

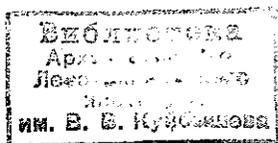
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

2

1984



АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЗНЕЦОВА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь А. И. Кольцова.

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство, о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов. Журнал издается с 1957 года. Выходит 6 раз в год.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 2

Ст. редактор Н. П. Бойкова, Редактор З. Ф. Кекишева, Корректор Л. Л. Аксенова

Сдано в набор 16.12.83. Подписано в печать 20.03.84.
Форм. бум. 70×108^{1/8}. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 14,87. Тираж 1580 экз. Заказ 7385. Цена 1 р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева.

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

Типография издательства «Правда Севера».
163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32.

КУРСОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Советские люди с воодушевлением и горячим одобрением восприняли итоги декабрьского (1983 г.) Пленума ЦК КПСС и сессии Верховного Совета СССР. В тексте выступления Генерального секретаря ЦК КПСС тов. Ю. В. Андропова на Пленуме обращено внимание на необходимость постоянно и настойчиво заниматься ускорением научно-технического прогресса. Это способствует развитию производительных сил страны, интенсификации общественного производства. В 1983 г. при участии ученых освоено производство около 3,7 тыс. видов машин, оборудования, приборов и материалов, внедрен ряд высокоэффективных технологических процессов, расширено применение микропроцессоров, робототехники.

Производительность труда в целом по стране за 1983 г. возросла на 3,5 % при плане 2,9 %. За счет этого получено 88 % прироста продукции.

Общий объем промышленной продукции за истекший год увеличился по сравнению с 1982 г. на 4 % при плане 3,2 %.

Численность научных работников превысила 1,4 млн. человек.

В 1983 г. вступило в строй около 200 новых государственных промышленных предприятий.

В Министерстве лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности сдан в эксплуатацию крупный комплекс по производству сульфатной целлюлозы и бумаги на Светогорском целлюлозно-бумажном комбинате в Ленинградской области; введены в действие новые мощности по производству пиломатериалов, клееной фанеры, мебели.

Принятые партией и государством меры по совершенствованию хозяйственного механизма, повышению организованности во всех звеньях народного хозяйства, укреплению государственной, трудовой и плановой дисциплины дали свои плоды. Но это только начало. Задача теперь состоит в том, чтобы не потерять темп, закрепить и усилить положительные сдвиги в экономике. Документы Пленума ЦК КПСС и сессии Верховного Совета СССР ориентируют на последовательную реализацию единой научно-технической политики, усиление интенсивных факторов экономического роста и предусматривают дальнейшее развитие исследований по важнейшим направлениям, углубление интеграции науки и производства.

На Пленуме было отмечено, что организация всего комплекса научно-технических работ пока далеко не отлажена. В ряде отраслей наблюдается топтание на месте, не выполняются планы по новой технике, да и масштабность этих планов оставляет желать лучшего. Положение дел в народном хозяйстве требует решительного поворота министерств, ведомств, Академии наук СССР к повышению технического уровня производства, качества продукции. Много будет зависеть от того, как мы мобилизуем на ускорение научно-технического прогресса коллективы предприятий, научно-исследовательских и конструкторских организаций, инженерно-технические и научные кадры. Это задача первоочередной важности.

Государственным планом на 1984 г. намечено освоение 3,9 тыс. видов машин, оборудования, приборов, материалов. Предусмотрено снять

с производства 2,2 тыс. устаревших видов промышленной продукции. Будет введено в действие 609 автоматизированных систем управления технологическими процессами.

На финансирование научно-исследовательских работ направляется 26,6 млрд. р., или на 3,7 % больше, чем в 1983 г.

В лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности важнейшей задачей, поставленной государственным планом на 1984 г., является повышение эффективности использования лесных материалов, четкая организация работ по заготовке и транспортировке древесины. Планом предусмотрено увеличить производство древесностружечных плит на 10,5 %, древесноволокнистых плит — на 9,4 %, технологической щепы — на 28 %, фанеры — на 11,3 %.

Темпы научно-технического прогресса будут во многом зависеть от умения сконцентрировать внимание на наиболее острых вопросах, на так называемых узких местах.

Ответственные задачи встанут в связи с этим перед лесной наукой и промышленностью. Речь идет о том, чтобы осуществить более глубокий поворот исследований к первоочередным проблемам развития экономики, увеличить вклад науки в решение ключевой народнохозяйственной задачи — кардинального повышения производительности труда. Требуется, умело концентрировать силы и средства на технологическом перевооружении производства, создании высокопроизводительной и ресурсосберегающей техники, изыскании прогрессивных методов комплексного использования сырья и материалов, охраны окружающей среды.

Современные масштабы и темпы развития производительных сил требуют изменения отношения к вопросам, связанным с охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов. Это задача большой экономической и социальной значимости. Ведь речь по существу идет о здоровье людей и о бережном, хозяйском подходе к национальному богатству страны. От решения этих вопросов зависят условия, в которых будут жить последующие поколения. Здесь, как, пожалуй, ни в какой другой сфере, нетерпим ведомственный подход. К этой проблеме следует подходить комплексно, с общегосударственных позиций, решительно улучшить всю систему управления и контроля за состоянием окружающей среды, усилить ответственность за экологические последствия принимаемых решений.

