесины, где делянки, как правило, имеют значительные уклоны и применять механизмы не всегда возможно. Далекое не полностью механизирована подвозка леса. Это сильно тормозит рост производительности труда и снижение себестоимости продукции.

Таблица 3

Таблица 2

| № лесокомбината | Уровень механизации, % |          |         |
|-----------------|------------------------|----------|---------|
|                 | спуск                  | подвозка | вывозка |
| 1               | 16,7                   | 97,7     | 86,0    |
| 2               | 21,7                   | 70,6     | 100,0   |
| 3               | 21,0                   | 82,1     | 98,3    |
| 4               | 55,7                   | 79,6     | 99,5    |
| 5               | 18,0                   | 46,5     | 87,4    |
| 6               | 37,6                   | 73,6     | 99,0    |
| 7               | 58,8                   | 80,6     | 97,8    |
| 8               | 18,7                   | 53,8     | 93,6    |

| № лесокомбината | Объем транспортных работ, тыс. кубокилометров | Затраты на содержание механизмов, тыс. руб. | Себестоимость 1 м <sup>3</sup> , руб.—коп. |
|-----------------|---|---|--|
| 1               | 7003,0  | 751,9                                       | 13—38                                      |
| 2               | 3502,5  | 452,3                                       | 18—87                                      |
| 3               | 725,1   | 57,7  | 11—67                                      |
| 4               | 2528,7  | 415,4                                       | 13—80                                      |
| 5               | 1530,3  | 118,3                                       | 11—12                                      |
| 6               | 20110,7                                       | 1405,0                                      | 15—00                                      |
| 7               | 7213,5  | 713,8                                       | 14—73                                      |
| 8               | 1766,2  | 221,5                                       | 17—10                                      |

Затраты на транспортировку обезличенного кубометра леса, объемы транспортных работ и затраты на содержание механизмов показаны в табл. 3.

В зависимости от объемов и расстояния транспортировки древесины от пня до нижнего склада основными транспортными средствами, определены затраты на содержание механизмов, приходящиеся на один обезличенный кубокилометр. На рис. 1 и 2 показаны кривые затрат на

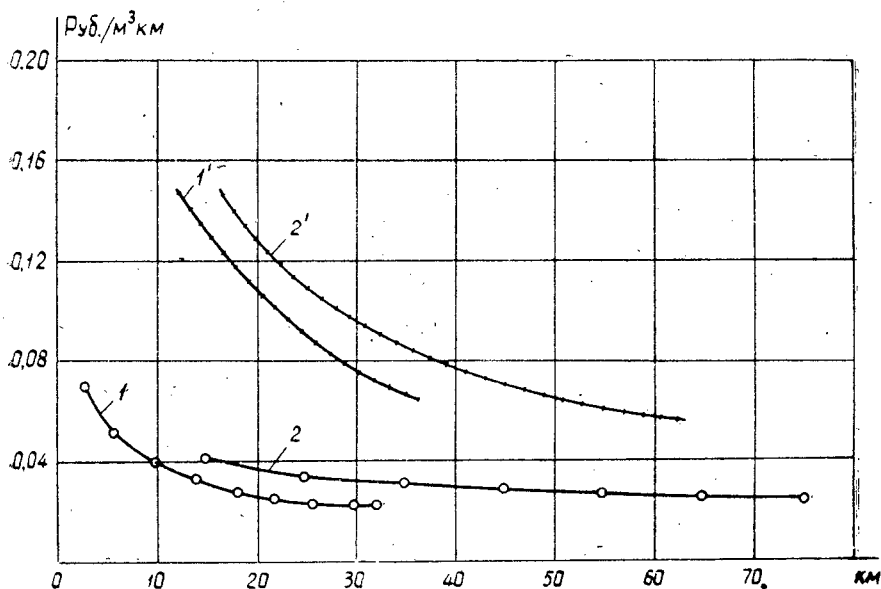


Рис. 1.

1 — кривая изменения расчетных затрат на 1 м<sup>3</sup> км при вывозке лесовозными автомобилями; 1' — то же фактических затрат; 2 — кривая изменения расчетных затрат на 1 м<sup>3</sup> км при вывозке древесины паровозами и тепловозами ужд; 2' — то же фактических затрат.

содержание лесовозных автомобилей, паровозов, тепловозов и трелевочных тракторов, отнесенные к единице транспортной работы — кубокилометру. Расчет произведен на основе нормативов и фактических затрат на содержание механизмов. С увеличением расстояния транспортировки древесины затраты на содержание механизмов, отнесенные на кубокилометр, снижаются. Очень большая корреляция фактических затрат на кубокилометр транспортировки наблюдается при тракторной

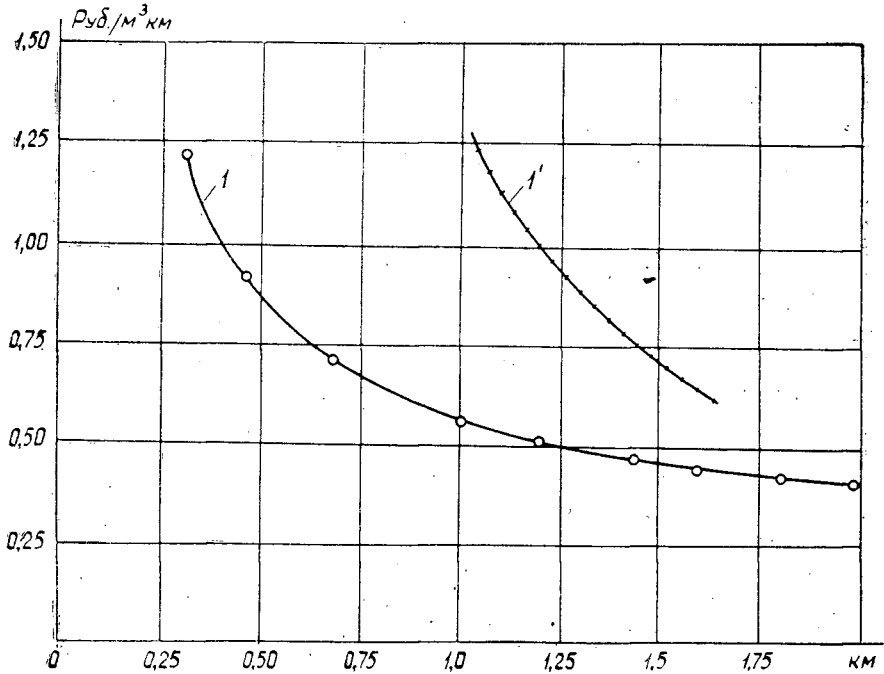


Рис. 2.

1 — кривая изменения расчетных затрат на  $1 \text{ м}^3 \text{ км}$  при подвозке древесины тракторами; 1' — то же фактических затрат.

трелевке и меньшая — при вывозке леса автомобилями, паровозами и тепловозами ужд. Из рисунков видно, что на предприятиях имеются значительные резервы снижения расходов на содержание транспортных машин.

Затраты на содержание трелевочных тракторов примерно в 10 раз превышают затраты на содержание лесовозных автомобилей, паровозов и тепловозов. Это еще раз свидетельствует о том, что работники производства не должны увлекаться удлинением трелевочных волоков, а должны строить вместо них лесовозные дороги и усы.

На примере использования затрат на основные транспортные средства видно, что уровень себестоимости продукции в значительной мере зависит от рациональной организации лесотранспорта и разумных затрат на его содержание, которые равны в среднем 14% себестоимости. Возможно снижение этих затрат от 30 до 70% (рис. 1 и 2). Средневзвешенный процент снижения затрат на содержание транспортных механизмов (разница между фактическими и нормативными затратами) составляет около 42%. При средней фабрично-заводской себестоимости круглых лесоматериалов 14 р. 50 к., сложившейся по предприятиям Украинских Карпат в 1965 г., можно добиться снижения на 0,85 руб. от каждого  $1 \text{ м}^3$ , что составляет 6% фабрично-заводской себестоимости.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 634.0.2

## ЛАНДШАФТЫ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН

М. Ф. КРИКУНОВ

(Казлеспроект)

Впервые ландшафтный метод лесоустройства был применен в пригородных лесах Ленинграда [4]. Этот опыт имеет существенные недостатки, заключающиеся, прежде всего, в малом количестве выделенных ландшафтов. Тем не менее он заслуживает внимания. Вслед за этим В. П. Ковтунов в своей книге «Особенности устройства зеленых зон» [2] ввел дополнительные типы.

Недостатки предыдущих работ по ландшафтной классификации вызвали необходимость составления подробной обоснованной схемы, охватывающей все категории земель зеленых зон вокруг городов и крупных населенных пунктов. В 1962 г. нами была разработана следующая примерная схема ландшафтов для зеленой зоны г. Семипалатинска, устроенной в 1962 г.

I. Покрытые лесом площади, редины и кустарники.

1 — густой одноярусный лес; 2 — густой многоярусный лес; 3 — одноярусный лес средней густоты; 4 — многоярусный лес средней густоты; 5 — редколесье; 6 — кустарниковые заросли; 7 — лесокультурный ландшафт.

II. Не покрытые лесом площади.

8 — лесные поляны или открытополянны ландшафт: а) поляна; б) прогалина; в) вырубка; г) лесокультурная площадь; 9 — лугово-полевой ландшафт: а) луг; б) лужайка; в) выгон-пастбище; г) поле; д) пустырь; 10 — овражно-балочный ландшафт; 11 — береговой ландшафт: а) отмель; б) обрыв; в) пляж; 12 — заболоченный ландшафт; 13 — водный ландшафт.

Широкоизвестные термины «бор» и «роща» рекомендуется применять для наименования отдельных лесных массивов, представляющих собой совокупность нескольких ландшафтов. Эту схему можно использовать без каких-либо затруднений при устройстве всех зеленых зон вокруг городов и населенных пунктов.

Рельеф имеет особое значение в ландшафтной характеристике, особенно для пересеченной местности. С этой целью рекомендуется использовать таксономические классы ландшафтов, выделенные А. Г. Исаченко [1].

Для объективной оценки декоративных особенностей ландшафтов, с точки зрения их красоты, рекомендуется трехклассная шкала эстетической ценности с учетом лесоустроительного опыта Всесоюзного объединения «Леспроект».

К I классу необходимо относить высокопроизводительные хвойные и лиственные насаждения I—II классов бонитета с хорошо развитыми длинными или широкими кронами, при наличии хорошего здорового подростка и подлеска. Во II класс следует включать хвойные и лиственные древостой средней производительности с кронами средних размеров при наличии угнетенного подростка и подлеска. В III класс входят низкостольные насаждения хвойных и лиственных пород на сырых и мокрых почвах с плохими узкими или короткими кронами. Сюда же следует относить заросли кустарников. Редины распределяются по классам эстетической ценности так же, как и насаждения.

Эстетическую оценку не покрытых лесом площадей следует определять по следующим признакам. I класс объединяет наиболее красивые пейзажи: поляны, лужайки, холмы, курганы, лога и балки — все такие участки должны иметь привлекательный вид. II класс характеризует не сомкнувшиеся молодые культуры, пашни и прогалины, на которых намечается выращивание лесных культур. III класс предназначается для характеристики заболоченных участков и неудобных площадей. Сюда могут относиться и другие категории не покрытых лесом площадей, которые не отличаются хорошими видами.

Фитонцидность, газостойкость и другие санитарно-гигиенические особенности зеленых зон должны учитываться особо как важные факторы для отдыха людей. Поэтому рекомендуется установить три оценки санитарно-гигиенического значения участков. Высокая оценка дается местам с наличием особо газостойких и фитонцидных древесно-кустарниковых пород и травяной растительности, пригодным для массового отдыха людей; средняя — участкам менее привлекательным и требующим очистки от захламленности; низкая предназначена для всех остальных участков, на которых необхо-

дима реконструкция насаждений, планировка территории и очистка антисанитарных мест. Благоустройство зеленых зон следует проводить на основе учения о геохимии ландшафтов [3], согласно которому, в каждом ландшафте нужно создавать условия наиболее здоровой жизни населения.

В целях наиболее правильного назначения лесохозяйственных мероприятий, направленных на формирование и сохранение здоровых древостоев и своевременную замену старых насаждений молодыми, рекомендуется установить трехбалльную систему определения жизнеустойчивости насаждений по следующим признакам: 1 — здоровые насаждения с признаками хорошего роста и развития, не требующие рубок ухода и санитарных. В большинстве случаев эти насаждения имеют хороший здоровый подрост и подлесок; 2 — здоровые насаждения с признаками замедленного роста и развития, нередко нуждающиеся в проведении рубок ухода и санитарных; 3 — отмирающие насаждения, требующие срочной сплошной рубки и фитовосстановления. Это обычно перестойные древостои, поврежденные энтомо- и фитовредителями. Здесь большинство деревьев усыхает.

Приведенная схема ландшафтов может быть использована для назначения лесохозяйственных мероприятий. Более подробная дифференциация этих мер должна уточняться по типам леса, выделение которых в зеленых зонах должно иметь место так же, как и при устройстве всех остальных лесов первой группы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Г. Исаченко. Учение о ландшафте и физико-географическое районирование. Изд. Ленинградского университета, 1962. [2]. В. П. Ковтунов. Особенности лесоустройства зеленых зон. Гослесбумиздат, М., 1962. [3]. А. И. Перельман. Геохимия ландшафта. Географиз, 1961. [4]. А. А. Протоковитц. Опыт лесоустроительных работ в пригородной лесопарковой зоне Ленинграда. Бюллетень технической информации по лесоустройству, № 1, Всесоюзное аэрофотолесоустроительное объединение «Леспроект», М., 1958.

Поступила 7 мая 1964 г.

УДК 634.0.431

## ПОЖАРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСОВ СРЕДНЕГОРЬЯ ЗАПАДНОГО САЯНА И ТАННУ-ОЛА

**М. А. СОФРОНОВ**

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

С 1960 по 1963 гг. мы проводили исследования в горных лесах Западного Саяна (Ермаковский лесхоз) и Западного Танну-Ола (Шагонарский лесхоз) в поясе среднегорья, поскольку в этом поясе возникает наибольшее количество пожаров.

Опытные участки в Западном Саяне были заложены во всех наиболее распространенных типах леса этих районов и на безлесных площадях; при этом были использованы также постоянные (пп) и временные (вп) пробные площади Ермаковского стационара Института леса и древесины СО АН СССР. Все кедровники (за исключением рододендронового) отличались высокополнотным (0,7—0,9) двухъярусным древостоем: в первом ярусе перестойный кедр I—III классов бонитета, во втором — приспевающий кедр с примесью пихты. Кедровник рододендроновый характеризовался чистым древостоем из кедра V класса бонитета с полнотой 0,2—0,3. Опытные участки в Танну-Оле были заложены в лиственничниках, характеризующихся двухъярусным древостоем: в первом ярусе — спелая и приспевающая лиственница III—IV классов бонитета с полнотой 0,5—0,9, во втором — средневозрастная лиственница с примесью березы и ели.

Три раза в неделю (при отсутствии дождя) проводили наблюдения за загораемостью напочвенного покрова, а также за влажностью лесных горючих материалов по группам согласно методике, разработанной Н. П. Курбатским. В центре каждого района работ была оборудована метеорологическая площадка.

Цель наших наблюдений — дать характеристику пожарной опасности основных типов леса, то есть определить условия, при которых возможны пожары в каждом типе, и частично характеризовать силу этих пожаров по скорости распространения огня. Образцы для определения влажности и запасов горючих материалов отбирали

с 5 площадок (размером  $20 \times 25$  см), расположенных на расстоянии не более 3 м друг от друга, по возможности, вне проекций крон, так как межкронные, наиболее увлажняемые осадками части поверхности могут препятствовать распространению огня. Новые площадки примыкали к старым.

При каждом посещении опытных участков производили пробные поджигания с оценкой по четырехбалльной шкале: нг — не горит; г/нр — горит, но огонь не распространяется; пр — огонь распространяется плохо (скорость распространения менее 0,5 м/мин), хр — огонь распространяется хорошо (скорость более 0,5 м/мин).

Всего за четыре пожароопасных сезона было проведено 990 наблюдений и взято около 5500 образцов. Все образцы высушивали в термостатах при температуре  $100-110^\circ\text{C}$  до абс. сухого состояния. Влажность рассчитывали по отношению к абс. сухому весу образца. На основании собранных материалов можно составить следующую характеристику пожароопасности лесных участков.

Западный Саян. В весенний период (с 10 апреля по 20 июня) наиболее пожароопасны старые вейниковые вырубки и гари на южных и западных склонах, которые интенсивно горят при 500 мб/град. Условия высухания благоприятны и в кедровнике рододендроновом на скалах, где пожар может возникнуть при 500 мб/град; быстрому распространению огня препятствуют голые участки скал.

В кедровнике высокотравно-щитовниковом и осочково-высокотравно-щитовниковом пожары могут возникнуть при 1000 мб/град, пожары средней силы — при 1500—2500 мб/град.

В кедровнике вейниково-осочковом огонь возникает при 1500 мб/град. Быстрого распространения огня здесь мы не наблюдали, потому что часть зеленых злаков зимует под снегом и весной снижает пожароопасность.

В кедровнике щитовниково-зеленомошном, который горит при 2500 мб/град, быстрому распространению огня препятствует наличие живых мхов, а в кедровнике высокотравно-страусниковом — кочки, между которыми обычно большая влажность и мало опада.

В кедровнике бадановом с толстыми вечнозелеными листьями, несмотря на обильное опада (3,2 т/га), огонь совсем не распространяется. Листопоопасны также участки лиственных типов леса, расположенные на крутых (более  $20^\circ$ ) северных и восточных склонах.

В летний период (с 20 июня до 5 сентября) наиболее пожароопасны вейниковые вырубки и гари, которые горят со средней силой при 600 мб/град. В них все лето на земле сохраняется «ветошь» прошлогодней травы, а масса зеленой листвы вейника располагается выше этой ветоши и не препятствует распространению огня. Кроме того, влажность растущего вейника сравнительно низкая — 310—340%, в то время как влажность травы в папоротниковых типах достигает 500—700%.

Пожароопасность кедровников летом значительно ниже, чем весной.

В высокотравно-щитовниковом и осочково-высокотравно-щитовниковом кедровниках слабое распространение огня начинается при 3100—3500 мб/град. Летом 1961 г. количество дней с такими показателями составило только 5%.

По характеристике пожароопасности осенний период (с 5 сентября до 10 октября) является как бы промежуточным между летним и весенним. В 1960—1961 гг. снег в горах выпадал уже в конце сентября, поэтому наши осенние наблюдения не отличаются исчерпывающей полнотой.

Западный Танну-Ола. Из-за более сухого климата и преобладания лиственничников пожарная опасность в целом здесь выше, чем в Западном Саяне.

В весенний период при 500 мб/град возможны низовые пожары как на участках горной степи, занимающих южные склоны, так и в наиболее распространенных злаково-разнотравных листвягах; листвяги вейниково-осочковые горят, начиная с 1000 мб/град. Из-за незначительных запасов опада и подстилки здесь обычны беглые низовые пожары. Лишь на крутых (более  $24^\circ$ ) склонах, если огонь поднимается вверх, возможны верховые пожары даже в лиственничниках в связи с очень большой скоростью распространения огня. Так же как и в Западном Саяне, участки леса на крутых северных и восточных склонах (преимущественно брусничниковые и бруснично-злаковые типы) до 20 мая совсем непожароопасны.

Летом по-прежнему наиболее пожароопасны участки горной степи, которые горят со средней силой при показателе 1000—1500 мб/град. Начиная с 1500—2500 мб/град, зарегистрировано слабое распространение огня в листвягах травяной группы типов леса. На крутых северных и северо-восточных склонах лесные участки и летом не горят. Осенью участки различных категорий по пожароопасности располагаются в том же порядке, что и весной, но их горимость в целом несколько ниже.

Зная пожарную характеристику участков каждой категории в связи с сезоном и погодой, можно предвидеть, где могут возникнуть пожары и как они будут развиваться. Это поможет успешно бороться с ними.

УДК 674.038.18

## ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМА СЕРДЦЕВИННОЙ ГНИЛИ ОСИНЫ С ВОЗРАСТОМ ДЕРЕВА

А. С. КОСТЫЛЕВ, В. Д. ЕМЕЛЬЯНОВ

(ЛенНИИЛХ)

Проведенные в ЛенНИИЛХе в 1961—1963 гг. исследования позволили выявить ряд закономерностей, характеризующих заражение осины сердцевинной гнилью и распространение гнили внутри ствола в связи с возрастом дерева.

Пробные площади были заложены и модельные деревья на них взяты в насаждениях III—X классов возраста в Ленинградской, Смоленской и Калининской областях.

Ранняя очищаемость стволов от сучьев (начинающаяся обычно в 6—7-летнем возрасте и кончающаяся для деловой части ствола в 25—30-летнем возрасте) способствует быстрой поражаемости осины сердцевинной гнилью.

Начало живой кроны в молодняках 6-летнего возраста находится на высоте 1,0 м от шейки корня, в молодняках 11 лет — на высоте 2,5 м, в молодняках 25 лет — на высоте 8 м. Таким образом, в молодняках до 25-летнего возраста сучья отмирают на двух третях деловой, наиболее ценной части ствола.

Отмершие сучки, постепенно разлагаясь от попавших на них спор грибов, врастают в древесину стволов. При более зрелом возрасте деревьев эти сучки оказываются заключенными в центральной (сердцевинной) их части, поэтому древесина нижней (первой по времени отпада сучьев) центральной части стволов оказывается пораженной сердцевинной гнилью.

Наиболее интенсивно стволы очищаются от сучьев во втором классе возраста (11—20 лет), остатки отмерших сучков разлагаются в течение 10—15 лет. Поэтому первые очаги сердцевинной гнили появляются в III классе возраста, а массовое появление ее наблюдается в IV классе.

В начале заболевания (III—IV классы возраста) гниль встречается в виде разрозненных очагов, приуроченных к определенным отмершим сучкам или к их группам; в средних классах возраста (V—VII) — и в виде разрозненных очагов, и в виде

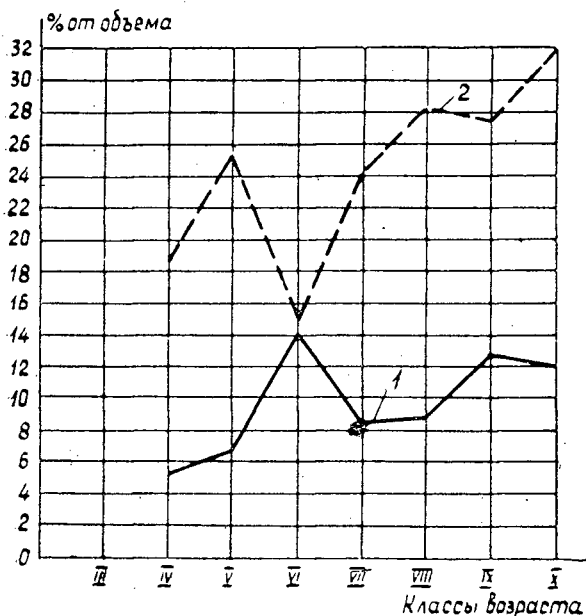


Рис. 1.

1 — сердцевинная гниль;  
2 — сердцевинная гниль и потемневшая древесина.



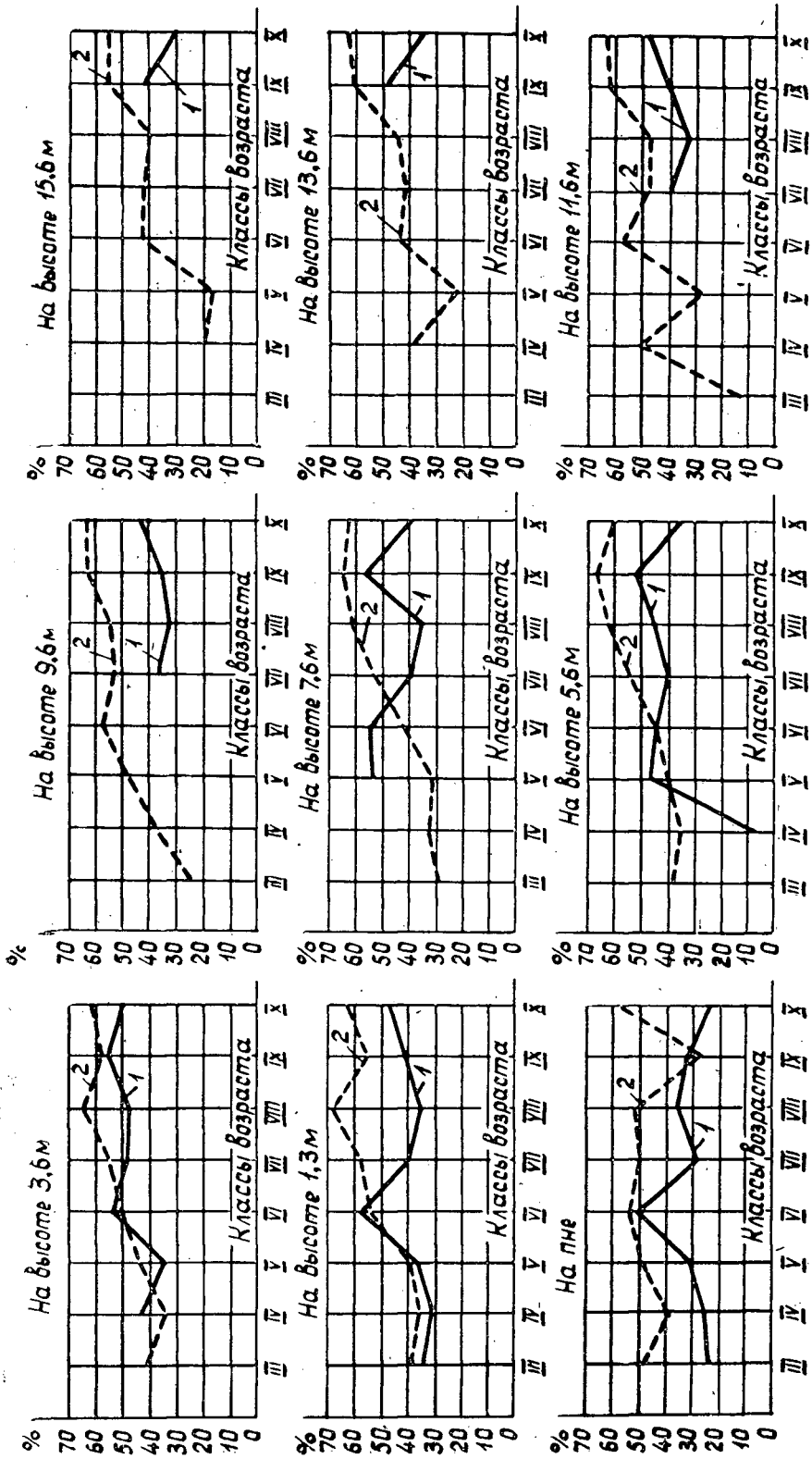


Рис. 2.  
1 — сердцевинная гниль; 2 — потемневшая древесина.

сплошного очага; в старших классах возраста, как правило, наблюдается сплошной очаг гнили.

Во всех случаях гниль выходит к поверхности ствола в местах отмерших сучков. В зоне ствола с живой кроной сердцевинная гниль не встречается.

Показатели, характеризующие изменение объема сердцевинной гнили (в процентах от общего объема ствола) с возрастом дерева, даны на рис. 1.

Приведенная на рисунке особенность изменения объема сердцевинной гнили с возрастом дерева хорошо подтверждается данными рис. 2, характеризующими изменение с возрастом дерева отношения диаметра гнили к диаметру ствола (без коры на пне, на высоте груди, на высотах 3,6; 5,6; 7,6; 9,6; 11,6; 13,6 и 15,6 м).

Гниль, проникнув в ствол с началом отпада первых сучьев, поднимается вверх по стволу по мере их дальнейшего отпада и поражает все новые участки ствола. Наконец, наступает такой период, когда новые сучья уже не отмирают сначала на деловой, наиболее ценной части ствола, а затем и в верхней, так как верхние сучья составляют крону дерева с ее ассимиляционным аппаратом — листьями. С прекращением отпада сучьев исчезает и главный источник инфекции сердцевинной гнили осины. Поэтому древесина верхней части стволов не поражается сердцевинной гнилью.

После прекращения отпада сучьев и вставания их остатков в древесину ствола захват гнилью новых участков нижней части ствола прекращается. В этот период объем гнили увеличивается лишь из-за ее распространения по диаметру ствола от центра к периферии. В то же время продолжается рост ствола по диаметру.

Однако, как отмечают П. Н. Борисов [1] и Н. Е. Декатов [2], скорость распространения гнили от центра к периферии ствола весьма мала. Объяснение этому дал О. И. Полубояринов [3], который отмечает, что с годами в стволе осины увеличивается процент спелой древесины, характеризующейся исключительно плохой проницаемостью, и поэтому гниль продвигается к периферии ствола крайне медленно. Именно в этот период (VII класс возраста) объем сердцевинной гнили увеличивается медленнее, чем объем деловой древесины.

Наиболее рациональный возраст рубки, при котором можно получить наибольшее количество деловой древесины, — V класс возраста, когда осиновые насаждения поступают в рубку с 41 года. Если же возраст рубки установить с 51 года (VI класс возраста), то народное хозяйство потерпит убытки, так как максимум гнили по объему приходится именно на этот возраст.

Разумеется, в отдельных случаях может иметь место влияние местных климатических условий на скорость разложения отмерших сучков и степень поражения деревьев сердцевинной гнилью, а следовательно, и на возраст рубки осиновых насаждений. Однако приведенные выше показатели изменения объема сердцевинной гнили с возрастом дерева, установленные на основе анализа модельных деревьев в Ленинградской, Калининской и Смоленской областях, отражают существующую в природе объективную закономерность развития сердцевинной гнили в стволе осины с возрастом дерева. Эти показатели подтверждаются данными, полученными В. В. Степным [4] для Костромской области и И. В. Якимовым [5] для Воронежской области.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Н. Борисов. Главнейшие вредители и болезни осины и меры борьбы с ними. Сборник трудов ЦНИИЛХА, Гослестехиздат, 1941. [2]. Н. Е. Декатов. Выращивание деловой осины для спичечного производства. Сборник трудов ЦНИИЛХА, Гослестехиздат, 1941. [3]. О. И. Полубояринов, Л. Е. Чивиксин. Об использовании фауны осины. Журн. «Лесная промышленность» № 10, 1962. [4]. В. В. Степн. Рост осины и березы в Костромской области. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1963. [5]. И. В. Якимов. Изменение физико-механических свойств древесины осины в зависимости от возраста. Сб. «Вопросы повышения продуктивности лесного хозяйства». Воронежский лесотехнический институт. Изд-во Воронежского университета. Воронеж, 1963.

Поступила 15 июня 1964 г.

УДК 634.0.26

## ВЛИЯНИЕ ВЫПАСА СКОТА НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ И ВЛАГОЗАПАСАЕМОСТЬ

И. М. СОКОЛ

(Чугуево-Бабчанский лесхоззаг, Харьковской области)

Исследования мы проводили весной 1964 г. в Кочетокском лесничестве, Чугуево-Бабчанского лесхоззага, Харьковской области. Заложено четыре пары рядом расположенных пробных площадей (№ 7 и 8, 1 и 3, 2 и 4, 5 и 6). Пробы № 7, 1, 2 и 5 — контрольные.

На всех пробных площадях (кроме № 7) до 1935 г. проводили выпас скота.

В 1935 г. участки леса, в которых заложены пробные площади № 1, 2 и 5, были ограждены и на них выпас скота был прекращен. А на участках пробных площадей № 8, 3, 4 и 6 выпас скота ведется до настоящего времени. Пробные площади № 8 и 3 заложены в насаждениях, в которых выпас скота ведется в основном только весной (прогон и попаска 150—200 голов), на пробе № 4 — в течение всего лета. Пробная площадь № 6 находится в насаждении с очень интенсивным выпасом скота в типичном «сбое»\*.

Почва на всех пробных площадях темно-серая лесная суглинистая на лёссовидном суглинке. Форма насаждений простая, класс товарности 1, тип леса D<sub>2</sub>. Древо-стой, где расположены пробы № 7, 8, 1, 3 — порослевые, остальные семенные. Таксационная характеристика пробных площадей приведена в табл. 1.

Таблица 1

| № пробных площадей | Класс возраста<br>возраст, лет | Состав<br>(1 яруса<br>2 яруса) | Средний диаметр,<br>см | Средняя высота,<br>м | Класс бонитета | Полнота | Запас,<br>м <sup>3</sup> |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|----------------|---------|--------------------------|
| 7                  | $\frac{VI}{52}$                | $\frac{9Д1Яс}{Кл+Гр}$          | 24,8                   | 19,2                 | II             | 0,72    | 172                      |
| 8                  | $\frac{VI}{52}$                | $\frac{9Д1Яс}{Кл+Гр}$          | 26,4                   | 19,0                 | II             | 0,72    | 173                      |
| 1                  | $\frac{VI}{60}$                | $\frac{8Д2Яс}{Кл}$             | 25,4                   | 22,9                 | II             | 0,97    | 292                      |
| 3                  | $\frac{VI}{60}$                | $\frac{9Д1Яс}{Кл}$             | 29,3                   | 21,6                 | II             | 0,76    | 227                      |
| 2                  | $\frac{XV}{142}$               | $\frac{9Д1Яс}{Кл}$             | 42,7                   | 28,6                 | II             | 0,83    | 441                      |
| 4                  | $\frac{XV}{142}$               | $\frac{10Д+Яс}{Кл}$            | 42,8                   | 27,6                 | II             | 0,72    | 374                      |
| 5                  | $\frac{XV}{142}$               | $\frac{9Д1Яс}{Кл}$             | 43,6                   | 28,4                 | II             | 0,78    | 376                      |
| 6                  | $\frac{XV}{142}$               | $\frac{10Д+Яс}{Кл}$            | 45,8                   | 26,1                 | III            | 0,75    | 324                      |

\* П. К. Фальковский. Исследование влияния пастбы скота на физические свойства дубравной почвы в Тростянецком опытном лесничестве. Труды по лесному опытному делу Украины, вып. VIII, 1928.

На пробных площадях мы определяли объемный вес почвы, удельный вес твердой фазы, порозность общую, неэффективную и эффективную, максимальную гигроскопичность, влажность завядания, наименьшую влагоемкость, диапазон активной влаги.

Все почвенно-гидрологические константы выражались сначала весовыми, затем объемными процентами, а после этого в миллиметрах почвенной влаги.

Наши исследования показали, что под влиянием выпаса скота существенно изменяется объемный вес почвы, особенно в верхних горизонтах: поверхностный 0—5-сантиметровый слой ее сильно уплотняется. Удельный вес увеличивается, особенно в поверхностном (0—10 см) слое.

Общая порозность снижается почти на  $\frac{1}{3}$  своей первоначальной величины под лесом. Чем интенсивнее выпас, тем на большую глубину распространяется это уменьшение. В местах прекращения выпаса общая порозность увеличивается, что свидетельствует, видимо, о восстановительных процессах в почвенной архитектонике.

Порозность неэффективная меняется весьма своеобразно. Она достоверно увеличивается на всех пробах с выпасом в верхнем 0—20-сантиметровом слое, а на «сбое» даже в 50-сантиметровом. В более глубоких слоях отклонения от контроля уменьшаются, и объяснение их влиянием выпаса скота менее обосновано.

Порозность эффективная в верхних горизонтах почвы резко падает — местами на 50% первоначального значения. Этот вид порозности наилучшим образом отражает сущность изменений в физических свойствах почвы под влиянием выпаса.

Если сопоставить значения эффективной порозности почв на участках с выпасом и контрольных, то в самом поверхностном слое ее величина может снижаться почти в 2 раза.

Исследования выявили существенные и разносторонние изменения почвенно-гидрологических констант обследованных почв под влиянием выпаса скота.

Максимальная гигроскопичность в весовых процентах не дает определенной закономерности. Отклонения находятся в пределах ошибки опыта. Однако если рассматривать эти данные в объемных процентах, легко заметить ясно выраженную тенденцию увеличения максимальной гигроскопичности в верхнем 20—50-сантиметровом слое почвы на участках, где проводился выпас скота. В одной и той же единице объема вмещается большее количество почвенного материала пусть даже с несколько пониженной гигроскопичностью (суммарная величина содержания гигроскопической влаги в единице объема будет выше).

Влажность завядания в верхних горизонтах повышается в результате уплотнения почвы, хотя в весовом отношении содержание «мертвой» влаги имеет небольшие отклонения. Таким образом, выпас скота приводит к увеличению запасов неусвояемой влаги в почве, особенно в ее верхних горизонтах.

На всех пробных площадях предельная полевая влагоемкость в весовых процентах была в поверхностном слое (0—10 см); на всех участках, где продолжался выпас скота, она была меньше, чем на участках, где выпас прекращен в 1935 г. или вовсе не имел места. В объемных процентах, а следовательно, и в миллиметрах в первом случае она выше.

Влагозапасаемость уменьшается в верхнем полуметровом слое, заметно — в метровом и ощутимо на всю исследуемую трехметровую глубину. Снижение влагозапасаемости тем значительнее, чем интенсивнее выпас.

Сравнивая данные о влажности глубоких толщ почвы (от 150 до 300 см), можно отметить, что и они на объектах выпаса, как правило, запасли влаги меньше.

Особенно наглядно проявляется влияние выпаса на режим влажности исследованных почв, если рассматривать диапазон активной влаги.

Усвояемой влаги теряется 30—50 мм на 3-метровую толщу, но особенно «обезвоживаются» верхние полуметр и метр.

Итак, в водно-физических свойствах темно-серой лесной почвы под влиянием выпаса скота происходят существенные изменения. Учитывая, что все они наиболее ощутимы в гумусовом горизонте, особенно в его верхней части, нельзя не признать отрицательного характера таких изменений в лесорастительном отношении. От них может снизиться не только обеспеченность насаждений влагой, но и лищей.

При прекращении выпаса скота, по-видимому, водно-физические свойства улучшаются, уменьшаются размеры неусвояемой и трудноусвояемой влаги, увеличивается наименьшая влагоемкость и диапазон активной влаги.

УДК 634.0.524.12

## СТРОЕНИЕ БУКОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ ПО КОЭФФИЦИЕНТУ ФОРМЫ $q_2$

А. Д. КАПАНАДЗЕ

(Грузинский филиал «Гипролестранса»)

За последние 30 лет большое распространение получили объемные таблицы «ЗакНИИЛИ», составленные С. З. Курдиани и А. А. Ростовцевым в 1932 г. [2]. Однако достоверность этих таблиц (в том числе и строения по  $q_2$ ) остается не проверенной. В связи с этим, мы попытались на примере лесов Амбролаурского, Гегечкорского, Джавского и Сухумского лесхозов изучить строение буковых лесов по коэффициенту формы  $q_2$ . Исходным материалом послужили данные 21 пробной площади, на которых было срублено 1133 модельных дерева. Форма пробы — ленточная по диагонали участка. Площадь отдельных проб 1 га. Участие бука в составе насаждений не менее 80%. Места закладки пробных площадей подбирали с таким расчетом, чтобы был представлен ряд типичных высокополнотных (0,7—0,8) так, называемых «модальных» насаждений спелого и перестойного возраста.

Для удобства вычисления статистических величин в пределах отдельных 3-метровых ступеней высоты и классов бонитета модельные деревья распределяли по коэффициентам формы. Несмотря на некоторую шероховатость, обусловливаемую неравномерным числом наблюдений по отдельным ступеням высоты, все же просматривается общая линия связи коэффициента формы с высотой независимо от бонитета.