Производственный и научно-технический потенциал страны должен действовать полностью, с высокой отдачей — на это нацеливают решения декабрьского Пленума ЦК КПСС и сессии Верховного Совета СССР.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*56

**ЕДИНСТВО
СИНХРОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ
С ВОЗРАСТОМ ФИЗИЧЕСКИХ ДЕРЕВЬЕВ
И СРЕДНИХ ДЕРЕВЬЕВ В НАСАЖДЕНИЯХ**

П. В. ВОРОПАНОВ

Брянский технологический институт

В работе [1] была установлена следующая закономерная связь коэффициента по диаметру на высоте груди (K_d) с коэффициентом по объему (K_v) у стволов деревьев:

$$K_v = 2,14(K_d)^2 - 1,50K_d + 0,37. \quad (1)$$

В этой формуле $K_d = \frac{d_{A-n}}{d_A}$ и $K_v = \frac{v_{A-n}}{v_A}$; A — возраст дерева в настоящее время; $A - n$ — возраст этого дерева n лет назад.

Таблицы хода роста насаждения — система знаний о развитии совокупности, сконцентрированная вокруг таксационных показателей среднего дерева; это ход роста его по календарным периодам жизненного пути. По данным М. Л. Дворецкого [2], средние деревья в насаждении сохраняют полностью свой ранг в течение 2—4 десятилетий. Под полным сохранением ранга автор понимает сохранение показателей H , D , v и Z_v в течение упомянутого периода. Было решено применить формулу (1) для отыскания объема среднего дерева насаждения по равенству: $v_{A-n} = v_A K_v$, при наличии K_D и v_A . Для поиска использовали таблицы хода роста насаждений, хвойных и лиственных, по происхождению семенных и порослевых, произрастающих в различных географических зонах [3].

Расчеты помещены в табл. 1, с учетом варианта составления таблиц хода роста насаждений. В одном случае среднее дерево определяли для оставляемой части насаждения, в другом — для насаждения в целом, без исключения подчиненной части. Для каждого случая и по каждому возрасту исчислены коэффициенты K_D и K_v . Для физических (единично взятых) деревьев сделана выписка из нашей работы [1].

Обнаружено, что:

1) значения D и v средних деревьев в насаждениях, приведенные соответственно к коэффициентам K_D (графа 6) и K_v (графа 8), изменяясь синхронно с понижением возраста насаждения, как правило, уменьшаются;

2) во всех случаях при равных K_D у средних деревьев насаждений близки значения K_v ;

3) в любых условиях при близких коэффициентах K_d (у физических деревьев) и K_D (у средних деревьев насаждений в табл. 1) соответственно равновелики коэффициенты K_v ;

4) связи коэффициентов K_d с K_v , установленные по формуле (1) для физических деревьев, одинаково хорошо используются для опреде-

Таблица 1
Синхронность в изменениях с возрастом таксационных показателей математического среднего дерева

| 1 | Исходные данные из таблиц хода роста насаждений | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Отклонение от раз- меров K_v истинного | | | | | |
|--------------------------|---|------------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------|-------|---|-------|--|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
| | Автор и № таблиц | Состав и класс бонитета насаждений | | | | | | | | Географическая зона | Возраст насаждения A , лет | Средний диаметр насаждения в коре, см | $K_D = \frac{D_A - n}{D_A}$ | Объем среднего дерева насаждения в коре | $K_v = \frac{v_A - n}{v_A}$ |
| А. В. Торин, № 1 | Сосна, III | СССР | 140 | 31,6 | — | 0,97 | 0,940 | — | 0,94 | — | 0,01 | — | | | |
| | | | 130 | 30,7 | — | 0,96 | 0,872 | — | 0,90 | — | 0,00 | 1,1 | | | |
| | | | 120 | 29,4 | — | 0,945 | 0,782 | — | 0,88 | — | 0,02 | 0,0 | | | |
| | | | 110 | 27,4 | — | 0,935 | 0,688 | — | 0,835 | — | 0,010 | 2,3 | | | |
| | | | 100 | 26,1 | — | 0,925 | 0,575 | — | 0,81 | — | 0,015 | 1,2 | | | |
| | | | 90 | 24,1 | — | 0,905 | 0,465 | — | 0,775 | — | 0,01 | 1,9 | | | |
| | | | 80 | 21,8 | — | 0,895 | 0,359 | — | 0,745 | — | 0,005 | 1,3 | | | |
| | | | 70 | 19,5 | — | — | 0,268 | — | — | — | 0,74 | 0,005 | 0,7 | | |
| | | | 120 | 24,0 | — | 0,965 | 0,455 | — | 0,455 | — | 0,92 | — | 0,0 | | |
| | | | 110 | 23,2 | — | 0,955 | 0,418 | — | 0,418 | — | 0,885 | — | 0,0 | | |
| Д. А. Милова-нович, № 71 | Береза, III | Средний Урал | 100 | 22,2 | — | 0,955 | 0,373 | — | 0,89 | — | 0,0 | 1,1 | | | |
| | | | 90 | 21,1 | — | 0,955 | 0,333 | — | 0,885 | — | 0,01 | 0,6 | | | |
| | | | 80 | 19,8 | — | 0,935 | 0,282 | — | 0,845 | — | 0,005 | 0,0 | | | |
| | | | 70 | 18,2 | — | 0,92 | 0,228 | — | 0,81 | — | 0,0 | 0,0 | | | |
| | | | 60 | 16,3 | — | 0,895 | 0,170 | — | 0,745 | — | 0,74 | 0,005 | 0,7 | | |
| | | | Л. С. Челев, № 31 | Ель Шренка, III | Южная Киргизия | 200 | 39,5 | — | 0,985 | 1,41 | — | 0,96 | — | 0,01 | — |
| | | | | | | 190 | 38,9 | — | 0,98 | 1,35 | — | 0,94 | — | 0,02 | 1,0 |
| | | | | | | 180 | 38,1 | — | 0,975 | 1,27 | — | 0,93 | — | 0,02 | 2,1 |
| | | | | | | 170 | 37,1 | — | 0,975 | 1,18 | — | 0,94 | — | 0,01 | 2,2 |
| | | | | | | 160 | 36,3 | — | 0,95 | 1,11 | — | 0,91 | — | 0,03 | 1,1 |
| 150 | 35,1 | — | | | | 0,965 | 1,01 | — | 0,905 | — | 0,015 | 3,3 | | | |
| 140 | 33,9 | — | | | | 0,96 | 0,915 | — | 0,900 | — | 0,0 | 1,7 | | | |
| 130 | 32,6 | — | | | | 0,95 | 0,825 | — | 0,875 | — | 0,0 | 0,0 | | | |
| 120 | 31,0 | — | | | | 0,94 | 0,720 | — | 0,85 | — | 0,005 | 0,6 | | | |
| 110 | 29,2 | — | | | | 0,94 | 0,612 | — | 0,85 | — | 0,0 | 0,0 | | | |