На основе фактических данных в дальнейшем сглаживание вычисленных коэффициентов формы и их изменения рассматривали лишь по классам высоты (рис. 1). Анализ показывает, что средний коэффициент формы  $q_2$  при большом количестве моделей оказывается почти постоянным ( $q_2 = 0,66$ ).

Статистические данные обрабатывали методом наименьших квадратов. Таким образом установлена средняя связь между  $q_2$  и высотой:

$$q_2 = -0,00076 H + 0,64. \quad (1)$$

Обычно связь  $q_2$  с высотой принимают за криволинейную, близкую к гиперболической. Вместе с тем некоторые авторы [1], [3], [4] признают, что в диапазоне наиболее часто встречающихся высот (9 м и выше) зависимость между  $q_2$  и высотой близка к обратной прямолинейной.

Если в качестве аргумента использовать не высоту, как в рис. 1, а диаметр, то результаты оказываются почти такими же (рис. 2).

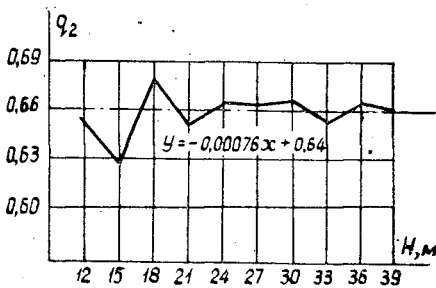


Рис. 1.

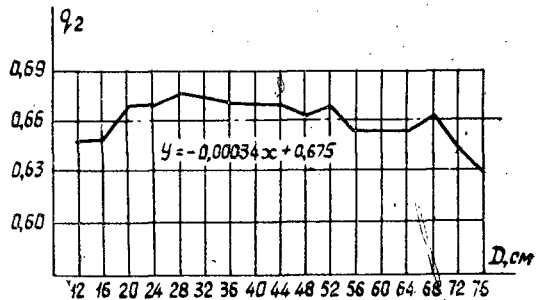


Рис. 2.

Эмпирическое уравнение, отражающее связь коэффициента формы  $q_2$  и диаметра, имеет вид

$$q_2 = -0,00034 D + 0,675. \quad (2)$$

Графическое сглаживание коэффициента формы по ступеням толщины (рис. 2) и сопоставление данных эмпирического уравнения связи (2) с фактическими показываю, что в целом независимо от диаметра средний коэффициент формы  $q_2$  также почти постоянен ( $q_2 = 0,66$ ).

Из-за отсутствия установленных закономерностей строения буковых насаждений по  $q_2$  ежегодно лесостроители рубят сотни модельных деревьев в каждом устраниваемом лесхозе только для подбора массовых таблиц по коэффициенту формы.

В целях устранения непроизводительного труда таксаторов сложное буквое насаждение следует таксировать по таблицам средней формы, наиболее отвечающим реальным формам стволов, а сами таблицы составлять не по классам  $q_2$ , а по среднему коэффициенту формы ( $q_2 = 0,66$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ю. П. Бутенас. Исследование формы стволов ели, произрастающей в лесах Литовской ССР, и разработка таблиц объема и сбega. Кандидатская диссертация, М., 1956. [2]. С. З. Курдиани, А. А. Ростовцев. Массовые и сортиментные таблицы для бука, дуба, граба, ясеня, ольхи, пихты, ели и сосны по классам бонитета. Тбилиси, 1932. [3]. С. М. Рихерт. К вопросу составления объемных таблиц для дуба. Научные записки ВЛХИ, т. XI, Воронеж, 1950. [4]. Р. Г. Синельщиков. Рост, строение и возрастная культура еловых насаждений Кировской области. Кандидатская диссертация, Воронеж, 1958.

Поступила 11 августа 1964 г.

УДК 634.0.453

### ОПЫТ БОРЬБЫ С ДУБОВОЙ ЛИСТОВЕРТКОЙ (*Tortrix viridana* L.) ПУТЕМ АВИАОПЫЛИВАНИЯ ШЛАМОВОЙ ЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛЬЮ

**Д. Ф. РУДНЕВ**

(УкрНИИЗР)

**Е. Н. СТЕПАНОВА**

(Бахчисарайский лесхоз)

**Н. Э. КОНОНОВА**

(УкрНИИЗР)

По сообщению Л. П. Грачевой\*, шламовая цементная пыль — отход при производстве цемента — может быть использована в борьбе с рядом вредителей сада и сельскохозяйственных культур.

В связи с отсутствием данных о токсичности шламовой цементной пыли для гусениц дубовой листовертки и некоторых других вредителей нами были проведены лабораторные испытания в отделе лесной и садовой энтомологии УкрНИИЗРа.

Для исследования брали гусениц златогузки, кольчатого и непарного шелкопряда, дубовой листовертки, яблоневой моли, жуков гороховой зерновки и взрослых особей вредной черепашки. Испытания показали, что обработка гусениц первого возраста непарного шелкопряда шламовой цементной пылью (из расчета 45 кг на 1 га) вызвала их гибель в среднем на 60% (через сутки после обработки), а в контроле (без обработки) гибель составляла только 6%. Спустя двое суток гибель в опыте уже достигла 72%.

Гусеницы кольчатого шелкопряда оказались более чувствительными и погибли на 100% при полном отсутствии смертности в контроле, так же как и в опыте с дубовой листоверткой. Для гусениц яблоневой моли, а также для имаго гороховой зерновки и вредной черепашки шламовая пыль оказалась почти нетоксичной. Наблюдения показали, что гусеницы погибали вследствие непроходимости кишечника.

\* Л. П. Грачева. Цементная пыль — средство борьбы с вредителями. «Защита растений от вредителей и болезней» № 11, 1962.

Полученные данные убедили в перспективности применения шламовой цементной пыли в производственных условиях (нормы расхода 30, 45 и 60 кг на 1 га). Опыт был проведен в кварталах I, 2, 3, 4 и 5 Михайловского лесничества Бахчисарайского лесхоза в насаждении из дуба III и IV классов возраста порослевого происхождения, полнотой 0,3—0,6, IV и V классов бонитета, расположенных на плоскогорье на высоте 320 м над ур. м. Для контроля были взяты соседние насаждения, принадлежащие эфирсовхозу и примыкающие к насаждениям квартала 5 с теми же таксационными показателями.

По предварительным учетам, в обработанных цементной пылью насаждениях число здоровых яйцекладок дубовой листовертки составляло в среднем 16,2 на 1 пог. м ветви прироста 1960—1962 гг., а в контрольных — от 11 до 20. Обработка была проведена с самолета АН-2 утром 8 мая 1963 г. в период начала распускания листьев дуба. Гонуляция гусениц следующим образом разделялась на возрасты (определенные по ширине головной капсулы): I — 40%, II — 36%, III — 24%.

В вариантах с обработкой смесью ДДТ и ГХЦГ начало гибели гусениц дубовой листовертки было отмечено через 2—3 часа после проведения авиаопыливания, а в вариантах опыливания цементной пылью — через 2 дня. Не все погибшие гусеницы падали с деревьев. Основная масса их оставалась в спутанных паутинках на ветвях в кроне. Особенно большое количество свешивающихся на паутинках погибших гусениц наблюдалось в насаждениях, обработанных цементной пылью из расчета 60 и 45 кг на 1 га.

Учет живых гусениц проводили на контрольных ветвях модельных деревьев (пять деревьев для каждого варианта) дважды: первый раз накануне обработки, то есть 7 мая, и второй — на 7-й и 8-й день после авиаопыливания. Учет эффективности авиаопыливания по числу живых гусениц показал, что применение шламовой цементной пыли в дозировке 45 и 60 кг на 1 га дало хорошие результаты, практически равноценные опыливанию смесью дустов ДДТ и ГХЦГ.

Сбор насекомых на учетных площадках не дал достоверных показателей, так как муравьи и птицы быстро уносили опадающих насекомых. Полезных насекомых — пчел и энтомофагов среди погибших на площадках, покрытых бумагой, не найдено.

В той части леса, где было проведено авиаопыливание смесью дустов ДДТ и ГХЦГ, отмечена гибель муравьев, мелких жужелиц, паразитических мух и других видов невранных насекомых, но количественный учет их провести не удалось, так как на не покрытых бумагой учетных площадках муравьи и птицы быстро растаскивали всех погибших насекомых, по мере их падения на землю.

Массовое окукливание гусениц дубовой листовертки отмечено 20 мая. В период 26—27 мая был проведен учет оставшихся живых и окуклившихся гусениц на модельных деревьях.

Наибольшее количество куколок сохранилось на участке, где было применено опыливание цементной пылью из расчета 30 кг на 1 га. Участки, обработанные смесью дустов ДДТ и ГХЦГ, а также цементной пылью из расчета 60 кг на 1 га, оказались наименее заселенными куколками дубовой листовертки и практически равноценны. Лёт бабочек дубовой листовертки начался 31 мая и закончился 23 июня. В период с 2 по 12 июня проведен учет гибели куколок листовертки от паразитов и заболеваний.

Данные по учету состояния куколок дубовой листовертки показали, что наиболее эффективными оказались варианты с обработкой шламовой цементной пылью из расчета 45 и 60 кг на 1 га. В этих вариантах наблюдается более высокая гибель куколок, главным образом, от паразитов (57,6 и 45,8%), тогда как после обработки ядохимикатами активность паразитов дубовой листовертки оказалась значительно подавленной (20%). Из паразитов куколок дубовой листовертки преобладали *Itoplectes maculator* (Ichneumonidae), затем *Brachimeria* sp. (Chalcididae) и мухи тахины. Развитие заболеваний проявилось примерно одинаково во всех вариантах опыта, но значительно сильнее, чем в контроле, вероятно, вследствие некоторой физиологической ослабленности гусениц под влиянием обработок.

Таким образом, опыт показал, что вредители могут быть уничтожены с помощью веществ, совершенно безопасных для здоровья теплокровных животных и безвредных для полезной фауны леса.

УДК 634.0.2

## О ПРИЧИНАХ ГИБЕЛИ САМОСЕВА НА ВЫРУБКАХ САХАЛИНА

А. П. КЛИНЦОВ

(Сахалинская лесная опытная станция)

В течение 1957—1960 гг. Сахалинская лесная опытная станция проводила исследования по выявлению причин, препятствующих естественному возобновлению леса. Для этого в 1957 г. на свежих вырубках в трех наиболее распространенных типах условий на расстоянии 20—50 м от семенных куртин или стен леса были заложены опыты с различными способами обработки почвы: снятие напочвенного покрова и подстилки в площадках, рыление почвы в площадках, проведение плужных борозд. Одна серия опытов была заложена летом, другая — осенью. В 1958 г. опыты были дополнены. В каждом варианте опытов для систематических наблюдений было закреплено по пятьдесят постоянных учетных мест, на которых ежегодно два раза (летом и осенью) учитывали самосев и живой напочвенный покров. На этих же опытных участках периодически проводили микроклиматические исследования, определяли влажность почвы. Погибшие сеянцы в лабораторных условиях исследовали на зараженность фузариумом. Результаты проведенных работ представлены в табл. 1.

Таблица 1

| Способ и время содействия | Порода | Количество сеянцев по учету 1960 г., % |                     |       |           |              |             |       |
|---------------------------|--------|--|---------------------|-------|-----------|--------------|-------------|-------|
|                           |        | здоровых                               | погибших по причине |       |           |              |             | всего |
|                           |        |  | выжигания           | ожога | полегания | навала опада | неизвестной |       |

### Тип с курильским бамбуком

|  |    |     |    |   |   |     |    |     |
|--|----|-----|----|---|---|-----|----|-----|
| Снятие напочвенного покрова и подстилки в площадках 40×40 см летом 1957 г.   | Пх | 0   | —  | — | — | 100 | —  | 100 |
|  | Е  | 0   | —  | — | — | 100 | —  | 100 |
| осенью 1957 г.   | Пх | 0   | —  | — | — | 100 | —  | 100 |
|  | Е  | 0   | —  | — | — | 100 | —  | 100 |
| Рыление почвы в площадках 40×40 см   | Пх | 0   | —  | — | — | 100 | —  | 100 |
|  | Пх | 0   | —  | — | — | 100 | —  | 100 |
|  | Е  | 0   | —  | — | — | 100 | —  | 100 |
| Плужная обработка (дно борозды)  | Пх | 100 | —  | — | — | —   | —  | —   |
|  | Пх | 44  | —  | — | — | 56  | —  | 56  |
| Удаление горизонта А <sub>0</sub> А <sub>1</sub> в площадках 1×1 м в 1958 г. | Е  | 44  | 30 | — | — | —   | 26 | 56  |
|  | Пх | 50  | 25 | — | — | —   | 25 | 50  |
| Снятие напочвенного покрова в площадках 1×1 м в 1958 г.                      | Е  | 44  | —  | — | — | 6   | 50 | 56  |
|  | Пх | 43  | —  | — | — | 7   | 50 | 57  |

### Вейниково-малинниковый тип

|                                    |    |    |    |   |   |   |    |    |
|------------------------------------|----|----|----|---|---|---|----|----|
| Рыление почвы в площадках 40×40 см | Пх | 50 | 10 | — | — | — | 40 | 50 |
|                                    | Пх | 30 | —  | — | — | — | 70 | 70 |



Продолжение табл. 1

| Способ и время содействия  | Порода | Количество сеянцев по учету 1960 г., % |                     |       |           |        |             | всего |
|--|--------|--|---------------------|-------|-----------|--------|-------------|-------|
|  |        | здоровых                               | погибших по причине |       |           |        |             |       |
|  |        |  | выжигания           | ожога | полегания | навала | неизвестной |       |
| Снятие напочвенного покрова в площадках 40×40 см летом 1957 г.               | Пх     | 50                                     | —                   | —     | —         | —      | 50          | 50    |
| Плужная обработка осенью 1957 г. дно борозды пласт                           | Е      | 63                                     | 37                  | —     | —         | —      | —           | 37    |
|  | Пх     | 33                                     | 34                  | —     | —         | 16     | 17          | 67    |
|  | Лц     | 43                                     | —                   | —     | —         | 14     | 43          | 57    |
|  | Е      | 0                                      | —                   | —     | —         | —      | 100         | 100   |
|  | Пх     | 0                                      | —                   | —     | —         | —      | 100         | 100   |
|  | Лц     | 50                                     | —                   | —     | —         | —      | 50          | 50    |
| Удаление горизонта А <sub>0</sub> А <sub>1</sub> в площадках 1×1 м в 1958 г. | Е      | 71                                     | 29                  | —     | —         | —      | —           | 29    |
|  | Пх     | 61                                     | 39                  | —     | —         | —      | —           | 39    |
|  | Лц     | 100                                    | —                   | —     | —         | —      | —           | —     |
| Снятие напочвенного покрова и подстилки в площадках 1×1 м в 1958 г.          | Е      | 69                                     | —                   | —     | —         | —      | 31          | 31    |
|  | Пх     | 70                                     | —                   | 10    | —         | —      | 20          | 30    |
|  | Лц     | 60                                     | —                   | 15    | —         | —      | 25          | 40    |

Вейниково-кипрейный тип

|   |    |     |    |     |    |    |     |     |
|---|----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|
| Рыхление почвы в площадках 40×40 см летом 1957 г.   | Е  | 38  | —  | —   | —  | —  | 62  | 62  |
|   | Пх | 38  | —  | —   | —  | —  | 62  | 62  |
|   | Лц | 49  | —  | —   | —  | —  | 51  | 51  |
| Рыхление почвы в площадках 40×40 см летом 1957 г. осенью 1957 г.                          | Лц | 100 | —  | —   | —  | —  | —   | —   |
|   | Лц | 87  | 3  | 4   | —  | 4  | 2   | 13  |
| Снятие напочвенного покрова и подстилки в площадках 40×40 см летом 1957 г. осенью 1957 г. | Е  | 0   | —  | —   | —  | —  | 100 | 100 |
|   | Пх | 50  | —  | —   | —  | —  | 50  | 50  |
|   | Лц | 47  | —  | —   | —  | —  | 53  | 53  |
|   | Лц | 76  | 11 | —   | —  | —  | 13  | 24  |
| Снятие напочвенного покрова в площадках 40×40 см летом 1957 г.                            | Лц | 62  | 10 | 5   | —  | —  | 23  | 38  |
|   |    | Лц  | 78 | 10  | —  | 10 | —   | 2   |
| Плужная обработка (дно борозды) летом 1957 г. осенью 1957 г.                              | Лц | 59  | 23 | —   | 10 | —  | 8   | 41  |
|   | Лц | 55  | 5  | 30  | —  | —  | 10  | 45  |
| Плужная обработка (пласт) летом 1957 г. осенью 1957 г.                                    | Лц | 30  | —  | 50  | —  | —  | 20  | 70  |
|   | Е  | 50  | —  | 50  | —  | —  | —   | 50  |
|   | Лц | 100 | —  | —   | —  | —  | —   | —   |
| Удаление горизонта А <sub>0</sub> /А <sub>1</sub> в площадках 1×1 м в 1958 г.             | Пх | 100 | —  | —   | —  | —  | —   | —   |
|   | Лц | 100 | —  | —   | —  | —  | —   | —   |
|   | Лц | 0   | —  | 100 | —  | —  | —   | 100 |

Выводы

1. Проведение мер содействия естественному возобновлению путем обработки почвы (удаление покрова и подстилки, рыхление, плужные борозды) на вырубках

типов вейниково-малинникового, вейниково-кипрейного и с курильским бамбуком мало эффективно и от него следует отказаться. В местах, где почва была обработана, всходов темноквойных пород появляется мало; через год по разным причинам гибнет до 50%.

2. Причины гибели самосева различны на вырубках разных типов. Так, на вырубках с курильским бамбуком в местах, где проводили обработку почвы в целях действия естественному возобновлению, основной причиной гибели всходов является навал опада. Через 2—3 года на этих вырубках полностью зарастают сорными растениями как обработанные, так и нетронутые участки.

3. На вырубках вейниково-малинникового типа обработанные участки зарастают медленнее; через 3 года сомкнутость сорных трав составляет 0,4—0,6. То же самое наблюдается и на вырубках вейниково-кипрейного типа.

4. Главной причиной гибели всходов на вырубках последних двух типов условий является выжимание из почвы ледяными кристаллами, ожоги и сухость почвы.

Поступила 26 апреля 1965 г.

ТУДК 634.0.522

## ТЕНЕВОЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ДЕРЕВА

Г. И. АДАМЯНЦ

(Небугское лесничество)

В учебниках по лесной таксации приводятся описания различных способов и приборов для определения высоты дерева с разной степенью точности, однако ни в одном из учебников мы не обнаружили самого простого метода, сущность которого приводим ниже.

Этот способ можно назвать теневым, так как его применяют, когда светит солнце и предметы отбрасывают тень. Наблюдатель подходит к дереву, отбрасывающему четкую тень. Рядом с деревом он втыкает в землю заостренную палку, длина надземной части которой должна равняться одному метру. Палка также должна отбрасывать тень.

Совершенно очевидно, что высота дерева  $H$  так относится к высоте метровой палки  $h$ , как длина тени дерева  $L$  относится к длине тени палки  $l$ , то есть  $\frac{H}{h} = \frac{L}{l}$ , откуда

$$H = \frac{h \cdot L}{l} = \frac{1L}{l}$$

Иначе говоря, достаточно длину тени дерева (ее можно измерить рулеткой или метром) разделить на длину тени метровой палки (ее также можно измерить рулеткой или метром с сантиметровыми делениями). Частное даст искомую высоту дерева в метрах.

Пример. Допустим, что длина тени дерева  $L = 9$  м, а длина тени палки  $l = 45$  см. Тогда искомая высота дерева равняется 20 м ( $\frac{9}{0,45}$ ).

На склонах также можно измерять тени, лишь бы для дерева и палки они находились в одинаковых условиях рельефа поверхности земли. Опытные измерения по этому способу, произведенные на территории Туапсинского и Небугского лесничеств Туапсинского лесокombината Краснодарского края, показали, что по скорости и точности наш метод превосходит способы определения высот дерева зеркальным высотомером и мерной вилоккой с отвесом. Работавшие летом 1965 г. в этих лесничествах лесоустroительные партии дали способу положительную оценку.

Поступила 23 февраля 1966 г.

УДК 634.0.232

## КУЛЬТУРЫ СОСНЫ НА ВЫРУБКАХ ВЕЙНИКОВО-РАЗНОТРАВНОГО ТИПА

**В. В. ОГИЕВСКИЙ, А. А. МЕДВЕДЕВА**

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

В сосновых лесах лесостепной и таежной зон Западной Сибири среди площадей лесокультурного фонда преобладают необлесившиеся вырубки в различных группах травяных типов леса.

Особенности создания культур сосны и развития травяного покрова на лесокультурных площадях, расположенных на вырубках этого типа, мы изучали на участках опытных культур 1959—1960 гг. в Снежинском лесничестве Емельяновского лесхоза (Красноярский край).

Для наблюдений в качестве основного был взят участок культур сосны, созданных посадкой 2-летних сеянцев в 1959 г. на вырубке 6-летней давности вейниково-разнотравного типа. Почвы участка — дерново-слабоподзолистые супесчаные на легких суглинках.

Обработка почвы была проведена осенью 1958 г. полосами шириной 4,0—4,5 м через 4—5 м корчевателем-собирателем Д-210В (раскорчевка полотна полос и двукратное рыхление на глубину 18—20 см). Культуры высажены осенью 1959 г. на 9 полосах, размещенных на участке площадью 4 га, по следующим вариантам густоты: 10,0; 6,6 и 3,4 тыс. сеянцев на 1 га. В 1963 г. не наблюдалось различий в приживаемости и ходе роста культур различной густоты посадки. Приживаемость саженцев была в 1959 г. — 92%, в 1960 г. — 89%, в 1961 г. — 84%, в 1962 г. — 83%, в 1963 г. — 83%.

При обработке почвы качество рыхления и удаления дернины было различным. На 35—40% протяженности полос гумусовый горизонт был удален почти полностью, на 30—35% — на три четверти, на 20% был снят только слой подстилки и опада, 10% не были затронуты обработкой. В соответствии с этим на полосах в 1963 г. можно выделить участки, имеющие слабое, среднее и сильное зарастание травами.

Видовой состав трав на полосах иной, чем на необработанных участках. При всех степенях зарастания полос в составе травяного покрова доминирует кипрей.

По запасам питательных веществ слабо заросшие участки значительно уступают сильно заросшим и необработанным. На слабо заросших участках корней тоньше 1 мм в 3 раза меньше, чем на средне заросших, и в 15 раз меньше, чем на сильно заросших и необработанных. На сильно заросших участках саженцы сосны получают в 30 раз меньше света, чем на слабо заросших. Уходов за культурами не было.

Различия в развитии травяного покрова привели к изменению роста саженцев. В первые два года лучшие показатели роста были на участках полос с сохранившимся гумусовым горизонтом, а через 3 года после посадки интенсивнее растут саженцы на слабо заросших участках.

Результаты анализа модельных саженцев (взятых по методу пропорционально ступенчатого представительства по 10-сантиметровым ступеням высот) показали, что различия в развитии растений на участках полос с неодинаковой степенью зарастания наблюдаются не только в приросте по высоте, но и в развитии надземных частей и корневых систем саженцев. На относительно обедненных, слабо заросших участках полос саженцы сосны имеют оптимальные условия для роста.

Основную роль в заселении обработанных участков играют травы, размножающиеся, главным образом, вегетативным путем. Поэтому при частичной обработке почвы (полосами, бороздами, площадками) зарастание происходит, в основном, в результате проникновения корневищ, корневых отпрысков и корней трав с необработанных промежутков. С наибольшей скоростью распространяется кипрей, с меньшей — осоки и злаки.

Особно сильное зарастание горизонтальных корней кипрея наблюдалось в первые два года, максимальное количество побегов образуется в течение 4—6 лет после обработки. Горизонтальные корни кипрея, образовавшиеся из почек возобновления на корнях, пораненных при обработке, по кромкам полос, имеют прирост на полосах в пределах от 40 до 150 см в год. На участках полос с сохранившимся гумусовым го-

ризонтом образуются сплошные заросли кипрея, а на участках полос, где гумусовый горизонт был удален, встречаются только единичные экземпляры.

На сильно заросших участках полос именно кипрей вызывает резкое снижение прироста саженцев.

Злаки (вейники лесной и наземный, мятлик сибирский, коротконожка перистая) и осока стоговидная распространены, главным образом, на необработанных участках и участках полос с сохранившимся гумусовым горизонтом. Они образуют довольно плотную дернину из густо переплетающихся вертикальных и горизонтальных придаточных корней, которые углубляются в почву на 40—50 см, а в горизонтальном направлении имеют радиус распространения до 30—40 см.

На слабо заросших участках полос через 6 лет после обработки почвы встречаются только единичные экземпляры вейников и осок, корневища которых сравнительно слабы и хрупки.

Слабое зарастание дна борозд и площадок травами отмечалось в течение 3—4 лет после обработки. Характер развития травяной растительности здесь был такой же, как на слабо заросших участках полос.

При обработке почвы плугами ПЛ-ПКЛ-70, на третий год после обработки на обернутых пластах почти полностью восстанавливается целинная растительность.

Мы наблюдали также механическое повреждение культур при заваливании их травами с необработанных промежутков. Если учесть, что преобладает одностороннее заваливание, то при частичной обработке почвы ширина полос, борозд, площадок должна быть не менее высоты первого яруса трав. При меньшей ширине возникает необходимость проведения уходов (выкашивания трав).

Наши исследования позволяют сделать вывод, что при частичных способах обработки почвы основное внимание должно быть направлено на удаление корневищ, стпрысков и корней трав с обработанной части площади. При существующих способах обработки почвы это связано с удалением части гумусового горизонта и некоторым обеднением почвы. Но это относительное обеднение сказывается на росте саженцев сосны только в первые два года.

При правильном выборе способа подготовки почвы и хорошем ее проведении в условиях Западной Сибири на вырубках вейниково-разнотравного и осочково-вейниково-разнотравного типов вполне возможно создание культур сосны посадкой двухлетних сеянцев без последующих уходов за ними.

Поступила 24 марта 1964 г.

УДК 631.8

## ВЛИЯНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ФОРМ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА РОСТ ПРОРОСТКОВ ЕЛИ

А. Б. ВОРОНКОВА

(ВНИИЛМ)

В настоящее время в сельском и лесном хозяйстве много внимания уделяется использованию различных стимуляторов роста. Одним из источников биологических активаторов является органическое вещество растительных остатков и почвы. Содержащиеся в нем ауксины, витамины, антибиотики, битумы, ряд аминокислот, гуминовые кислоты и гуматы, фульвокислоты и т. д. положительно действуют на растения.

Для разработки способов успешного выращивания стандартного посадочного материала и лучшей приживаемости сеянцев в культурах, а также правильного понимания естественного возобновления лесов важно выяснение стимулирующего действия органических веществ.

Цель работы — определить влияние водных вытяжек из торфа и некоторых лесных подстилок на проростки ели. Опыты были поставлены на водных культурах в вегетационных сосудах. Семена ели проращивали в чашках Петри. В вегетационные сосуды пересаживали проростки длиной 25 мм (20 шт. в каждый). Водные вытяжки в сосудах ежедневно азиривали. Через каждые 5 дней проводили обмер сеянцев. Повторность каждого варианта опыта — трехкратная. Контролем служил рост проростков на дистиллированной воде.

Наши опыты показали, что характер влияния водных вытяжек зависит от источника их получения. При одном и том же способе извлечения (соотношение твердого материала и воды 1:25, получасовое взбалтывание) водные экстракты из торфа низинного, сосновой подстилки, еловой подстилки и свежего осеннего опада березы и осины по-разному воздействовали на ель (табл. 1).

Таблица 1

| Показатели   | Исходный материал водной вытяжки |                    |                  |                    |                   | Контроль |
|--|----------------------------------|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|----------|
|  | торф низинный                    | сосновая подстилка | еловая подстилка | свежий опад березы | свежий опад осины |          |
| Концентрация органического вещества по углероду, %               | 0,013                            | 0,023              | 0,041            | 0,085              | 0,095             | —        |
| Длина гипокотыля после 25 дней опыта в сосудах ( $M \pm m$ ), мм | 55 ± 2,5                         | 49 ± 1,5           | 47 ± 1,8         | 41 ± 1,5           | 38 ± 1,5          | 42 ± 1,4 |

Как видно из табл. 1, наибольшее положительное влияние на проростки ели оказал экстракт из низинного торфа. Водные вытяжки из березового и осинового опада действуют угнетающе; через 10—12 дней после пересадки в сосуды рост сеянцев прекращался, корешок начинал быстро буреть и отмирать, только на единичных экземплярах опадала семенная оболочка, освобождая первую мутовку хвоинок.

Различное действие исследованных водных вытяжек на сеянцы ели можно объяснить разными концентрацией и составом вымываемых водой органических веществ. Чтобы установить влияние качественных особенностей органических веществ, переходящих в раствор, были поставлены опыты с водными вытяжками тех же исходных материалов, но при выравненной концентрации органического вещества в них (табл. 2).

В этом варианте по-прежнему самое большое положительное влияние отмечается в опытах с вытяжкой из низинного торфа, а также с сосновым и еловым экстрактом. В случае применения экстрактов из торфа и хвойных подстилок эффект оказался даже большим, чем в первом опыте. С уменьшением концентрации органических веществ в водном растворе из осинового опада уже не наблюдается отмеченного ранее токсикоза (табл. 1 и 2).

Таблица 2

| Показатели   | Исходный материал водной вытяжки |                                 |                                 |                                 |                                 | Контроль                        |
|--|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|  | торф низинный                    | сосновая подстилка              | еловая подстилка                | свежий опад березы              | свежий опад осины               |                                 |
| Концентрация органического вещества по углероду, %               | $\frac{0,01}{0,01}$              | $\frac{0,01}{0,01}$             | $\frac{0,01}{0,01}$             | $\frac{0,01}{0,01}$             | $\frac{0,01}{0,01}$             | $\frac{—}{—}$                   |
| Длина гипокотыля после 25 дней опыта в сосудах ( $M \pm m$ ), мм | $\frac{63 \pm 1,9}{55 \pm 2,2}$  | $\frac{61 \pm 2,9}{51 \pm 2,3}$ | $\frac{53 \pm 2,6}{48 \pm 1,8}$ | $\frac{42 \pm 1,9}{56 \pm 2,1}$ | $\frac{58 \pm 2,1}{45 \pm 2,6}$ | $\frac{41 \pm 1,4}{41 \pm 1,4}$ |

Примечание. В числителе данные, полученные для некомпостированного исходного материала водной вытяжки; в знаменателе — для компостированного. Концентрация органического вещества по углероду выравнена.

Все это указывает на важность концентрации раствора не только в отношении гуминовых кислот, но и водорастворимых форм органического вещества.

И только органические вещества березового экстракта не оказывают заметного стимулирующего действия. Снижение его концентрации не отразилось на росте проростков ели, он по-прежнему остался близким к контрольному. Приведенные данные указывают, что не только сумма колинов, но и их состав, влияющий на жизнь сеянцев, в различных растительных остатках неоднороден.

Для более полного выяснения влияния группового состава водорастворимой фракции органических веществ растительных остатков были поставлены опыты на водных вытяжках из тех же исходных материалов, но после их дополнительного разложения (срок компостирования — год; торф и сосновую подстилку компостировали в поле, а еловую, осиновою и березовую, — в лаборатории). В процессе гумификации

изменился не только количественный, но и качественный состав водорастворимой части органического вещества, что привело к изменению характера влияния водных вытяжек на проростки ели (табл. 2).

Как видно из табл. 2, положительное действие экстрактов из торфа, сосновой, еловой и осиновой подстилок на проростки становится меньше и однообразнее. В случае вытяжек из хвойных подстилок и торфа оно очень близко к варианту с различными концентрациями органического вещества.

Неожиданные и интересные изменения наблюдаются на экстракте из березового компоста. Его влияние от почти нейтрального в предыдущих опытах переходит в заметно положительное.

Поступила 18 апреля 1966 г.

УДК 634.0.561.

## МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СЕЗОННОГО И ГОДИЧНОГО ПРИРОСТА ПО ТОЛЩИНЕ У РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ ДЕРЕВЬЕВ

В. В. СМЕРНОВ

(Лаборатория лесоведения АН СССР)

Существуют два метода измерения прироста по толщине: микрометренный и наружных обмеров. При первом из исследуемой части дерева берут кусочек древесины (высечку), а затем под микроскопом измеряют ширину интересующего годичного слоя. Для измерения прироста удобнее всего применять микроскоп «Мир-12», точность его измерений — 0,01 мм.

Если высечки не обрабатываются немедленно под микроскопом, то их необходимо консервировать или в чистом спирте, или в спирте, смешанном с глицерином (до 25% глицерина), или в денатурате. При этом каждая высечка маркируется простым карандашом. На боковых ее поверхностях указывают обычно номер пробной площади, древесную породу, номер дерева и дату отбора.

Для отбора высечек с дерева можно пользоваться и приростным буравом, но он сминает годичные слои, особенно когда древесина мягкая, а кроме того, с такой высечки трудно сделать срез для работы под микроскопом. На срубленных деревьях измерять ширину годичных колец (если они не очень узки) удобнее всего измерительной лупой 10-кратного увеличения. Точность измерения 0,1 мм.

Метод наружных обмеров основан на систематическом обмере какой-либо части дерева. По разности этих обмеров определяется изменение толщины той или иной части дерева, зависящее не только от прироста древесины, но и от погодных условий, времени года и даже времени суток. Все это имеет большое значение при изучении сезонного прироста.

При определении годичного прироста методом наружных обмеров влияние погоды сводится к нулю, так как замеры должны производиться осенью, когда толщина частей дерева установилась и изменений ее практически не происходит. Однако обмеры (особенно стволов) всегда следует производить до наступления морозов, ибо при температуре ниже 0°C толщина всех частей дерева резко уменьшается.

В связи с изложенным для изучения сезонного прироста можно рекомендовать микрометренный метод. Однако и он не всегда бывает точен, ибо высечки берут каждый год с разных деревьев, а в течение года — из различных мест ствола (по его окружности).

В некоторых случаях микрометренный способ вообще не применим. В частности, он не годен в молодняках, для деревьев небольшого диаметра, в тех случаях, когда подопытное дерево нельзя ранить, а также при определении прироста целого древостоя, когда необходимо знать прирост каждого дерева на пробной площади. Во всех этих случаях, а также при изучении годичного прироста растущих деревьев следует использовать метод наружных обмеров.

Существует три группы приборов для измерения: длины окружности, диаметров, изменений толщины по радиусу. В первом случае применяют стальную ленту с нулем или индикатором часового типа или с другим прибором, точно показывающим изменения длины окружности той или иной части дерева в процессе его жизнедея-

тельности. Это наименее точный прием определения прироста, так как хотя здесь и учитывается прирост по всей окружности ствола, но вносятся и все ошибки от изменения толщины коры и особенно корки, чрезвычайно подверженной влиянию погодных условий.

Для измерения диаметров применяют штангенциркули различных размеров. Точность работы с ними 0,1—0,05 мм, однако практически при замерах деревьев она значительно ниже.

Для установления изменений толщины по радиусу применяют приростомеры\* различных конструкций, основной частью которых является индикатор часового типа.

Все описанные приборы применимы при исследовании прироста стволов, толстых сучьев и корней. При обмерах ветвей нельзя использовать приростомер, так как его невозможно установить на тонких ветвях. Но это наиболее удобный, а иногда и единственный применимый прибор для измерения толстых корней.

\* М. А. Нарышкин, В. В. Смирнов. Прибор для определения прироста деревьев. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1959.

Поступила 14 декабря 1964 г.

УДК 581.1 : 634.0.2

## ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА ХАРАКТЕР НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Г. И. ГОРЕВ

(Комбинат «Кирлес»)

На практике типы леса выделяют преимущественно по живому напочвенному покрову. Однако растения-индикаторы нередко не показывают истинных условий роста леса.

Одни и те же растения-индикаторы могут поселяться в различных почвенных условиях в зависимости от освещенности под пологом леса. Свет как один из факторов среды налагает свой отпечаток на видовой состав и обилие напочвенного покрова.

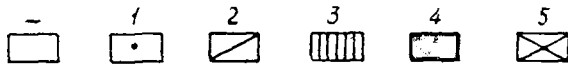
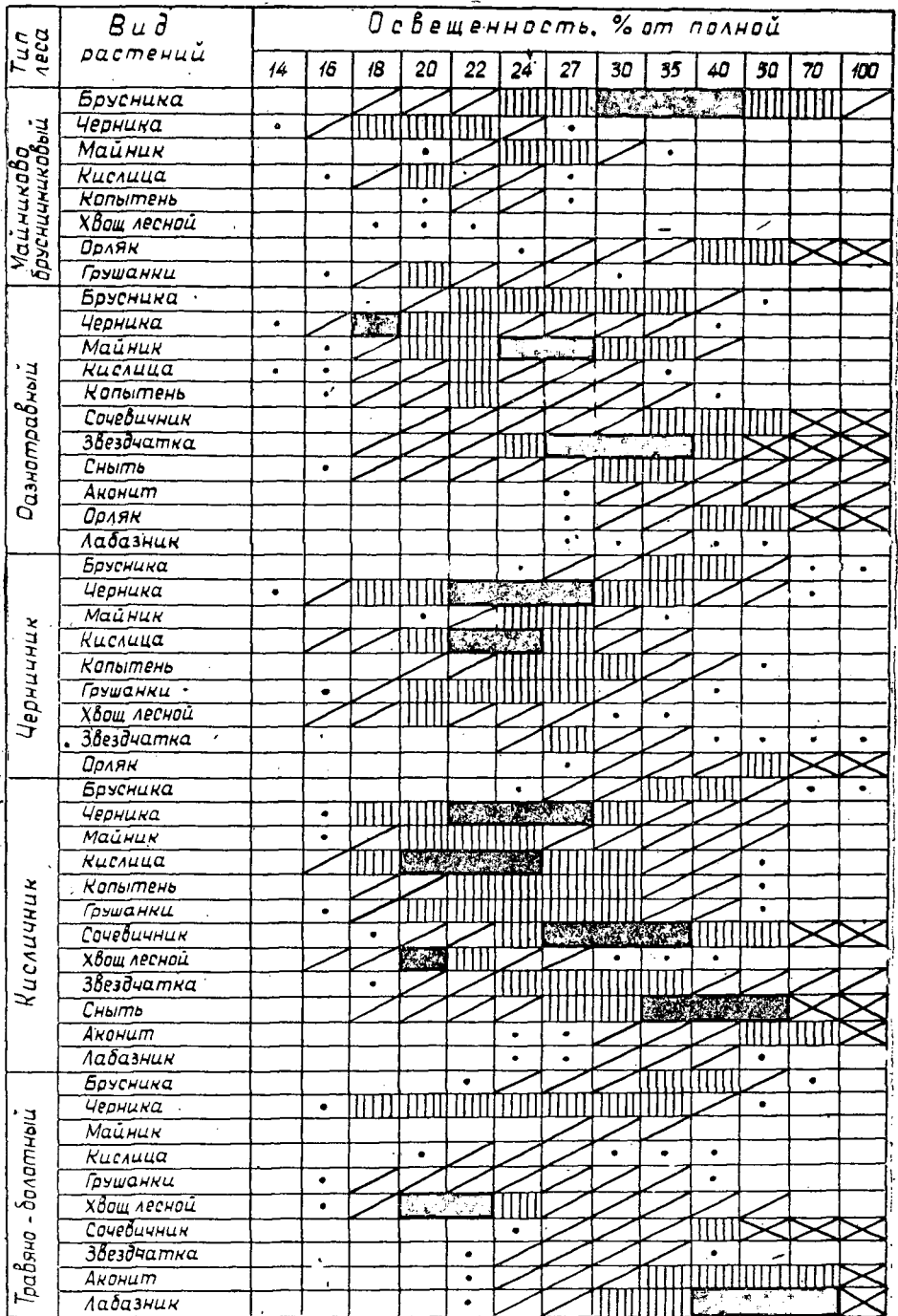
Наши исследования — одна из попыток выявить взаимосвязь между освещенностью под пологом леса и характером (видовым составом и обилием) почвенной флоры в основных типах леса.