Оставляемая часть насаждения

Насаждение в целом, без выделения подчиненной части

Продолжение табл. 1

| Исходные данные из таблиц хода роста насаждений | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Отклонение от раз- меров K_v истинного | | |
|---|--|--------------------------|--------------------------------|---|--------------------------|---|---------------------------|---|--|-----------------|-----|
| 1 | 2 | | | | | | | | абсо- лютное | относи- тельное | |
| Автор и № таблиц | Состав и класс обни- тета ла- саждений | Географи- ческая зона | Возраст насажде- ния A , лет | Средний диаметр насажде- ния в коре, см | $KD = \frac{DA - n}{DA}$ | Объем среднего дерева насажде- ния в коре | $K_v = \frac{vA - n}{vA}$ | K_v , по- лученный по связи с KD по форму- ле | 10 | 11 | |
| Ф. П. Моисе- енко, № 43 | Дуб семен- ной, I | Европей- ская часть СССР | 100 | 27,2 | 0,93 | 0,505 | 0,825 | 0,84 | 0,015 | 1,8 | |
| | | | 90 | 25,2 | 0,925 | 0,405 | 0,81 | 0,92 | 0,015 | 1,9 | |
| | | | 80 | 22,8 | 0,905 | 0,310 | 0,76 | 0,86 | 0,005 | 0,7 | |
| | | | 70 | 20,2 | 0,885 | 0,223 | 0,72 | 0,885 | 0,005 | 0,7 | |
| | | | 180 | 60,2 | --- | 4,30 | --- | --- | --- | --- | --- |
| | | | 170 | 58,5 | 0,97 | 4,04 | 0,94 | 0,94 | 0,0 | 0,0 | |
| | | | 160 | 56,5 | 0,965 | 3,72 | 0,92 | 0,92 | 0,0 | 0,0 | |
| | | | 150 | 54,1 | 0,955 | 3,40 | 0,915 | 0,885 | 0,030 | 3,3 | |
| | | | 140 | 51,3 | 0,945 | 3,01 | 0,885 | 0,86 | 0,025 | 2,8 | |
| | | | 130 | 48,5 | 0,935 | 2,65 | 0,88 | 0,86 | 0,020 | 2,3 | |
| | | | 120 | 45,1 | 0,93 | 2,24 | 0,845 | 0,84 | 0,005 | 0,6 | |
| | | | 110 | 41,8 | 0,925 | 1,87 | 0,835 | 0,825 | 0,010 | 1,2 | |
| | | | 100 | 38,1 | 0,91 | 1,50 | 0,805 | 0,78 | 0,025 | 3,1 | |
| | | | 90 | 34,4 | 0,90 | 1,18 | 0,785 | 0,75 | 0,035 | 4,5 | |
| 80 | 30,5 | 0,885 | 0,883 | 0,745 | 0,725 | 0,020 | 2,7 | | | | |

У физических (единично взятых) деревьев

Любого происхождения, породы и в любых условиях местопро- израстания (в соответствии с табл. 1, взятой из [1])

При любом возрасте и диаметре

При любом объеме

| | |
|------|------|
| 0,88 | 0,72 |
| 0,89 | 0,73 |
| 0,90 | 0,75 |
| 0,91 | 0,78 |
| 0,92 | 0,81 |
| 0,93 | 0,84 |
| 0,94 | 0,85 |
| 0,95 | 0,87 |
| 0,96 | 0,90 |
| 0,97 | 0,94 |