Наблюдения проводили в Кировской области на широте 58—60° на 81 пробной площади. В одинаковых почвенных условиях степень освещенности площадей разная. При установлении типа леса главное внимание уделяли почве (по почвенным разрезам) и древостою, производительность которого использовали как индикатор однородности лесорастительных условий. С помощью фотоэлектроэкспонетра, выверенного по люксметру, освещенность под пологом измеряли в пятикратной повторности на ходовых линиях по диагоналям пробных площадей, на открытом пространстве — в трехкратной повторности и обязательно в удалении от стен леса на двойную высоту древостоя.

Результаты наблюдений сведены в диаграммы (рис. 1 и 2). Мертвый напочвенный покров наблюдался при освещенности ниже 14—15%.

Представители напочвенной флоры, в том числе и классические индикаторы, предъявляют свои определенные требования к свету. Травяной покров, расположенный под пологом леса, находится в многократной зависимости не только от богатства, кислотности и влажности почвы (эти показатели лесорастительных условий нам чаще всего нужно распознать по растениям-индикаторам), но и от освещенности. Значит в однородных лесорастительных условиях, но при различной освещенности (сомкнутости полога) может сильно варьировать видовой состав напочвенной флоры. Это может дезориентировать наблюдателя.

Для лесов Севера стала массовой ошибкой описывать насаждения черничниками, несмотря на то, что они произрастают на совершенно различных по плодородию, влажности и механическому составу почвах. Не случайно появилась необходимость различать свежие и влажные черничники (И. С. Мелехов, 1959 г.). В квартале № 17 Опаринского лесничества Кировской области древостой 5Б30с2Е типа черничник списан как единый таксационный участок (№ 13 площадью 193 га). Действительно



Примечание. Встречаемость растений по Друде: 1 — sol; 2 — sp; 3 — сор<sup>1</sup> — сор<sup>2</sup>; 4 — сор<sup>3</sup> — soc; 5 — от sp. до сор.

Рис. 1.



| Тип леса                           | Род и вид растений   | Освещенность, % от полной |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
|                                    |                      | 14                        | 16  | 18  | 20  | 22  | 24   | 27   | 30  | 35   | 40  | 50  | 70  | 100 |
|                                    |                      | Полнота насаждений        |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    |                      | 1,3                       | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,85 | 0,75 | 0,7 | 0,65 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0   |
| Лишайниковый                       | <i>Cladonia</i>      |                           |     |     |     | •   | •    |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>P. Schtebetsi</i> | •                         | •   |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
| Полулайниковый                     | <i>Cladonia</i>      |                           |     |     |     | •   | •    |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>P. Schtebetsi</i> | •                         |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>Julipretus</i>    |                           |     |     |     | •   | •    |      |     |      |     |     |     |     |
| Брусничник и майничково-брусничный | <i>Cladonia</i>      |                           |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>P. Schtebetsi</i> | •                         |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>H. proliferum</i> | •                         | •   |     | •   |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>Distalium</i>     |                           | •   |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>Julipretus</i>    |                           |     |     |     | •   | •    |      |     |      |     |     |     |     |
| Черничник                          | <i>P. Schtebetsi</i> | •                         |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>H. proliferum</i> | •                         |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>Distalium</i>     |                           | •   | •   |     |     | •    | •    |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>P. commune</i>    |                           |     |     | •   | •   | •    | •    |     | •    | •   |     |     |     |
|                                    | <i>P. Schtebetsi</i> | •                         |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     | •   |
| Кисличник                          | <i>H. proliferum</i> | •                         |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>Distalium</i>     |                           | •   | •   |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>R. triquetrus</i> |                           |     |     |     | •   | •    |      |     |      |     |     |     |     |
| Багульниковый                      | <i>P. Schtebetsi</i> |                           |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>P. commune</i>    |                           |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>Sphagnum</i>      |                           |     |     |     | •   | •    |      |     |      |     |     |     |     |
| Сфагновый                          | <i>P. commune</i>    |                           |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |
|                                    | <i>Sphagnum</i>      |                           |     |     | •   | •   |      |      |     |      |     |     |     |     |

Рис. 2.

Обозначения см. на рис. 1.

в травяном покрове на всей площади преобладает черника, но в почвенном отношении выдел неоднороден. Здесь нами выделено, по крайней мере, четыре типа почв: свежая суглинистая модергумусная слабо подзолистая (по эдафической сетке П. С. Погребняка — С<sub>2</sub>); влажная суглинистая модергумусная средне оподзоленная (С<sub>3</sub>); влажная суглинистая грубогумусная сильно оподзоленная (В<sub>3</sub>), сырая суглинистая торфянисто-глебовая (С<sub>4</sub>). Для условий севера Кировской области в таксационных описаниях часто встречаются ельники и их производные черничники повышенного (II) класса бонитета и в то же время ельники и их производные кисличники пониженного (III) класса бонитета. Например, в квартале № 20 Латышского лесничества лесоустройством выделено только два типа леса: ельник-кисличник с преобладанием березы в первом ярусе и с елью во втором на площади 757 га и ельник-лог на площади 49 га. Ельник-лог возражений не вызывает. Но ельники-кисличники распадаются прежде всего на насаждения II и III классов бонитета, а в почвенном отношении они еще более разнообразны. Здесь выделяется 10 не близких друг к другу почвенных разновидностей, которые по эдафической сетке П. С. Погребняка могут быть сгруппированы в пять типов лесорастительных условий: С<sub>4</sub>, В<sub>3</sub>, С<sub>3</sub>, В<sub>2</sub> и С<sub>2</sub>.

Из сказанного следует, что при пользовании индикаторами из напочвенного покрова для определения типов леса обязательно следует учитывать освещенность под пологом леса. При полноте древостоев, близкой к 0,7, напочвенный покров наиболее типичен для определенных категорий насаждений, но при сильном затенении и большой освещенности он перестает быть надежным индикатором типов леса и лесорастительных условий.

Поступила 9 ноября 1964 г.

УДК 625.75

## К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ДРЕВЕСНОЙ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ СМОЛЫ В КАЧЕСТВЕ ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ

А. В. ЯЩЕНКО

(СевНИИП)

Механическая прочность грунтов, укрепляемых древесными газогенераторными смолами (ДС), может быть повышена введением в них таких активных добавок, которые, способствуя окислению и изменению структуры смолы, будут увеличивать ее вязкость и когезию.

С этой целью в процессе исследований были применены следующие активные добавки: хлористый кальций, известь, цемент. Чистую смолу смешивали с ними в различных соотношениях и через некоторое время определяли когезию и вязкость смесей. Кроме того, получаемые структуры изучали под микроскопом и фотографировали.

Когезию устанавливали на сдвиговом когезиометре. Толщина слоя при испытании составляла для чистой смолы и ее смеси с хлористым кальцием 10 мк, а для смолы с известью и цементом 50—60 мк, так как слой меньшей толщины невозможно было нанести на поверхность пластин из-за быстрого возрастания вязкости смолы. Условную вязкость находили стандартным вискозиметром или пенетрометром. При этом оказалось, что в смеси смолы с хлористым кальцием вязкость с течением времени не меняется и равна вязкости чистой смолы, а именно, при 30°  $C_{30}^0 = 80$  сек и при 60°  $C_{60}^0 = 8$  сек.

При введении же в смолу извести или цемента уже через час наблюдалось интенсивное возрастание вязкости, причем реакция взаимодействия носит экзотермический характер. Об изменении вязкости судили по пенетрации, которую определяли через 1; 4 час, 1; 3; 7 суток.

Данные когезионных испытаний показывают, что когезия одной смолы и в смеси ее с хлористым кальцием незначительна, в смеси же с известью и цементом она сильно возрастает и зависит от времени их взаимодействия.

Таким образом, введение в смолу извести или цемента положительно сказывается на увеличении ее вязкости и когезии. При этом происходит удаление воды, образование в смоле органических солей кальция и, прежде всего, фенолятов кальция, отчетливо наблюдаемых под микроскопом в виде отдельных ветвистых отростков, соединение отдельных элементарных частичек пека в ячеистые скопления, которые, постепенно уплотняясь, превращают смолу в упруго-вязкое вещество, пронизанное множеством пор.

Проверка когезионных свойств смолы на различных грунтах подтвердила ранее высказанное предположение о влиянии межмолекулярных сил ее сцепления (когезии) на прочность смолгрунтов.

Характеристика этих грунтов и древесной газогенераторной смолы, а также методика изготовления и испытания образцов описаны нами ранее\*.

Для более полного исследования влияния вяжущих свойств смолы и извести на прочность смолгрунта, то есть для выявления их роли в общем процессе нарастания прочности, для двух разновидностей грунтов были проведены лабораторные работы с различными вариациями дозировок смолы и извести. Анализ показывает, что прочность водонасыщенных смолгрунтов возрастает с увеличением дозировок как смолы, так и извести. При этом между дозировками этих веществ наблюдается определенная зависимость, а именно, соотношение активной извести к безводной смоле примерно 1:6 (8) является оптимальным для интенсивного нарастания прочности смолгрунтов. Дальнейшее увеличение извести сверх этого соотношения мало влияет на рост прочности, уменьшение же ее ведет к падению прочности. Оптимальная дозировка смолы при этом соотношении составляет 6—8% от веса грунта.

\* А. В. Ященко. Укрепление грунтов древесной газогенераторной смолой для дорожных целей. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1967.

УДК 674.047

## К ВОПРОСУ ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ПАРОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

Н. Н. СУРОДЕЙКИН

(Архангельск)

Как известно,  $I_d$  (или  $I_x$ ) диаграмма, предложенная Л. К. Рамзиным в 1918 г., нашла самое широкое применение в ряде областей техники и особенно при расчетах в сушильном деле. В основу построения диаграммы положено уравнение теплосодержания единицы паровоздушной смеси (1 кг сухого воздуха и  $x$  кг водяных паров)

$$I = 0,24t + 0,46xt + 595x, \quad (1)$$

где 0,24 — удельная теплоемкость 1 кг сухого воздуха;  
0,46 — удельная теплоемкость водяных паров;  
595 — скрытая теплота парообразования 1 кг воды при температуре испарения  $t_{\text{исп}} = 0^\circ\text{C}^*$ .

В настоящее время  $I_d$  ( $I_x$ ) диаграмму применяют для нахождения влагосодержания агента сушки в конце определенного этапа сушильного процесса  $d_2$ , если известны: первоначальная температура  $t_1$  и влагосодержание  $d_1$  агента сушки, а также температура в конце этого этапа  $t_2$ . В большинстве случаев степень точности получаемых результатов очень низкая.

«Аналитический метод расчета сушилок весьма сложен. Более простым является графический метод расчета при помощи  $I_d$  диаграммы воздуха, предложенной Л. К. Рамзиным» (А. Г. Касаткин. «Основные процессы и аппараты химической технологии». Изд. 7-е, 1960, стр. 658).

В настоящей статье дается аналитический метод расчета, позволяющий более точно и в самом широком диапазоне изменения температур и влагосодержания довольно просто получать необходимые решения.

*Адиабатический процесс* в сушильном деле характеризуется постоянством теплосодержания агента сушки. Иными словами, тепло из зоны испарения не теряется в окружающую среду, точно так же как не вводится извне в зону испарения

$$I = 0,24t + 0,46xt + 595x = \text{const}. \quad (2)$$

В этом случае полный дифференциал

$$dI = (0,46t + 595) dx + (0,24 + 0,46x) dt = 0. \quad (3)$$

После интегрирования в пределах  $x_1 - x_2$  и  $t_1 - t_2$  получим

$$\begin{aligned} \ln(0,24 + 0,46x_2) - \ln(0,24 + 0,46x_1) &= \\ = \ln(595 + 0,46t_1) - \ln(595 + 0,46t_2) \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} \lg(0,24 + 0,46x_2) - \lg(0,24 + 0,46x_1) &= \\ = \lg(595 + 0,46t_1) - \lg(595 + 0,46t_2). \end{aligned} \quad (4)$$

Решая уравнение (4), получим

$$x_2 - x_1 = \frac{0,24 + 0,46x_1}{595 + 0,46t_2} (t_1 - t_2). \quad (5)$$

Другой вариант вывода формулы (5). Имея в виду, что при адиабатическом процессе  $I_1 - I_2 = 0$ , получим

\* Взятые нами значения для удельной теплоемкости и скрытой теплоты парообразования чаще встречаются в технической литературе.

$$0,24 t_1 + 0,46 x_1 t_1 + 595 x_1 - 0,24 t_2 - 0,46 x_2 t_2 - 595 x_2 = 0.$$

Равенство не нарушится, если прибавим к нему два слагаемых  $+0,46 x_1 t_2$  и  $-0,46 x_1 t_2$  (равных по величине и с противоположными знаками):

$$0,24 t_1 + 0,46 x_1 t_1 + 595 x_1 - 0,24 t_2 - 0,46 x_2 t_2 - 595 x_2 + 0,46 x_1 t_2 - 0,46 x_1 t_2 = 0.$$

После элементарных преобразований получим формулу (5).

Третий вариант вывода формулы (5). На  $I_d$  диаграмме возьмем точки  $A$ ,  $B$  и  $C$  (рис. 1). Для точек  $A$  и  $B$  характерно равенство влагосодержания  $x_1$ , для  $B$  и  $C$  — одинаковая температура  $t_2$ , для  $A$  и  $C$  — равенство теплосодержания

$$I_A - I_B = I_C - I_B. \quad (6)$$

Для точек  $A$ ,  $C$  и  $B$  величины теплосодержания имеют вид

$$I_A = 0,24 t_1 + 0,46 x_1 t_1 + 595 x_1;$$

$$I_C = 0,24 t_2 + 0,46 x_2 t_2 + 595 x_2;$$

$$I_B = 0,24 t_2 + 0,46 x_1 t_2 + 595 x_1.$$

После подстановки этих выражений в уравнение (6) и после небольших преобразований получим формулу (5).

При переходе от точки  $A$  к точке  $B$  теплосодержание уменьшается на величину  $(0,24 + 0,46 x_1) \cdot (t_1 - t_2)$ , а при переходе от точки  $B$  к точке  $C$  — увеличивается на  $(595 + 0,46 t_2) \cdot (x_2 - x_1)$ . А так как эти две величины равны между собой, то мы вновь получаем уравнение (5).

В производственных условиях адиабатический процесс не имеет места, так как из зоны испарения тепло теряется как через ограждения, так и иным путем; в зону испарения может поступать дополнительное тепло через нагревательные приборы; испаряемая влага имеет температуру выше  $0^\circ\text{C}$ ; благодаря чему уменьшаются затраты тепла на испарение.

Уравнение (5) помогает перейти к формуле для политропического процесса.

Действительно, из формулы (5) имеем

$$595 + 0,46 t_2 = (0,24 + 0,46 x_1) (t_1 - t_2) \frac{1}{x_2 - x_1}.$$

Так как  $\frac{1}{x_2 - x_1} = l$  — количеству единиц агента сушки, необходимого для испарения 1 кг воды (при любом процессе, а не только при адиабатическом), то предыдущее уравнение примет вид

$$595 + 0,46 t_2 = (0,24 + 0,46 x_1) \cdot (t_1 - t_2) \cdot l.$$

Левая часть этого равенства — выражение для тепла, необходимого, чтобы испарить воду при  $0^\circ\text{C}$  и нагреть полученные пары до температуры  $t_2$ , соответствующей температуре агента сушки при выходе из данной зоны испарения, а правая часть — выражение для тепла, отдаваемого агентом сушки. Действительно, при адиабатическом процессе такое равенство имеет место, но при политропическом оно нарушается.

Если при адиабатическом процессе количество тепла, необходимое для превращения 1 кг воды (с температурой  $0^\circ\text{C}$ ) в 1 кг пара (с температурой  $t_2$ ), определяется только лишь величиной  $595 + 0,46 t_2$ , то при политропическом процессе к указанной величине необходимо прибавить количество тепла для компенсации потерь через ограждения  $q_{\text{пот}}$  и отнять то  $q_{\text{доп}}$ , которое вносят соответствующие нагревательные приборы в зону испарения (все это в пересчете на 1 кг испаряемой влаги). Надо вычесть тепло, содержащееся в 1 кг воды, если температура испарения  $t_{\text{исп}} \neq 0$ .

Принимая во внимание изложенное, для политропического процесса получим уравнение

$$595 + 0,46 t_2 + q_{\text{пот}} - q_{\text{доп}} - t_{\text{исп}} = (0,24 + 0,46 x_1) (t_1 - t_2) l.$$

Так как  $l = \frac{1}{x_2 - x_1}$ , то приращение влагосодержания выразится формулой

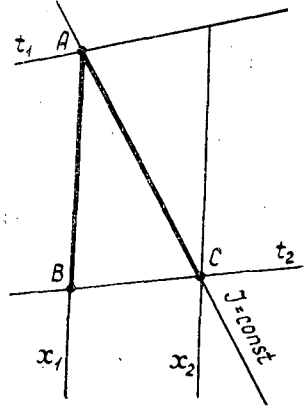


Рис. 1.

$$x_2 - x_1 = \frac{(0,24 + 0,46x_1)(t_2 - t_1)}{595 + 0,46t_2 + q_{\text{пот}} - q_{\text{доп}} - t_{\text{исп}}}. \quad (7)$$

Умножив правую и левую части равенства на 1000 и разделив числитель и знаменатель правой части равенства на 0,46, получим уравнение для политропического процесса

$$d_2 - d_1 = \frac{(522 + d_1)(t_1 - t_2)}{1292 + t_2 + 2,17(q_{\text{пот}} - q_{\text{доп}} - t_{\text{исп}})}. \quad (8)$$

Адиабатический процесс можно рассматривать как частный случай политропического, когда величины  $q_{\text{пот}}$ ,  $q_{\text{доп}}$ ,  $t_{\text{исп}}$  (каждая в отдельности) равны нулю. В этом случае получим уравнение

$$d_2 - d_1 = \frac{522 + d_1}{1292 + t_2} (t_1 - t_2). \quad (9)$$

Для определения  $t_1$  можно воспользоваться уравнением

$$t_1 - t_2 = \frac{1292 + t_2 + 2,17(q_{\text{пот}} - q_{\text{доп}} - t_{\text{исп}})}{522 + d_1} \cdot (d_2 - d_1), \quad (8a)$$

для нахождения  $d_1$  применяют уравнение

$$d_2 - d_1 = \frac{(522 + d_2)(t_1 - t_2)}{1292 + t_1 + 2,17(q_{\text{пот}} - q_{\text{доп}} - t_{\text{исп}})}, \quad (8б)$$

а для определения  $t_2$

$$t_1 - t_2 = \frac{1292 + t_1 + 2,17(q_{\text{пот}} - q_{\text{доп}} - t_{\text{исп}})}{522 + d_2} (d_2 - d_1) \quad (8в)$$

(последние два уравнения даны без вывода).

Мы считаем, что  $Id$  диаграмму можно использовать лишь как схему процессов сушки, искомые же величины находить по приведенным формулам.

Поступила 24 января 1968 г.

УДК 634.0.813

## ИЗМЕНЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ НЕКОТОРЫХ ПОРОД В ТЕЧЕНИЕ ГОДА

Г. И. РЕДЬКО

(Полесская АЛОС УкрНИИЛХА)

В течение 20 месяцев с марта 1963 г. по октябрь 1964 г. (6—10 числа каждого месяца) мы определяли влажность заболонной и ядровой древесины 13-летних деревьев 6 видов тополей (крупнолистного, бальзамического, китайского, черного пирамидального и евроамериканских серотина и мариландика) и 5 других древесных пород (сосны обыкновенной, дуба летнего, березы бородавчатой, ольхи черной и осины). Деревья взяты в озеленительных посадках пос. Першотравневого Овручского района Житомирской области. Почва дерново-среднеподзолистая супесчаная, глееватая, подстилаемая овручскими кварцитами. Условия местопроизрастания соответствуют влажному сугродку ( $C_3$ ) по классификации Алексева — Погребняка.

В Полесье СССР 1963 г. был сухим и теплым. За вегетационный период выпало осадков лишь 45% в сравнении с многолетними данными. Особенно сухими были апрель — июль и сентябрь — октябрь. Сухой была и первая половина 1964 г. Предшествующий 1962 г. был влажным, за год выпало 627,5 мм, что составило 114% от средних многолетних данных.

Образцы древесины брали с 9 до 12 час. дня (при помощи приростного бурава Пресслера) на высоте от 1 до 1,5 м с трех деревьев каждой породы в трехкратной

повторности. Каждый образец (диаметр 0,4 см, высота 8—9 см) по цвету разделяли на заболонную и ядровую части и взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,001 г. Образцы древесины ольхи, березы, осины, а также сосны обыкновенной (которая к 13 годам еще не имела ядровой части) разделяли на наружную и внутреннюю равные части.

После взвешивания образцы высушивали в сушильном шкафу при температуре  $100 \pm 5^\circ \text{C}$  до постоянного веса, контролируемого повторными взвешиваниями.

Влажность заболонной и ядровой древесины изменяется в течение года: увеличивается осенью и зимой, достигая максимума в январе—феврале, и уменьшается весной и летом, достигая минимума в августе (1963 г.) или июле (1964 г.).

У тополей влажность ядровой древесины в среднем в 1,6 раза больше, чем влажность заболонной. Влажность ядровой древесины дуба, а также внутренних слоев заболонной древесины осины, черной ольхи и березы на 15—30% больше, чем влажность наружных (для дуба всех) слоев заболони. У сосны обыкновенной влажность внутренних слоев заболони, по данным за 20 месяцев, в среднем на 20% меньше, чем наружных ее слоев. Это, по-видимому, связано с тем, что во внутренних слоях заболони начинаются процессы ядробразования, в результате которых все больше и больше водопроводящих сосудов закупоривается тиллами и выключается из системы.

Происходящее в течение года изменение влажности заболонной и ядровой древесины свидетельствует о том, что у тополей в процессах водообмена в дереве участвуют и заболонь, и ядро; при этом амплитуда колебаний влажности ядра значительно больше, чем заболони. Так, для ядровой древесины тополя евроамериканского серотина в период исследований амплитуда колебаний равнялась 263%, для заболони — лишь 114%, для тополя крупнолистного — соответственно 200 и 134%, для балзамического — 185 и 135%, для тополя мариландика — 172 и 90% и т. д.

Таким образом, ядровая древесина тополей — своеобразный резервуар воды, который пополняется обычно в осенне-зимний период, благодаря корневому давлению, а расходуется в весенне-летний период при усиленной транспирации и понижении влажности почвы. Аналогичную роль, по-видимому, играет и ядровая древесина дуба.

Между влажностью древесины и метеорологическими показателями (температурой воздуха, количеством осадков, влажностью воздуха) определенной зависимости не установлено. Однако в целом засуха 1963 г. отрицательно повлияла на накопление воды в древесине всех пород зимой 1963—1964 гг.

Изучение сезонных изменений влажности древесины имеет большое теоретическое и практическое значение, так как эти изменения отражают происходящие в дереве процессы водообмена. Способность ядровой древесины тополей накапливать и расходовать большое количество воды — важное физиологическое свойство тополей, в какой-то мере объясняющее их быстрый рост.

Поступила 9 августа 1965 г.

УДК 634.0.232

## ВЛИЯНИЕ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИХ ЗАМОРОЗКОВ НА ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ ЕЛИ ДИЧКАМИ

Б. П. СОЛОВЬЕВ

(ВНИИЛМ)

В 1960—1961 гг. мы заложили опытные участки лесокультур в квартале 28 Железнодорожного лесничества Вахтангского леспромхоза Горьковской области. Характеристика участков следующая: свежая вырубка площадью более 100 га из-под ельника-кисличника, переходящего на южной границе в ельник-лог; состав 7Б2Е1Ос, количество пней 500—800 шт. на 1 га, диаметр 32 см для березы и 18 см для ели. Почва супесчаная подзолистая свежая, подстилаемая глиной. Очистка от порубочных остатков — путем сжигания их в кучах и сплошным палом. Местами огонь минерализовал почву, на влажных не затронутых огнем микрозападинах сохранился словый подрост. Ко времени подготовки почвы под лесокультуры на вырубке имелось до 10 м<sup>3</sup> валежника и порубочных остатков на 1 га.

В первое лето после рубки напочвенный покров был редким (черника, костяника, малина, зеленые мхи). Дернины не было. Из подлеска местами сохранились рябина, жимолость. Поросль березы, липы и корневые отпрыски осины также были редкими.

Практической придержкой для выделения благонадежного подростка служила длина его верхушечного побега. Если он был больше или равен боковому в верхней мутовке, то такой дичок считался пригодным для посадки. Всего было выкопано и посажено около 14 тыс. дичков ели, имеющих возраст от 2 до 10 лет и высоту от 10 до 55 см.

Посадка дичков была произведена в пласты почвы, нарезанные двухотвальным плугом ПКЛ-70, по центру полос, предварительно минерализованных корчевателем-собирателем Д-210В, и в целину между полосами. Время посадки — осень 1960 г. и весна 1961 г. Участки смежные. В течение всех вегетационных периодов до осени 1963 г. за культурами вели наблюдения, каждой осенью проводили инвентаризацию.

Осенью 1963 г. установлено, что сохранность посадок продолжает уменьшаться, хотя интенсивность отпада за 1963 г. снизилась. Сохранность культур осенней посадки 1960 г. составила 8—12%, весенней посадки 1961 г. — 35—48%. Изреживание лесокультур происходит в результате отмирания наиболее крупных елочек.

Трехлетние исследования лесокультур и анализ данных об изменениях погоды позволили сделать вывод, что заморозки являются одной из главных причин отмирания и плохого роста дичков и оставленного на вырубке подростка ели. Сеянцы, выращенные в питомниках и затем пересаженные на лесокультурную площадь на смежных участках, меньше повреждаются заморозками. Прижившиеся дички в посадках каждую весну давали побеги, которые ежегодно отмерзали. В аналогичных условиях на сеянцах ели из питомника появились вторичные побеги из боковых почек. У дичков таких побегов не было, так как они, оказавшись в непривычном для них режиме освещения, имели ослабленный ассимиляционный аппарат, не способный обеспечить питательными веществами рост второго побега. В результате старая хвоя на дичках отмирала и постепенно осыпалась, а побеги с новой хвоей каждый год отмерзали, и дичок засыхал. И чем менее дичок ели или подрост был притенены на лесокультурной площади, тем быстрее они погибали. Этим и объясняется изреживание лесопосадок, созданных дичками.

Весенние заморозки в северной части Горьковской области наблюдаются хотя и в разные сроки, но почти ежегодно. Специальными исследованиями установлено, что на свежих вырубках оставленный лесорубами крупный подрост ели был обморожен до высоты 3 м, подрост пихты до 4 м. В речине под пологом крупного леса и среди молодняка из лиственных деревьев елово-пихтовый подрост не был поврежден. На старых плохо облесившихся вырубках сохранившийся подрост ели подвергся обморожению, но оправился и дал новые верхушечные побеги из боковых почек. На вырубках оказались обмороженными листья у молодых лип, а местами молодые побеги жимолости, клена остролистного, черемухи, рябины, березы, осины, кипрея. Подрост ели, растущий куртинами, пострадал меньше. Здесь обнаруживались елочки, преимущественно наименьших размеров, которые под прикрытием более взрослых деревьев оказались неповрежденными.

Исследования показали, что заморозки местами повреждали и сеянцы ели в двухлетних посадках (на 61%, в том числе в сильной степени на 23—30%). Поврежденность посадок, созданных дичками ели в междурядьях культур в неподготовленную почву и к 1963 г. наполовину заросших лиственными породами и травой, составила 45% (в сильной степени 12%). Двухлетние культуры сосны были повреждены на 68% (сильно на 12—13%), кедр — на 85% (сильно на 38%).

Отмеченное нами повреждение заморозками хвойных молодняков повсеместно на открытых площадях севера Горьковской области и во многих районах Кировской области. В хвойных двухлетних лесокультурах обмерзал в основном верхушечный побег, трогающийся в рост раньше остальных. Поврежденные побеги сосны к осени оправляются, однако некоторые остаются искривленными, как после грибного заболевания (соснового вертуна).

В поврежденных лесокультурах ели, посаженных сеянцами, часто из трех или более вблизи расположенных елочек оказываются обмороженными лишь одна или две. Дело селекционеров внимательно изучить этот факт и дать ему объяснение.

Поступила 5 июня 1965 г.

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК (047.31)

## БЕРДЯНСКОМУ ЛЕСНИЧЕСТВУ 120 ЛЕТ

А. И. КОТОВ

(Украинская сельскохозяйственная академия)

В середине XVIII столетия на юге Украины расстилась широкая первобытная степь. По мере заселения края и хищнической эксплуатации земли изменялась южная степь, становилась сухой и безжизненной. Вырубались естественно выросшие леса, мелели и высыхали реки, беднел животный мир. Вольные сухие ветры свободно гуляли по степным просторам. Появились «черные» бури.

Таких крупнейших изменений природы не могли не видеть местные жители степного края, и постепенно у них зародилась мысль о лесоразведении как одним из средств, повышающих естественное плодородие почв и предупреждающих ветровую ее эрозию. Немецкие колонисты начали заниматься посадками леса. Из них особенно выделялся И. Корнис (1789—1848 гг.), не имевший специального лесного образования, но предприимчивый и волевой человек [6]. За период с 1830 г. по 1844 г. он облесил 12 га земли. Пример И. Корниса переняли другие крестьяне. Правительство поддержало инициативу колонистов, создавших к 1844 г. до 180 га леса, а в 1841 г. предложило И. Корнису организовать государственную лесную плантацию. Так в 1846 г. возникла Бердянская лесная плантация, ставшая после Велико-Анадольского лесничества, созданного В. Е. Граффом в 1843 г., вторым государственным рассадником степного лесоразведения в нашей стране.

Главная цель создания плантации заключалась в облесении открытой степи (с постановкой опытов и наблюдений) и в распространении среди местных жителей практических знаний по лесоводству и садоводству [2], [5]. Для создания лесной плантации И. Корнис выбрал на левом берегу р. Молочной в районе г. Мелитополя участок целинной степи площадью 100 га. Он располагался на пологих террасах реки и имел довольно разнообразные условия произрастания.

Посадки леса на Бердянскую плантацию начались с 1847 г. В первый период ежегодная площадь посадок составляла 3—6 га. Посадки носили садоводческий характер: сеянцы, выращенные на грядках, переводили в школы, а затем большие деревца пересаживали на постоянные места в землю, которая перед этим многократно вспахивалась. Культуры создавали в виде квадратных посадок (2 × 2 м) дуба, ясеня и белой акации. Такие приемы лесоразведения были очень дорогими. Крымская война 1853—1856 гг. и отмена крепостного права в 1861 г. привели к резкому сокращению посадок до 1 га леса и 1 га сада в год. Лесоразведение почти прекратилось [5].

В 1859 г. плантация была преобразована в Бердянское школьное лесничество. При нем была открыта лесная школа на 30 учеников. Как писал А. Ф. Рудзкий [4], Бердянская школа давала практически подготовленных людей, которые не могли приложить свои знания к делу и, находясь при волостных управлениях, превращались в простых писарей. Очень незначительным было влияние лесничества и на развитие степного лесоразведения. В условиях частного землевладения разведение лесов не обещало высоких прибылей в короткие сроки, нередко приносило убытки и поэтому было невыгодно даже для богатых помещиков. Тем более оно было не под силу маломощным, экономически задавленным крестьянам. В 1871 г. лесная школа была закрыта как не оправдавшая своего назначения. Таким образом, цели, поставленные перед школой и лесничеством, не были достигнуты.

Со временем наступило разочарование в возможности успешного степного лесоразведения. Дорогие приемы посадок леса, отсутствие опыта, неудачи в подборе древесных пород, крайне неблагоприятные природные условия, неумение вести борьбу с вредителями леса, убытки в связи с усыханием посадок, а главное невыгодность лесоразведения в условиях частной собственности, — все это отбило желание продолжать облесение степи. Правда, в первые годы посадки росли хорошо. Об этом писал Ф. К. Арнольд [1], который видел в 1843 г. молодые посадки и отмечал их удивительно быстрый рост. Проф. А. Ф. Рудзкий, посетивший Бердянское лесничество два раза (в 1859 и 1880 гг.), совершенно по-разному описывал состояние лесных посадок. В первый раз [3] он не мог нарадоваться хорошему росту насаждений, которые в 8—12 лет уже сомкнулись. Однако последующий рост леса не оправдал надежд. При



осмотре посадок через 20 лет А. Ф. Рудзкий [4] отмечал уже появление в насаждениях суховершинности, покрытие деревьев лишаями, задернение почвы, чрезмерную густоту насаждений. В 1874 г. Бердянское школьное лесничество было переименовано в Образцовое степное лесничество. Площадь его постепенно увеличивалась.

Благодаря разработке и применению упрощенных и более дешевых приемов степного лесоразведения, посадки леса, начиная с 1872 г., снова увеличиваются до ежегодной площади 40 га. Создаются чистые и смешанные рядовые посадки с господством преимущественно ильмовых, белой акации и гледичии по «донскому» и «нормальному» типам, с числом растений 14 400 шт. на десятину. Большая часть этих культур оказалась мало удачной, и к 1900 г. они были вырублены. В конце XIX столетия было проведено исправление ильмовых и акациевых культур путем введения дуба. Затем культуры стали создаваться с преобладанием дуба на сплошь раскорчеванных вырубках, два—три года находившихся под сельскохозяйственным использованием. Этот способ дал положительные результаты. С 1879 г. в течение 40 лет лесничеством руководил П. М. Сивицкий. При нем был выполнен большой объем лесопосадок, и площадь лесничества увеличилась более чем в 2 раза. Он оставил нам довольно подробное описание лесокультурных приемов, применявшихся в лесничестве [5].

Усилия лесоводов советского периода были направлены на дальнейшее улучшение методов степного лесоразведения и правильного ведения лесного хозяйства. В настоящее время лесные культуры создаются по древесно-кустарниковому или древесно-теневому типам с размещением по 10 000 растений на 1 га. Вырубки сплошь раскорчевываются, и сплошная механизированная подготовка почвы производится по системе чистого пара с последующей осенней перепашкой на глубину 27—30 см. Перед началом весенней посадки культур производится закрытие влаги путем предпосадочной культивации на глубину 8—10 см и боронования в два следа. В условиях местпроизрастания D<sub>0</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> создаются смешанные культуры с участием дуба не менее 50%. В качестве сопутствующих пород используются клен полевой и остролистный, липа мелколистная, обыкновенная груша и другие теневыносливые породы, а также кустарники — бересклет бородавчатый и европейский, скумпия, золотистая смородина, лох узколистный, бирючина, овидина и гордовина.

Опыт показал, что, несмотря на засушливые условия, в степной зоне можно создать относительно здоровые и устойчивые насаждения. В настоящее время старые насаждения лесничества имеют возраст 35—40 и более лет.

В дореволюционное время Бердянское лесничество устраивалось в 1871 и 1909 гг., в советский период — в 1928, 1936, 1947 и 1959 гг. Анализ лесоустроительных материалов показал, что возрасты главных (лесовосстановительных) рубок все время повышались. Жизнь подсказывает, однако, что в лесах степной зоны целесообразно отказаться от регламентации возрастов главной рубки по хозяйствам и перейти на участковое хозяйство.

Долголетний опыт лесоразведения показал, что в условиях Бердянского лесничества наиболее устойчивые насаждения созданы из дуба черешчатого с примесью ясеня обыкновенного (до 10%), клена остролистного и полевого. Неудачны чистые ясеневые и ильмовые посадки, которые преждевременно усыхали.

Жесткие лесорастительные условия, свойственные степной зоне, накладывают отпечаток на жизнь леса. Рост и строение насаждений в степи не укладываются в рамки обычных таблиц хода роста, составленных для лесной зоны. Особенно большое отрицательное влияние на насаждения оказывает задернение почвы под пологом, что заметно снижает его энергию роста в высоту. Продуктивность порослевых насаждений (особенно ясеня) уменьшается с каждой последующей генерацией.

Бердянское лесничество, ныне входящее в состав Мелитопольского лесхоза Запорожской области, несомненно сыграло большую роль в накоплении опыта степного лесоразведения, имеющего в СССР более чем 150-летнюю историю.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ф. К. Арнольд. Некоторые сведения о разведении леса в степях менонитских колоний на реке Молочной. «Лесной журнал», ч. 2, книга 1, № 4, 1844.
- [2]. Л. Гурьянов. О степном лесоразведении. Издание Херсонского земства, Херсон, 1891.
- [3]. А. Ф. Рудзкий. Учебное степное лесничество, известное под именем Бердянской образцовой плантации. Журн. «Газета лесоводства и охоты», № 43 и 44, 1859.
- [4]. А. Ф. Рудзкий. Лесные беседы. Журн. «Сельское хозяйство и лесоводство», ч. 138, ноябрь, 1881.
- [5]. П. М. Сивицкий. Лесоразведение в Бердянском лесничестве. Журн. «Сельское хозяйство и лесоводство», ч. 136, февраль, 1881.
- [6]. С. В. Храмов. Степное лесоразведение и значение его в сельском хозяйстве. Журн. «Вестник Екатеринославского земства», № 51—52, 1904.

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

## НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ В ЧИТЕ

Проходившая 18—20 октября 1967 г. в Чите третья научно-производственная конференция по лесному хозяйству собрала 142 человека из различных районов страны — от Владивостока до Вильнюса и Архангельска. Было заслушано 39 докладов и сообщений, большинство из которых отражало природу и насущные задачи лесного хозяйства Забайкалья и имело в основном местное значение.

Наибольший интерес вызвал доклад Т. Н. Овчинниковой «Об использовании лесных ресурсов в бассейне Байкала», в котором были подведены итоги экспедиции Московского государственного университета, выявившей пагубные последствия применяемых местными лесозаготовителями шаблонных методов лесоразработок (без учета рельефа местности и характера горных почвогрунтов).

Большая группа докладов (Н. В. Горшков, Г. И. Кудрявцев, В. С. Кулагин, Л. М. Орлов) была посвящена вопросам борьбы с сибирским шелкопрядом и некоторыми стволовыми вредителями хвойных пород. Главное внимание было уделено жизнедеятельности паразитов шелкопряда, динамике его очагов, а также идее биологического равновесия различных видов в лесу.

Почвоведы Бурятского филиала СО АН СССР представили ряд докладов о своеобразных горных мерзлотно-таежных оподзоленных почвах с их особенными гидротермическим режимом и круговоротом влаги и веществ. И. И. Панарин (Институт леса и древесины СО АН СССР, Забайкальский лесной стационар) привел весьма интересные данные об отложении лесной подстилки в различных типах леса. Он же рассказал о своих исследованиях по формированию годичного слоя, о сезонном развитии лесных пород и о распределении корней по горизонтам почвы.

А. Т. Напрасников (Институт географии Сибири и Дальнего Востока) познакомил участников конференции со своими выводами по вопросу о гидролого-климатических особенностях растительности востока Забайкалья. О типах

лесов из лиственницы амурской в Амгунь-Горинском междуречье сообщил А. И. Обьденников (ДальНИИЛХ).

Представляли значительный интерес доклады В. В. Протопопова (Институт леса и древесины СО АН СССР). В одном из них он развернул систему новых биометрических показателей, с которыми связана интенсивность биофизической и биохимической работы лесных фитоценозов. В другом докладе В. В. Протопопов показал, что на термические свойства воздуха и почвы, влажность воздуха и испарение с водной поверхности лес влияет не только как физическое тело, но и как живой фитоценоз.