Таблица 2
Надежность использования единого коэффициента см. формулу 1 K_d и K_D для определения бывших объемов ствола

| Число наблюдений n | Среднее арифметическое отклонение в наблюдениях x , % | Сумма отклонений | | Среднее квадратичное отклонение σ | Ошибка | | Достоверность показателей | | Коэффициент изменчивости c | Ошибка коэффициента изменчивости m_c | Степень надежности коэффициента изменчивости t_c | Точность опытных P, x |
|----------------------|---|---|---|--|----------------|--|---------------------------|------------|------------------------------|--|--|-------------------------|
| | | отдельных наблюдений от средней арифметической $\sum z$ | квадратов отдельных наблюдений от средней арифметической $\sum z^2$ | | среднего m_x | среднего квадратичного отклонения m_σ | t_x | t_σ | | | | |
| 346 | 2,6 | 633,2 | 2234,9 | 2,54 | 0,137 | 0,0965 | 19,0 | 26,4 | 97,5 | 6,35 | 15,35 | 5,26 |
| 394 | 2,2 | 671,9 | 2616,4 | 2,58 | 0,130 | 0,092 | 16,9 | 28,0 | 117 | 8,05 | 14,35 | 5,9 |
| 573 | 2,6 | 1162,7 | 5018,4 | 2,93 | 0,122 | 0,0865 | 21,3 | 33,9 | 112 | 6,25 | 17,9 | 4,7 |

Без коры физического дерева

В коре математически среднего дерева по оставляемой части насаждения

В коре математически среднего дерева по насаждению в целом

ления K_v у математически вычисленных средних деревьев по обоим вариантам насаждений;

5) ход и характер синхронных изменений коэффициентов K_D и K_v с возрастом у средних деревьев насаждений подчиняются установленному закону изменения этих элементов у физических деревьев. Таким образом, средние математически вычисленные деревья насаждений являются одновременно физическими деревьями в данном звене насаждения из таблиц хода роста;

6) независимо от состава насаждений, их происхождения, календарного возраста и условий внешней среды, в которых они произрастают, при равных коэффициентах K_D наблюдаются близкие коэффициенты K_v ;

7) наряду с этим, привлечение материалов по синхронным изменениям с возрастом таксационных элементов у физического дерева [1] показывает согласованное единство этих изменений с возрастом у математически средних деревьев из любых таблиц хода роста насаждений;

8) во всех случаях среднее арифметическое отклонение коэффициента K_v от его истинного значения при использовании формулы (1) не превышает 2,2—2,6 % (см. табл. 2). Памятуя, что точность определения объема ствола по сложным формулам находится в пределах $\pm 3,0$ %, надо признать приемлемость предложенной нами технологии

определения объемов стволов за истекший период жизни на растущих физических деревьях.

Наряду с этим, убедительно доказано, что синхронность в изменениях с возрастом коэффициента K_v у средних деревьев насаждения по-

звolyет использовать формулу (1) при нахождении Z_v по методу, установленному для физических деревьев.

Найдена степень связи коэффициента K_v физического дерева с коэффициентом K_v среднего дерева насаждения (при таксации как целого насаждения без выделения угнетенной части, так и основной, оставляемой части) при равных заданных коэффициентах K_d и K_D . Вычислен коэффициент корреляции (r), равный + 0,795, что свидетельствует о тесной связи упомянутых коэффициентов K_v при равновеликих K_d и K_D . Показатель достоверности коэффициента корреляции (t_r) равен 12,6 (>3).

Таким образом, выявлено единство в синхронизации изменений с возрастом таксационных элементов физического дерева и таксационных признаков математически среднего дерева насаждений (из таблиц хода роста).

Для создания 340 таблиц хода роста насаждений в основу положены работы по закладке 24 тыс. пробных площадей и 360 тыс. срубленных модельных деревьев. И только 60 % таких таблиц имеют данные о размерах текущего прироста. Естественно, как общепризнано ныне, что наличие в них упомянутых данных о приросте не соответствует фактическому положению (следует припомнить хотя бы отсутствие в размерах прироста данных о коре).

Несмотря на огромное количество имеющихся материалов, в составленных таблицах хода роста насаждений, характеризующих, в частности, текущий прирост, такие таблицы вновь и вновь составляются, что увеличивает экспериментальный фонд.

Вот что писал по этому поводу Ф. Энгельс: «Эмпирическое естествознание накопило такую необъятную массу положительного материала, что в каждой отдельной области исследования стала прямо-таки неустранимой необходимостью упорядочить этот материал систематически и сообразно его внутренней связи. Точно так же становится неустранимой задача приведения в правильную связь между собой отдельных областей знания. Но, занявшись этим, естествознание вступает в теоретическую область, а здесь эмпирические методы оказываются бессильными, здесь может оказать помощь только теоретическое мышление» (Энгельс Ф. Диалектика природы. — М.: Госполитиздат, 1975, с. 26).

Выявленное нами единство в синхронных изменениях с возрастом таксационных элементов деревьев и таксационных признаков насаждений является теоретическим обобщением существующих в лесу (как в системе) связей по накоплению прироста (запасов древесины).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воропанов П. В. Анализ хода роста ствола растущего дерева. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1980, № 6. [2]. Дворецкий М. Л. О степени устойчивости средних деревьев древостоя с возрастом. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1966, № 5. [3]. Козловский В. Б., Павлов В. М. Ход роста основных лесообразующих пород СССР: Справочник. — М.: Лесн. пром-сть, 1967.