С сообщениями о географических культурах выступили Л. И. Милютин (Институт леса и древесины) и П. И. Войчал (Архангельский лесотехнический институт). Поделились опытом работ А. М. Вегерин (о борьбе с корнегрызущими насекомыми в культурах), А. И. Воробьев (о рубках в горных сосняках), А. М. Калинин (о лесных культурах в Кемеровской области), Е. Н. Литвинцев (о лесных культурах в Приморском крае), М. В. Придня (о биоценологическом оптимуме возобновления ели). Ряд докладов был посвящен вопросам лесозащиты, лесосплава и проблеме использования древесных отходов в Забайкалье (Б. И. Куликов, А. М. Котельников). Наконец, был оглашен письменный доклад тов. Эверка о задачах и состоянии лесной селекции в Эстонской ССР.

Обсуждение докладов было оживленным, выступили 10 человек, в том числе лесоводы-производственники Читинской области. Общим мнением всех участников совещания было признание неудовлетворительного положения в ведении лесного хозяйства и в охране природы Забайкалья. В постановлении отмечены важнейшие недостатки, названы пути к их устранению, определены важные задачи научных организаций в дальнейшем углубленном познании природы Забайкалья и в рекомендациях для производства.

П. И. Войчал.

(Архангельский лесотехнический институт).

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ЛИСТВЕННИЦА — ВАЖНАЯ ПОРОДА В ПОВЫШЕНИИ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОВ СЕВЕРА

Рецензируемая монография В. И. Калинина\* обобщает результаты десятилетних исследований листвягов Севера европейской части Союза. Она знакомит читателя с биологическими и лесоводственными особенностями, а также строением и ростом насаждений этой древесной породы.

Работа представляет значительный интерес как для производства, так и для науки. В ней даны все необходимые для производства таблицы по таксации лиственничников, которые, по утверждению автора, с большой точностью отражают их количественную и качественную характеристику. Научный интерес к работе вызван, с одной стороны, малой изученностью в прошлом листвягов Архангельской области и, с другой, применением таксационных методов и приемов в лесоводственных исследованиях.

В исследованиях широко использованы статистико-математические методы. Важное место в монографии занимают установленные автором взаимосвязи между такими таксационными показателями, как высота и диаметр, высота и видовое число и т. д. Заслуживают внимания и выявленные закономерности строения насаждений, которые, по данным автора, нестабильны и изменяются под влиянием возраста древостоев.

Все это говорит о большой и плодотворной работе, проделанной В. И. Калининым. Вместе с тем, следует указать ряд недостатков работы. Одна их часть, как это показано ниже, вызвана отсутствием достаточного количества материалов исследований, вторая — методическими погрешностями. Так, например, при изучении хода роста автор располагал типичными для объекта пробными площадями, заложенными исключительно в смешанных спелых и перестой-

ных насаждениях низких классов бонитета. Непонятно, как и зачем на этих материалах построены эскизы таблиц хода роста для чистых лиственничников с I по V классы бонитета, начиная с 20-летнего возраста. Кстати, по данным самого автора (табл. 6), площади насаждений с участием лиственницы в Архангельской области составляют: в I классе бонитета — 0,005%; во II — 0,3% и в III — 5,4%. То же можно сказать и об изучении строения разновозрастных лиственничных насаждений. Оно велось без учета фактического состава насаждений, то есть участия других пород.

Кроме того, вряд ли возможно, хотя бы в общих чертах, на столь ограниченном материале (6 пробных площадей) выявить структуру разновозрастных лиственничников, памятуя, что лиственница имеет небольшой удельный вес в составе древостоя; а это не могло не сказаться на числе стволов, включенных в пересчет.

Изучение строения автор вел синтетически в относительных величинах, что в значительной мере сгладило итоги и привело к необоснованным рекомендациям по таксации разновозрастных насаждений в целом. Аналитический метод позволил бы выявить и исследовать различные возрастные части древостоев, что в дальнейшем помогло бы правильно подойти к вопросу таксации.

Имеются и другие, более мелкие замечания. Например, автор сопоставляет массовые таблицы разных районов с учетом широты местности, но не принимает во внимание долготу; отмечает, что им составлены сортиментные таблицы «...применительно к современным требованиям...» (стр. 50), а на деле в таблицах не упоминается о сортах.

Несмотря на некоторые недостатки, книга В. И. Калинина будет полезна широкому кругу работников лесного хозяйства.

И. А. Григорашенко.

В. С. Поляков.

(Институт леса и древесины  
СО АН СССР).

\* В. И. Калинин. Лиственница Европейского Севера. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965.

## О КНИГЕ «ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ»

В 1966 г. издательство «Лесная промышленность» выпустило в свет книгу доктора сельскохозяйственных наук, проф. А. И. Стратоновича «Лесные культуры таежной зоны», в которой изложены способы создания лесных культур механизированным путем на вырубках таежной зоны.

В этом труде дана характеристика естественнo-исторических условий зоны хвойных лесов и показано современное состояние сплошных вырубок. Особое место в книге отведено подготовке почвы и культурам на избыточно-увлажненных почвах. Создание культур в этих условиях различными методами (посевом или посадкой) автор рассматривает с критической точки зрения.

Дано теоретическое обоснование методов обработки почвы. Приведена краткая характеристика плугов и сформированных ими гребней, пластов и борозд. Рассмотрены качество пластов, их морфология, внутреннее строение, физические, водные и некоторые химические свойства почвы.

Изложены способы подготовки болотных почв после осушения. Рассмотрено зарастание пластов травяной и древесной растительностью в различных лесорастительных условиях и типах вырубок; в зависимости от этого предложены разные методы ухода за культурами. Приведены схемы ухода в различных типах вырубок.

Наиболее подробно в книге освещены вопросы выращивания сосны и ели на избыточно увлажненных почвах и осушенных болотах. Освещены такие важные вопросы, как приживаемость и рост культур в посевах и посадках, их состояние и рост при механизированной и ручной обработке почвы в различных лесорастительных условиях. Приведены прямые эксплуатационные затраты на производство лесных культур на вырубках с использованием различных средств механизации.

В конце книги автором сделано заключение, в котором коротко изложена технология создания лесных культур на избыточно увлажненных почвах. Подчеркнуто, что для получения высококачественных культур в этих трудных и разнообразных условиях должны быть дифференцированы все виды лесокультурных работ в зависимости от лесорастительных условий и типов вырубок.

При подготовке почвы в избыточно увлажненных условиях должны быть решены две основные задачи: сброс поверхностных вод с лесокультурной площади и создание микроповышений, на которых должно происходить обогащение почвы органическими веществами и улучшение воздушно-водного режима.

Применение имеющихся машин и орудий позволяет механизировать ряд трудоемких работ на избыточно увлажненных почвах, но это еще не разрешает вопроса полной комплексной механизации этих работ.

Автор считает, что в таежной зоне при выполнении всех видов трудоемких работ используют различные средства механизации, а в отдельных случаях на службу призывают химию (применение гербицидов и арборицидов), разработанная новая технология, которую применяют в районе деятельности Сиверского опытно-механизированного лесхоза ЛенНИИЛХа, в лесхозах Ленинградской, Псковской и Новгородской областей.

Приведенные в этой книге технологические схемы механизированных лесокультурных работ дают возможность выполнять их только для определенных лесорастительных условий и категорий площадей.

Было бы желательно, чтобы в следующем издании книги нашли отражение такие важные вопросы как: 1) изложение технологических схем, над которыми работают ученые ЛТА, ЛенНИИЛХа, ВНИИЛМа и др.; 2) выращивание лесопосадочного материала в питомниках таежной зоны с применением комплексной механизации; 3) опыт применения органо-минеральных удобрений в лесокультурной практике; 4) изложение технологии посева семян хвойных пород в питомниках таежной зоны с применением ГСД-1,4, модернизированной ЛенНИИЛХом; 5) метод выращивания крупномерных сеянцев ели в посевном отделении питомника; 6) опыт создания лесокультур крупномерными сеянцами и саженцами механизированным способом в условиях северо-западных районов таежной зоны; 7) теоретическое обоснование вопроса, каким должен быть лесопосадочный материал для успешного создания лесных культур (по размерам, возрасту и качеству) в зависимости от условий местопроизрастания при механизированной посадке.

М. Ф. Мойко.  
(ЛенНИИЛХ).

## СБОРНИК ТРУДОВ ПО ТАЕЖНОМУ ЛЕСОВОДСТВУ

Вышел сборник, посвященный вопросам таежного лесоведения и лесоводства в лесах Европейского Севера\*. В нем помещено 25 статей сотрудников Архангельского института леса и лесохимии и некоторых других учреждений. В работах освещается природа лесов Севера, типы леса и вырубок, предлагаются рациональные способы рубок ухода и главного пользования. Вскрываются особенности возобновления леса в различных лесорастительных условиях, формирование молодняков и физиологические особенности подроста хвойных на вырубках и в лесу, а также затрагиваются некоторые экономические стороны ведения лесного хозяйства в лесах таежной зоны.

В статье Н. А. Моисеева и В. Г. Чертовского приводится разработанное авторами лесозащитное и лесорастительное районирование для Архангельской области.

Широко освещается в сборнике естественное и искусственное восстановление лесов. Г. А. Складов, А. С. Шарова, В. А. Аникеева, В. Г. Чертовской детально рассматривают возобновление леса на концентрированных сосновых и еловых вырубках средней подзоны тайги. В. Н. Нилов приводит материалы по возобновлению еловых лесов на вырубках в южной тайге. Работа Н. К. Таланцева, посвященная изучению динамики возобновления кедровых сплошных вырубок в Западной Сибири, хотя и не соответствует региональной направленности сборника, однако по рассматриваемым вопросам удачно вписывается в общую тему. Изучению вопросов искусственного возобновления леса и разработке агротехники создания лесных культур на основе типологии вырубок посвятили свою статью Ф. Т. Пигарев, Т. С. Непогодьева, Л. Ф. Ещеркина. Интересные данные о рубках ухода в лесах Севера сообщают В. Г. Чертовской и Г. А. Чибисов. Методика определения экономической эффективности и очередности мероприятий при интенсификации лесного хозяйства дана в статье Н. А. Моисеева. Он же в соавторстве с И. В. Волосевичем рассматривает обороты и возможные размеры рубок при использовании подростка и тонкомера.

Об экономической эффективности рубок березово-еловых древостоев говорится в статье В. Г. Чертовского, А. Я. Лазарева и Л. В. Лобовой. В ряде работ показаны формирование вейниковых вырубок (Л. И. Корконосова), их микроклимат (В. Н. Нилов) и динамика изменения запасов корневой массы вейника (Л. И. Корконосова, Г. А. Мочалова).

Большое внимание уделено изучению лесопатологического состояния подростка и спелых древостоев хвойных пород. О фауны ельников Архангельской области пишет Н. Б. Муравьева, о болезнях еловых молодняков — В. Н. Драчков, о заболевании хвойных молодняков в посадках — Б. Н. Николин. Е. Ф. Пряхина отмечает причины отмирания подростка на вырубках.

Привлекает внимание статья А. В. Веретенникова и Г. Д. Ленной о физиологических основах выживаемости подростка ели на концентрированных вырубках. В. Н. Валяев пишет о товарной структуре ельников Крайнего Севера. Строение и ход роста насаждений сосны лапландской в Мурманской области освещает В. А. Максимов.

В. И. Кашин описал типы лиственничных лесов Архангельской области, а В. Г. Чертовской и И. В. Волосевич — основные типы сосновых и еловых лесов северной тайги. Вопросы теплового и водного режима в заболоченных лесах рассмотрены в работе В. Ф. Изотова. И. Н. Елагин показал изменения отдельных элементов микроклимата в сосняке-черничнике. Имеются интересные работы по плодоношению сосны и ели (П. Н. Пастухова), лесным пожарам (А. А. Звонкова, В. Ф. Киблер, С. С. Топорков).

Сборник несомненно заслуживает положительной оценки. Он окажет существенную помощь специалистам лесного хозяйства в дальнейшем изучении природы таежных лесов Европейского Севера и других районов страны.

Свои исследования авторы посвятили академику ВАСХНИЛ И. С. Мелехову, отдавшему много энергии и сил исследованиям таежных лесов.

**В. П. Демиденко, А. Н. Пряжников.**  
(Биологический институт СО АН СССР).

**Н. И. Михеев.**

(2-я лесоустраивательная экспедиция  
Западно-Сибирского лесостроительного предприятия).

\* Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере. Изд-во «Наука», М., 1967.

## ЮБИЛЕИ

ПАМЯТИ  
 ЗАСЛУЖЕННОГО ДЕЯТЕЛЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ РСФСР,  
 проф. М. М. ОРЛОВА  
 (1867—1932 гг.)

В Ленинградской лесотехнической академии 22 декабря 1967 г. состоялась научная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения крупнейшего ученого и выдающегося деятеля отечественного лесоустройства и лесной таксации Михаила Михайловича Орлова.

ва в подготовке инженерных кадров для советского лесного хозяйства и в развитии отечественного лесоустройства. М. М. Орлов был одним из тех выдающихся профессоров, которые высоко подняли авторитет Ленинградского лесного института в мировой лесной науке.



Конференцию организовали Лесотехническая академия, Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, а также Северо-Западное лесоустроительное предприятие ВО «Леспроект». На конференцию приехали ученые и производственники из разных районов Союза. Общее число участников составляло около 350 человек.

Конференцию открыл проректор по научной работе Лесотехнической академии, проф. В. Б. Прохоров. Он указал на большие заслуги проф. М. М. Орло-

Первый доклад на тему «Жизнь и деятельность М. М. Орлова» сделал доц. А. А. Байтин, который в последние годы жизни М. М. Орлова работал ассистентом на его кафедре.

Докладчик остановился на многосторонних трудах М. М. Орлова в области лесоустройства, лесной таксации, лесоводства, экономики лесного хозяйства. Капитальные книги М. М. Орлова не имеют себе равных в мировой лесохозяйственной литературе. Он создал свою школу в отечественном лесоустройстве.

Ассистентами на возглавляемой им кафедре работали будущие крупные ученые, профессора Д. И. Товстолес, М. Е. Ткаченко, В. И. Шустов, Н. В. Третьяков, С. А. Богословский, В. К. Захаров, А. И. Тарашкевич.

С докладом на тему «Вклад М. М. Орлова в теорию и практику лесного хозяйства» выступил акад. ВАСХНИЛ Н. П. Анучин, который под руководством М. М. Орлова в течение нескольких лет работал директором Лисинского учебно-опытного лесничества Лесного института. Особое внимание докладчик уделил той стороне деятельности М. М. Орлова, которая привела к значительному усовершенствованию лесной таксации и лесоустройства на основе принципа постоянства пользования лесом. Он подчеркнул, что печатные труды М. М. Орлова получили высокое признание в зарубежных странах.

Затем был заслушан доклад засл. деятеля науки и техники РСФСР, проф. Г. П. Мотовилова на тему «Роль М. М. Орлова в развитии лесоустройства». Докладчик указал на большое значение трудов М. М. Орлова в разработке основных элементов теории советского лесоустройства и совершенствовании лесоустроительных инструкций.

С докладом на тему «Идеи и взгляды М. М. Орлова в области лесной таксации и аэрофотосъемки» выступил проф. Г. Г. Самойлович. Докладчик осветил прогрессивные воззрения М. М. Орлова на разные разделы отечественной лесной таксации и его правильные и дальновидные высказывания о значении лесной аэрофотосъемки для советского лесоустройства.

Доклад на тему «Значение трудов М. М. Орлова в практике лесоустрой-

ства» сделал начальник ВО «Леспроект» П. И. Мороз, который остановился на этой важной для производства стороне творческой деятельности ученого.

С личными воспоминаниями о М. М. Орлове выступили его дочь И. М. Орлова — химик, доцент; главный лесничий Сиверского опытно-показательного лесхоза ЛенНИИЛХа А. А. Кнize, доц. Московского технологического института Е. И. Лопухов, доц. Ленинградской лесотехнической академии В. К. Михайлов, зав. кафедрой лесоустройства Украинской сельскохозяйственной академии, доц. А. И. Котов и др.

Доц. И. В. Логвинов зачитал приказ по Лесотехнической академии, в котором намечены мероприятия по увековечению памяти проф. М. М. Орлова. В частности, предусмотрено издать специальный сборник, посвященный трудам проф. М. М. Орлова, установить мемориальную доску на фасаде главного здания Академии, присвоить одной из аллей парка Академии имя засл. деятеля науки и техники РСФСР М. М. Орлова.

В красном уголке студенческого общежития лесохозяйственного факультета Академии состоялся вечер воспоминаний о М. М. Орлове. Старые лесоводы выступили перед собравшимися студентами с яркими воспоминаниями о том, как проф. М. М. Орлов читал лекции, руководил дипломным проектированием, посещал учебно-опытные лесничества, работал в Лесном Ученом Комитете, направлял учебный процесс своих помощников на кафедре.

Участники конференции 23 декабря посетили Ново-Девичье кладбище, где похоронен М. М. Орлов.

А. А. Байтин,  
Г. Г. Самойлович,  
И. В. Логвинов,  
Д. П. Столяров.

(Ленинградская лесотехническая академия).