Поступила 10 мая 1983 г.

УДК 630*566 : 519

**ПРИМЕНЕНИЕ ОБОБЩЕННОГО ГАММА-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРОЕНИЯ ДРЕВОСТОЕВ**

С. Н. СВАЛОВ
ВНИИЛМ

Моделирование таксационного строения древостоев — необходимый этап при разработке математических моделей товарных таблиц и таблиц производительности древостоев. В настоящее время для моделирования строения древостоев по диаметрам деревьев применяют распределения, содержащие не менее трех параметров. Среди трехпараметрических наиболее подходит для этой цели распределение Вейбулла [2], из четырехпараметрических — распределение Шарлье типа А, Пирсона типа I (бета-распределение), S_B -Джонсона (четырепараметрическое логнормальное распределение).

Увеличение числа параметров в модели распределения делает ее более гибкой, однако при этом увеличиваются выборочные ошибки параметров, и поэтому она может описывать не только объективные закономерности в изменении численностей, но и случайные отклонения от этих закономерностей, обусловленные выборкой. В связи с этим распределения, содержащие более четырех параметров, на практике используются чрезвычайно редко.

Рассмотрим применение новой для лесоводов четырехпараметрической модели обобщенного гамма-распределения для описания строения древостоев. Плотность вероятности распределения имеет вид

$$f(x) = \frac{\Delta b (x - c)^{pb - 1}}{a^{pb} \Gamma(p)} \exp \left[- \left(\frac{x - c}{a} \right)^b \right], \quad (1)$$

$$c \leq x < \infty,$$

где p и b — параметры формы;

c — параметр сдвига;

a — параметр масштаба;

Δ — отношение ширины классового интервала к единице;

$\Gamma(p)$ — полная гамма-функция величины p :

$$\Gamma(p) = \int_0^{\infty} x^{p-1} e^{-x} dx.$$

Обобщенное гамма-распределение в трехпараметрическом виде (при $c = 0$) предложил Э. Стэси [3]. В табл. 1 указаны некоторые распределения, являющиеся частными случаями четырехпараметрического обобщенного гамма-распределения.

Математическое ожидание μ , дисперсия σ^2 , пирсоновские асимметрия $\sqrt{\beta_1}$ и эксцесс β_2 для обобщенного гамма-распределения равны:

$$\mu = aG_1 + c; \quad (2)$$

$$\sigma^2 = a^2 (G_2 - G_1^2); \quad (3)$$

$$\sqrt{\beta_1} = \frac{G_3 - 3G_2G_1 + 2G_1^3}{(G_2 - G_1^2)^{3/2}}; \quad (4)$$

Таблица 1

| Распределение | Значения параметров |
|---|------------------------------|
| Трехпараметрическое гамма (Пирсона типа III) | $b = 1$ |
| Двухпараметрическое гамма | $b = 1, c = 0$ |
| Трехпараметрическое Вейбулла | $p = 1$ |
| Двухпараметрическое Вейбулла | $p = 1, c = 0$ |
| Двухпараметрическое экспоненциальное (Пирсона типа X) | $p = 1, b = 1$ |
| Хи-квадрат при двух степенях свободы | $p = 1, b = 1, c = 1, a = 2$ |

$$\beta_2 = \frac{G_4 - 4G_2G_1 + 6G_2G_1^2 - 3G_1^4}{(G_2 - G_1^2)^2}, \quad (5)$$

где

$$G_k = \Gamma[(k/b) + p] / \Gamma(p).$$

Из формул (4) и (5) видно, что $\sqrt{\beta_1}$ и β_2 однозначно определяются параметрами b и p . В результате решения системы уравнений (4) и (5) составлены таблицы значений b и p в зависимости от $\sqrt{\beta_1}$ и β_2 (табл. 2). В этой таблице приведены также значения G_1 и $\sqrt{G_2 - G_1^2}$, необходимые для оценки параметров a и c методом моментов.

Таблица 2

| β_2 | b | p | G_1 | $\sqrt{G_2 - G_1^2}$ | b | p | G_1 | $\sqrt{G_2 - G_1^2}$ |
|-------------------------|--------|--------|--------|-------------------------|---------|--------|--------|----------------------|
| $\sqrt{\beta_1} = 0,05$ | | | | $\sqrt{\beta_1} = 0,10$ | | | | |
| 2,0 | 8,6985 | 0,1303 | 0,5129 | 0,2820 | 8,3368 | 0,1288 | 0,4993 | 0,2849 |
| 2,2 | 5,7480 | 0,2443 | 0,5705 | 0,2834 | 5,5201 | 0,2411 | 0,5571 | 0,2878 |
| 2,4 | 4,4661 | 0,4096 | 0,6546 | 0,2867 | 4,2794 | 0,4048 | 0,6421 | 0,2933 |
| 2,6 | 3,7132 | 0,7000 | 0,7848 | 0,2903 | 3,5397 | 0,6934 | 0,7752 | 0,3006 |
| 2,8 | 3,1813 | 1,4473 | 1,0407 | 0,2915 | 2,9976 | 1,4344 | 1,0422 | 0,3099 |
| $\sqrt{\beta_1} = 0,15$ | | | | $\sqrt{\beta_1} = 0,20$ | | | | |
| 2,0 | 8,1578 | 0,1240 | 0,4842 | 0,2875 | 8,1560 | 0,1162 | 0,4679 | 0,2896 |
| 2,2 | 5,3671 | 0,2332 | 0,5414 | 0,2917 | 5,2851 | 0,2211 | 0,5235 | 0,2949 |
| 2,4 | 4,1403 | 0,3921 | 0,6258 | 0,2993 | 4,0461 | 0,3726 | 0,6058 | 0,3044 |
| 2,6 | 3,4045 | 0,6708 | 0,7587 | 0,3102 | 3,3058 | 0,6342 | 0,7351 | 0,3185 |
| 2,8 | 2,8555 | 1,3658 | 1,0248 | 0,3275 | 2,7529 | 1,2558 | 0,9896 | 0,3425 |
| 3,0 | 2,0176 | 11,154 | 3,2680 | 0,4876 | 2,0323 | 6,2787 | 2,4208 | 0,4801 |
| $\sqrt{\beta_1} = 0,25$ | | | | $\sqrt{\beta_1} = 0,30$ | | | | |
| 2,0 | 8,3518 | 0,1057 | 0,4505 | 0,2912 | 8,8042 | 0,0930 | 0,4323 | 0,2922 |
| 2,2 | 5,2748 | 0,2054 | 0,5035 | 0,2973 | 5,3426 | 0,1869 | 0,4819 | 0,2987 |
| 2,4 | 3,9958 | 0,3473 | 0,5824 | 0,3083 | 3,9900 | 0,3178 | 0,5562 | 0,3109 |
| 2,6 | 3,2418 | 0,5869 | 0,7055 | 0,3250 | 3,2114 | 0,5326 | 0,6709 | 0,3296 |
| 2,8 | 2,6858 | 1,1226 | 0,9400 | 0,3539 | 2,6503 | 0,9823 | 0,8809 | 0,3613 |
| 3,0 | 2,0525 | 4,0110 | 1,9072 | 0,4710 | 2,0793 | 2,7688 | 1,5602 | 0,4608 |
| $\sqrt{\beta_1} = 0,35$ | | | | $\sqrt{\beta_1} = 0,40$ | | | | |
| 2,0 | 9,6492 | 0,0783 | 0,4137 | 0,2928 | 11,2307 | 0,0619 | 0,3951 | 0,2931 |
| 2,2 | 5,5021 | 0,1664 | 0,4591 | 0,2993 | 5,7793 | 0,1445 | 0,4357 | 0,2989 |