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

|   |    |
|---|----|
| К. В. Белова, Е. И. Патрикеев, В. Н. Смирнов. О содержании фосфора в песчаных подзолистых почвах свежего бора                   | 3  |
| В. Е. Максимов. К вопросу о некоторых физиологических признаках жизнеспособности елового подроста                               | 7  |
| А. А. Корепанов. О влиянии уровня грунтовых вод на живой напочвенный покров в сосновых насаждениях Кировской области            | 10 |
| А. И. Коваленко. Особенности роста дуба на черноземах в почвозащитных насаждениях Черного леса                                  | 12 |
| О. М. Колпиков. Особенности дифференциации роста деревьев в сосновых молодняках, произрастающих биогруппами                     | 16 |
| П. А. Соколов. Сортиментные таблицы для липняков южной части Удмуртской АССР  | 19 |
| В. С. Матлаш. Исследование хода роста ложбинно-потяжинных насаждений вяза мелколистного в условиях юга Юргеней                  | 22 |
| В. А. Елагина. Вторичный рост стебля у сибирских хвойных пород  | 25 |
| З. В. Костюк. Опыт выращивания посадочного материала некоторых экзотических древесных пород                                     | 28 |
| И. И. Гусев. Таблица объемов маломерных стволов ели   | 30 |
| И. Д. Гусейнов. Особенности роста однолетних побегов ив в орошаемых условиях Азербайджана                                       | 35 |
| П. А. Хуришудян, Г. М. Цатурян. О перестойности лесов Армянской ССР   | 38 |
| Н. И. Троицкий. Некоторый анализ хозяйственных мероприятий, связанных с уменьшением заселенности вырубок стволовыми вредителями | 40 |

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

|  |    |
|--|----|
| М. М. Корунев. Безопасность стоянки грузов на ледяном покрове  | 44 |
| В. Н. Николаев. Механизация труда на лесосечных работах  | 47 |
| Т. Н. Азбелева. Кинематическое исследование многозвенных канатных грейферных механизмов для сжатия щети в пачки и погрузки их              | 49 |
| Б. В. Уваров, В. В. Шелкунов. О выборе толщины песчаной подушки автомобильных лесовозных дорог с колежным покрытием из железобетонных плит | 54 |
| А. А. Яблочкин. О расчете нежестких дорожных покрытий лесовозных автомобильных дорог   | 59 |
| А. П. Алексеев. Электропривод протаскивающего транспортера полуавтоматической сучкорезной линии ПСЛ-ЦНИИМЭ                                 | 63 |
| П. В. Анисимов. Методика и результаты определения относительного трения в рессорном подвешивании тепловоза ТУ-2МК                          | 67 |
| А. Д. Худяков, Н. П. Коваленко, Н. Ф. Бондаренко. Глубинный дренаж как метод технической мелиорации торфяных грунтов                       | 72 |

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

|  |    |
|--|----|
| А. А. Санников. Применение прибора ИНА-3 для контроля натяжения рамных пил по частоте их собственных колебаний           | 77 |
| Н. С. Крутиков. Расчет скорости бревнотаски  | 81 |
| С. И. Фрумика. Об оценке влияния различных факторов на механические характеристики древесностружечных плит               | 86 |
| В. В. Данилов, В. Н. Петри. Пластики без добавления связующих из основных опилок   | 91 |
| А. М. Боровиков. Резонансная установка для изучения древесины  | 93 |
| В. И. Мелехов. Экспериментальная установка для исследования точности работы вальцовых механизмов подачи обрезных станков | 97 |

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

|  |     |
|--|-----|
| А. И. Калниньш, Я. Г. Зандерсон, М. З. Спилва. Смолоносная система сосны в зоне карры при подсочке с химическим воздействием | 102 |
| С. А. Сапотницкий. Термообработка сернистокислых растворов глюкозы при различной степени связывания SO <sub>2</sub>          | 106 |
| Э. Д. Левин, З. П. Беликова. Термографическая характеристика процесса термической деструкции древесных компонентов           | 112 |



|   |     |
|---|-----|
| Л. В. Панасюк, В. Г. Панасюк. О реакциях, происходящих при термическом разложении гидролизных лигнинов в щелочной среде . . . . .                   | 116 |
| Е. В. Афанасьева, В. А. Выродов. Способ парофазного окисления камфена в камфару . . . . .   | 119 |
| Т. П. Бондовская. Ассортиментная структура целлюлозно-бумажной промышленности США и основные тенденции ее изменения в послевоенный период . . . . . | 123 |
| Э. Н. Сабуров, А. И. Егоров. Некоторые результаты исследования аэродинамики циклонно-вихревых камер с кольцевым поперечным сечением . . . . .       | 125 |

#### КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ

#### И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

|   |     |
|---|-----|
| К. С. Клыков, Ю. М. Варакин. О расчете привода с электромагнитной муфтой скольжения в посылочном механизме лесопильной рамы . . . . . | 131 |
|---|-----|

#### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

|  |     |
|--|-----|
| П. С. Чернышов, Н. С. Прокопенко. К вопросу о себестоимости лесопродукции при снижении затрат на содержание транспорта . . . . . | 138 |
|--|-----|

#### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

|   |     |
|---|-----|
| М. Ф. Крикунов. Ландшафты зеленых зон . . . . .   | 141 |
| М. А. Софронов. Пожарная характеристика лесов среднегорья Западного Саяна и Танну-Ола . . . . .   | 142 |
| А. С. Костылев, В. Д. Емельянов. Изменение объема сердцевинной гнили осины с возрастом дерева . . . . .   | 144 |
| И. М. Скол. Влияние выпаса скота на водно-физические свойства лесной почвы и влагозапасаемость . . . . .  | 147 |
| А. Д. Кананадзе. Стрoение буковых древостоев Западной Грузии по коэффициенту формы $q_2$ . . . . .  | 149 |
| Д. Ф. Руднев, Е. Н. Степанова, Н. Э. Кононова. Опыт борьбы с дубовой листоверткой ( <i>Tortrix viridana</i> L.) путем авиаопыливания шламовой цементной пылью . . . . . | 150 |
| А. П. Клинцов. О причинах гибели самосева на вырубках Сахалина . . . . .  | 152 |
| Г. И. Адамянц. Теневой способ определения высоты дерева . . . . .   | 154 |
| В. Б. Огиевский, А. А. Медведева. Культуры сосны на вырубках вейниково-разнотравного типа . . . . .   | 155 |
| А. Б. Воронкова. Влияние водорастворимых форм органического вещества на рост проростков ели . . . . .   | 156 |
| В. В. Смирнов. Методы и приборы, применяемые для измерения сезонного и годовичного прироста по толщине у различных частей деревьев . . . . .                            | 158 |
| Г. И. Горев. Влияние света на характер напочвенного покрова . . . . .   | 159 |
| А. В. Яценко. К вопросу о применении древесной газогенераторной смолы в качестве вяжущего материала для укрепления грунтов . . . . .                                    | 162 |
| Н. Н. Суродейкин. К вопросу изменения влагосодержания паровоздушной смеси в процессе сушки . . . . .  | 163 |
| Г. И. Редько. Изменение влажности древесины некоторых пород в течение года . . . . .  | 165 |
| Б. П. Соловьев. Влияние весенне-летних заморозков на лесоразведение ели дичками . . . . .   | 166 |

#### ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

|  |     |
|--|-----|
| А. И. Котов. Бердянскому лесничеству 120 лет . . . . . | 168 |
|--|-----|

#### НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

|   |     |
|---|-----|
| П. И. Войчалъ. Научно-производственная конференция в Чите . . . . . | 170 |
|---|-----|

#### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

|  |     |
|--|-----|
| И. А. Григорашенко, В. С. Поляков. Лиственница — важная порода в повышении производительности лесов Севера . . . . . | 171 |
| М. Ф. Мойко. О книге «Лесные культуры таежной зоны» . . . . .  | 172 |
| В. П. Демиденко, А. Н. Пряжников, Н. И. Михеев. Сборник трудов по таежному лесоводству . . . . .                     | 173 |

#### ЮБИЛЕИ

|   |     |
|---|-----|
| А. А. Байгин, Г. Г. Самойлович, И. В. Логвинов, Д. П. Столяров. Памяти заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, проф. М. М. Орлова . . . . . | 174 |
|---|-----|

#### «ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3

#### ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

#### (Год издания одиннадцатый)

Сдан в набор 25/IV 1968 г. Подписан к печати 19/VI 1968 г. Форм. бум. 70 × 108/16. Печ. л. 15,4 + 2 вкл. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 15,872. Тираж 1850. Сл. 00054. Заказ № 1456. Цена 1 руб.

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

Таблица 1

## Изменение показателей физико-механических свойств древесины бука и дуба в связи с возрастом деревьев

| Порода         | Полнота древостоя | Класс возраста модельных деревьев | Количество модельных деревьев | Число краев | Высота деревьев, м | Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см | Объемный вес при 15%-ной влажности, г/см <sup>3</sup> | Коэффициент усушки |               | Гигроскопичность на 30 сутки, % | Водопоглощение на 30 сутки, % | Разбухание, % |               | Предел прочности при 15%-ной влажности, кг/см <sup>2</sup> |                        |                              |                           |                                |                             |                                    |                             | Твердость по способу Янка при 15%-ной влажности, кг/см <sup>2</sup> |            |               |
|----------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------------|------------------------------------|---|--------------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|--|------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---|------------|---------------|
|                |                   |                                   |                               |             |                    |                                    |   | радиальной         | тангентальной |                                 |                               | радиальное    | тангентальное | при сжатии вдоль волокон                                   | при статическом изгибе | при скальвании вдоль волокон |                           | при растяжении поперек волокон |                             | при местном смятии поперек волокон |                             | торцовая  | радиальная | тангентальная |
|                |                   |                                   |                               |             |                    |                                    |   |                    |               |                                 |                               |               |               |  |                        | в радиальной плоскости       | в тангентальной плоскости | в радиальном направлении       | в тангентальном направлении | в радиальном направлении           | в тангентальном направлении |   |            |               |
| Бук восточный  | 0,6               | VI                                | 2                             | 8           | 31,5               | 47,4                               | 0,68  | 0,21               | 0,38          | 23,4                            | 125,50                        | 5,50          | 14,20         | 468  | 925                    | 86                           | 120                       | 57                             | 36                          | 122                                | 102                         | 520   | 392        | 409           |
|                | 0,6-0,7           | IX                                | 1                             | 4           | 28,8               | 46,1                               | 0,70  | 0,20               | 0,36          | 24,3                            | 114,50                        | 6,00          | 13,50         | 516  | 952                    | 91                           | 121                       | 60                             | 44                          | 126                                | 136                         | 638   | 462        | 484           |
|                | 0,6-0,7           | XI                                | 1                             | 5           | 33,6               | 80,0                               | 0,66  | 0,19               | 0,37          | 24,4                            | 132,00                        | 5,80          | 14,30         | 457  | 685                    | 74                           | 112                       | 56                             | 37                          | 114                                | 98                          | 498   | 400        | 375           |
| Дуб грузинский | 0,5               | III                               | 1                             | 2           | 13,9               | 25,5                               | 0,81  | 0,14               | 0,27          | 17,29                           | 83,82                         | 5,30          | 12,30         | 492  | 743                    | 138                          | 167                       | 71                             | 45                          | 210                                | 185                         | 944   | 782        | 820           |
|                | 0,6               | V                                 | 1                             | 3           | 15,7               | 26,0                               | 0,65  | 0,10               | 0,17          | 18,05                           | 119,15                        | 5,22          | 8,55          | 422  | 470                    | 90                           | 104                       | 54                             | 36                          | 150                                | 136                         | 556   | 417        | 442           |
|                | 0,6-0,8           | XII                               | 2                             | 9           | 25,3               | 45,3                               | 0,66  | 0,13               | 0,21          | 17,30                           | 111,70                        | 5,50          | 10,45         | 417  | 632                    | 80                           | 89                        | 50                             | 38                          | 142                                | 121                         | 373   | 340        | 361           |
| Дуб восточный  | 0,7               | III                               | 3                             | 9           | 10,5               | 20,7                               | 0,77  | 0,14               | 0,25          | 18,24                           | 96,41                         | 5,47          | 11,51         | 473  | 784                    | 114                          | 136                       | 63                             | 43                          | 167                                | 152                         | 811   | 611        | 729           |
|                | 0,5-0,6           | VIII                              | 4                             | 16          | 20,2               | 38,1                               | 0,67  | 0,12               | 0,23          | 20,21                           | 106,51                        | 5,13          | 10,79         | 472  | 787                    | 96                           | 111                       | 53                             | 34                          | 167                                | 129                         | 566   | 477        | 480           |
|                | 0,7               | IX                                | 2                             | 9           | 23,0               | 35,2                               | 0,63  | 0,12               | 0,20          | 20,17                           | 104,00                        | 6,11          | 12,8          | 461  | 798                    | 104                          | 117                       | 54                             | 33                          | 163                                | 121                         | 574   | 449        | 485           |
|                | 0,7-0,8           | XIV                               | 2                             | 8           | 22,8               | 43,7                               | 0,65  | 0,15               | 0,26          | 17,39                           | 110,50                        | 5,11          | 10,16         | 400  | 596                    | 96                           | 101                       | 54                             | 39                          | 129                                | 126                         | 366   | 326        | 328           |

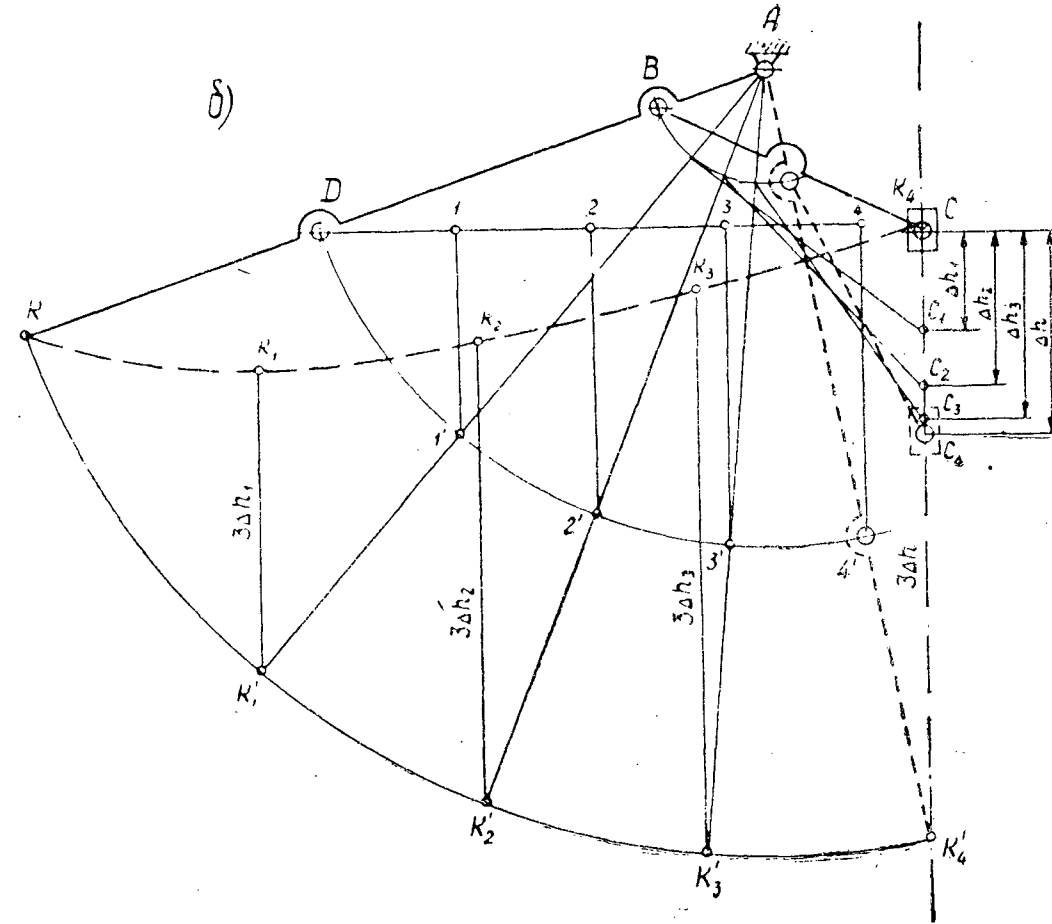
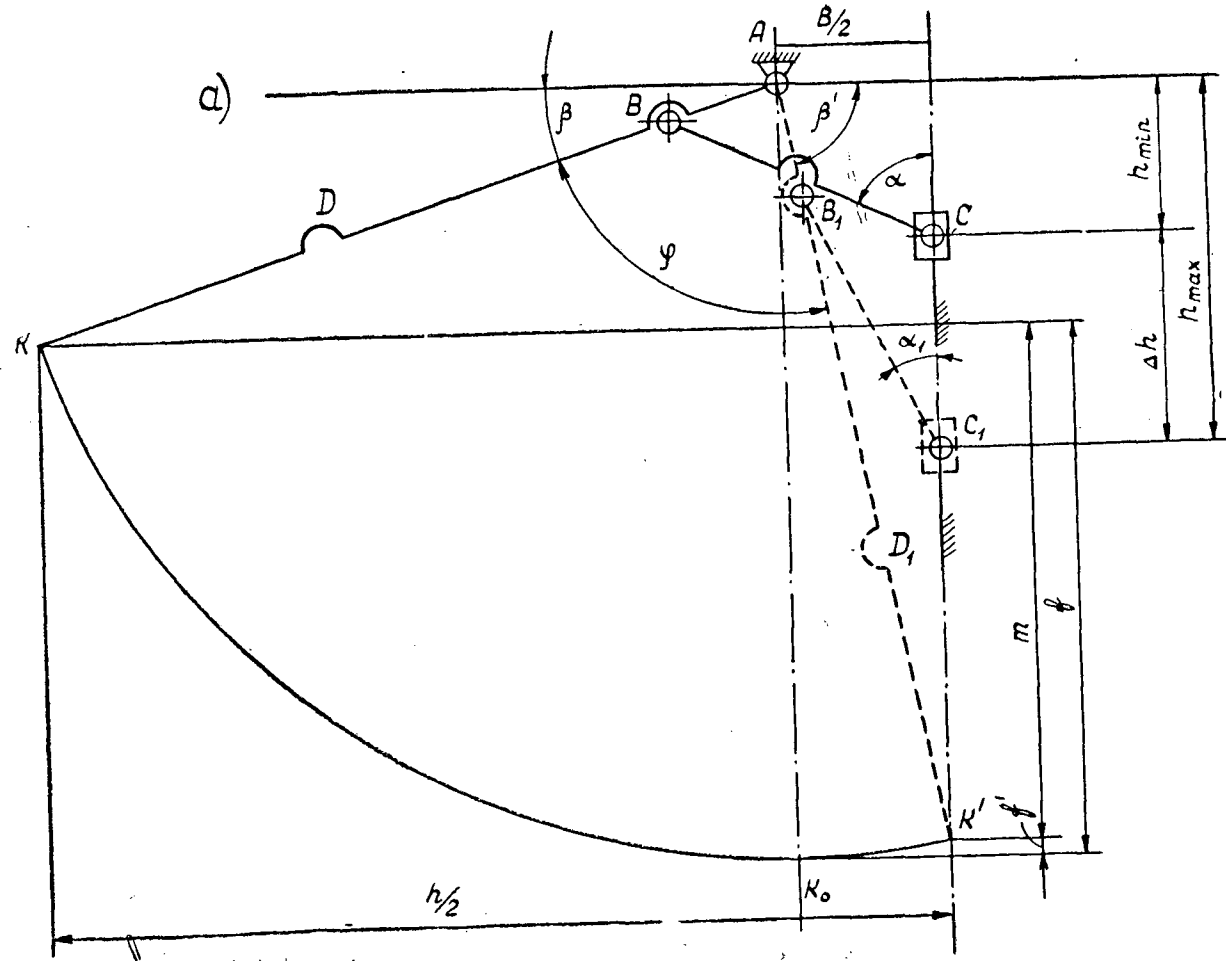
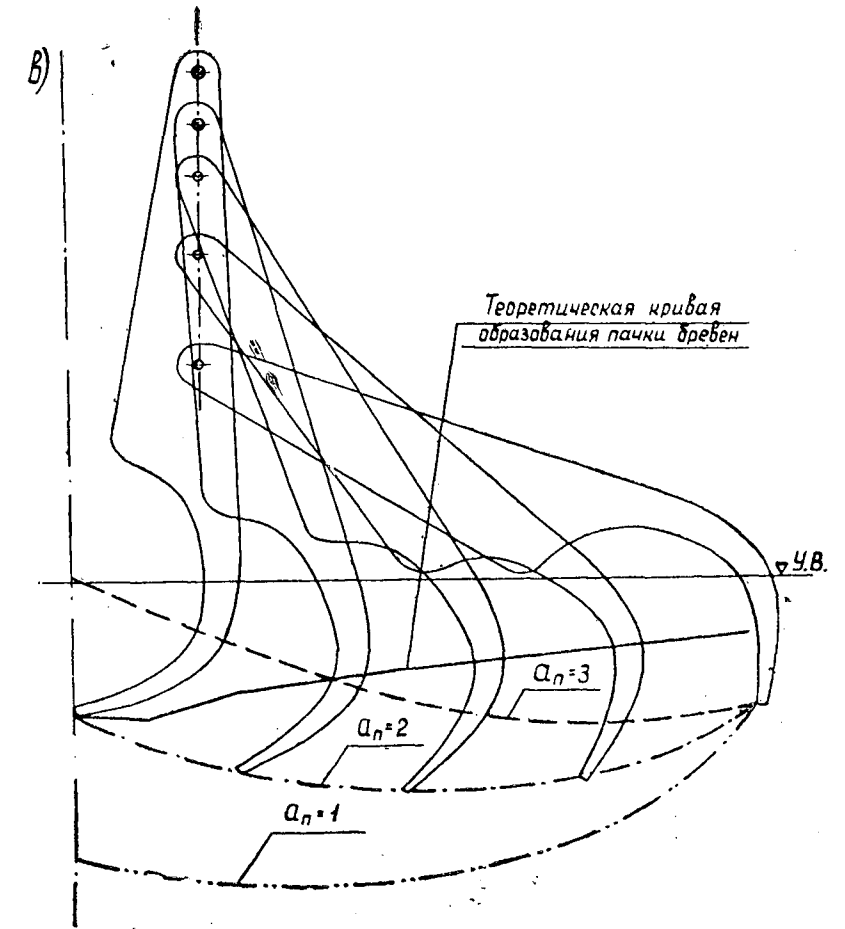


Рис. 1.



Теоретическая кривая  
образования пачки бревен

$a_n=3$

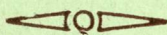
$a_n=2$

$a_n=1$

У.В.

МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ  
ЖУРНАЛ



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

**Подписывайтесь  
на журнал на 1968 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»  
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР**

**Р а з д е л  
„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“**

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967 и 1968 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».