Продолжение табл. 2

| β_2 | b | p | G_1 | $\sqrt{G_2 - G_1^2}$ | b | p | G_1 | $\sqrt{G_2 - G_1^2}$ |
|-------------------------|---------|--------|--------|-------------------------|---------|--------|--------|----------------------|
| 2,4 | 4,0316 | 0,2855 | 0,5280 | 0,3121 | 4,1267 | 0,2519 | 0,4984 | 0,3120 |
| 2,6 | 3,2144 | 0,4750 | 0,6329 | 0,3319 | 3,2518 | 0,4168 | 0,5930 | 0,3323 |
| 2,8 | 2,6431 | 0,8459 | 0,8170 | 0,3649 | 2,6622 | 0,7197 | 0,7518 | 0,3650 |
| 3,0 | 2,1139 | 2,0105 | 1,3083 | 0,4495 | 2,1578 | 1,5107 | 1,1159 | 0,4373 |
| 3,2 | — | — | — | — | 1,3761 | 8,8252 | 4,8127 | 1,1796 |
| $\sqrt{\beta_1} = 0,50$ | | | | $\sqrt{\beta_1} = 0,60$ | | | | |
| 2,0 | 29,6660 | 0,0197 | 0,3623 | 0,2956 | — | — | — | — |
| 2,2 | 6,9310 | 0,0993 | 0,3888 | 0,2961 | 10,4890 | 0,0536 | 0,3458 | 0,2923 |
| 2,4 | 4,5271 | 0,1851 | 0,4385 | 0,3080 | 5,4146 | 0,1236 | 0,3814 | 0,3006 |
| 2,6 | 3,4442 | 0,3072 | 0,5123 | 0,3274 | 3,8532 | 0,2131 | 0,4365 | 0,3172 |
| 2,8 | 2,7800 | 0,5068 | 0,6273 | 0,3574 | 3,0239 | 0,3454 | 0,5181 | 0,3426 |
| 3,0 | 2,2809 | 0,9080 | 0,8393 | 0,4108 | 2,4697 | 0,5692 | 0,6492 | 0,3828 |
| 3,2 | 1,7863 | 2,1817 | 1,4640 | 0,5653 | 2,0226 | 1,0410 | 0,9079 | 0,4599 |
| 3,4 | — | — | — | — | 1,5441 | 2,6653 | 1,8095 | 0,7250 |
| 3,6 | — | — | — | — | 0,5736 | 50,413 | 941,10 | 231,82 |
| $\sqrt{\beta_1} = 0,70$ | | | | $\sqrt{\beta_1} = 0,80$ | | | | |
| 2,4 | 7,7035 | 0,0693 | 0,3314 | 0,2921 | — | — | — | — |
| 2,6 | 4,6714 | 0,1364 | 0,3699 | 0,3042 | 6,6438 | 0,0749 | 0,3149 | 0,2914 |
| 2,8 | 3,4622 | 0,2259 | 0,4269 | 0,3244 | 4,2907 | 0,1381 | 0,3531 | 0,3056 |
| 3,0 | 2,7633 | 0,3600 | 0,5114 | 0,3548 | 3,2449 | 0,2232 | 0,4087 | 0,3281 |
| 3,2 | 2,2734 | 0,5877 | 0,6487 | 0,4032 | 2,6147 | 0,3496 | 0,4904 | 0,3612 |
| 3,4 | 1,8651 | 1,0642 | 0,9242 | 0,4980 | 2,1640 | 0,5596 | 0,6214 | 0,4135 |
| 3,6 | 1,4282 | 2,6050 | 1,8801 | 0,8215 | 1,7883 | 0,9758 | 0,8751 | 0,5126 |
| 3,8 | 0,6837 | 23,705 | 104,01 | 31,326 | 1,4050 | 2,1306 | 1,6358 | 0,8039 |
| 4,0 | — | — | — | — | 0,8658 | 9,5258 | 13,634 | 5,1051 |
| $\sqrt{\beta_1} = 0,90$ | | | | $\sqrt{\beta_1} = 1,00$ | | | | |
| 2,8 | 6,2705 | 0,0726 | 0,2956 | 0,2889 | — | — | — | — |
| 3,0 | 4,1374 | 0,1303 | 0,3313 | 0,3040 | 6,3630 | 0,0643 | 0,2742 | 0,2846 |
| 3,2 | 3,1535 | 0,2071 | 0,3825 | 0,3271 | 4,1669 | 0,1153 | 0,3058 | 0,2992 |
| 3,4 | 2,5532 | 0,3186 | 0,4565 | 0,3607 | 3,1688 | 0,1817 | 0,3507 | 0,3215 |
| 3,6 | 2,1239 | 0,4967 | 0,5716 | 0,4120 | 2,5660 | 0,2751 | 0,4142 | 0,3533 |
| 3,8 | 1,7731 | 0,8228 | 0,7793 | 0,5028 | 2,1416 | 0,4170 | 0,5090 | 0,4002 |
| 4,0 | 1,4374 | 1,5817 | 1,2911 | 0,7221 | 1,8050 | 0,6561 | 0,6667 | 0,4766 |
| 4,2 | 1,0364 | 4,4334 | 4,1920 | 1,9211 | 1,5027 | 1,1302 | 0,9898 | 0,6302 |
| 4,5 | — | — | — | — | 1,0000 | 4,0000 | 4,0000 | 2,0000 |

Рассмотрим процедуру оценки параметров b , p , a и c методом моментов на примере ряда распределения численностей деревьев n по 1-сантиметровым ступеням толщины x в естественных сосновых молодняках по материалам В. С. Моисеева (табл. 3) [1].

Оценки основных статистических показателей для этого ряда распределения следующие: средний арифметический диаметр $\bar{x} = 4,372$ см, стандартное отклонение $s = 2,202$ см, показатели асимметрии $\sqrt{\hat{\beta}_1} = 0,802$ и эксцесса $\hat{\beta}_2 = 3,593$.

С помощью линейной интерполяции по табл. 2 находим оценки параметров формы $\hat{b} = 1,808$ и $\hat{p} = 0,9518$, а также значения G_1 и $\sqrt{G_2 - G_1^2}$, равные соответственно 0,8602 и 0,5071.

Оценку параметра масштаба находим по формуле $\hat{a} = s / \sqrt{G_2 - G_1^2}$, откуда $\hat{a} = 2,202 / 0,5071 = 4,342$. Оценка параметра сдвига $\hat{c} = \bar{x} - \hat{a}G_1 = 4,372 - 2,202 \times 0,8602 = 0,637$.

Подставляя оценки \hat{a} , \hat{b} , \hat{p} и \hat{c} в формулу (1) и умножая полученные вероятности на объем выборки $N = 753$, получаем выровненные значения численностей $\tilde{n}_{ог}$, приведенные в табл. 3. Приведенные в таблице численности $\tilde{\tau}_в$ получены с помощью функ-

ции Вейбулла методом моментов. Оценки параметров a , b и c (при $p = 1$) равны: $\hat{a} = 4,327$, $\hat{b} = 1,772$, $\hat{c} = 0,521$.

Вычисленные критерии согласия χ^2 для этих распределений равны 10,35 и 11,90. Эти значения меньше критических $\chi_{0,05}^2$, взятых на 5 %-ном уровне, соответственно при шести и семи степенях свободы (12,59 и 14,07). Следовательно, нет оснований отвергать ни одно из этих распределений, однако из табл. 3 видно, что обобщенное гамма-распределение более гибкое, чем распределение Вейбулла. Поэтому его можно с успехом применять при моделировании строения древостоев по диаметрам.

Таблица 3

| x | n | $\sim n_{ог}$ | $\sim n_{в}$ |
|----------|-----|---------------|--------------|
| 1 | 51 | 50 | 55 |
| 2 | 94 | 116 | 116 |
| 3 | 151 | 140 | 138 |
| 4 | 143 | 134 | 132 |
| 5 | 122 | 111 | 109 |
| 6 | 74 | 81 | 81 |
| 7 | 46 | 54 | 54 |
| 8 | 31 | 33 | 34 |
| 9 | 19 | 19 | 19 |
| 10 | 12 | 10 | 10 |
| 11 | 7 | 5 | 5 |
| 12 | 3 | 2 | 2 |
| Σ | 753 | 754 | 755 |

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Моисеев В. С. Таксация молодняков. — Л.: ЛТА, 1971. — 343 с. [2]. Свалов С. Н. Об оценке пригодности распределения Вейбулла для описания строения древостоев. — В кн.: Вопросы лесовыращивания и рационального лесопользования. М., 1982, с. 172—174. (Тр. МЛТИ; Вып. 139). [3]. Stasy E. W. A. generalization of the gamma distribution. — Annals of Math. Statist., 1962, v. 33, N 3, p. 1187—1192.

Поступила 4 апреля 1983 г.

УДК 630*435

ТИПЫ ГОРЕЛЬНИКОВ
В НАСАЖДЕНИЯХ СОСНЫ КРЫМСКОЙ

А. Г. САВЧЕНКО

Московский лесотехнический институт

В результате исследований влияния пожаров на лес акад. И. С. Мелехов [2] разработал учение о пожарной травматологии леса и дал классификацию горельников, отражающую послепожарное состояние насаждений.

Важная задача лесной пирологии — поиск надежных диагностических признаков, позволяющих предвидеть образование того или иного типа горельника и, следовательно, своевременно провести соответствующие лесохозяйственные мероприятия. Исследования выполнены нами под руководством акад. И. С. Мелехова с применением методов, разработаемых на кафедре общего лесоводства и подсочки леса Московского лесотехнического института. Объекты изучения — пройденные пожарами насаждения сосны крымской южного макросклона Главной гряды Крымских гор.

Пробы площадью 0,1—1,5 га закладывали в чистых древостоях сосны крымской, имевших средний возраст от 35 до 250 лет, классы бонитета II—V, полноту до пожара 0,5—0,8 и пронзравставших в наиболее распространенных типах лесорастительных условий Крыма (сухая суборь, сухой и свежий сугрудок, сухой и свежий груд), спустя 6—8 лет после пожара в горельниках с частично или полностью жизнедеятельным древостоем (горельники подгрупп 3 «а», 3 «б», 3 «в») и непосредственно после огневого воздействия в полностью погибших при верховых и сильных низовых пожарах древостоях (горельники 2-й группы). По состоянию деревья подразделяли на погибшие в результате непосредственного или косвенного влияния пожара; травмированные огнем, но жизнеспособные; жизнеспособные без огневых травм и поврежденных вредителями и болезнями в послепожарный период. Высоту обгорания деревьев замеряли на наиболее

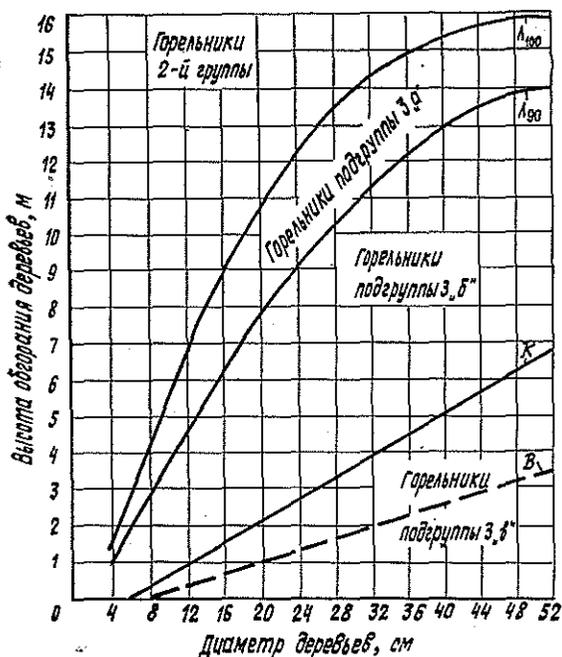
обгоревшей стороне ствола, диаметр — на высоте 1,3 м. На 158 пробных площадях оценено послепожарное состояние 17556 деревьев с высотой обгорания стволов от 0,1 до 22 м. Проводили также наблюдения во время пожаров и обследования горельников.

Установлено, что после низовых и верховых (вершинных, повальных) пожаров простыми и надежными диагностическими признаками послепожарного состояния насаждений сосны крымской являются два совместно используемых: высота обгорания деревьев и их диаметр. Это связано с тем, что высота обгорания деревьев характеризует силу огневого воздействия, а диаметр — огнестойкость деревьев. Согласно исследованиям И. С. Мелехова [1, 2], по высоте обгорания деревьев можно судить о высоте пламени, которая является наглядным показателем интенсивности пожара. При возрастании высоты обгорания деревьев увеличиваются опасность травмирования деревьев и размеры травм. При повышении диаметра стволов огнестойкость деревьев возрастает вследствие увеличения толщины теплозащитного коркового слоя, поднятия кроны и углубления корневой системы.

Корреляционные зависимости для древостоев сосны крымской

| Номер формулы | Уравнения регрессии | Ошибка уравнения, м | Показатели тесноты связи | Вероятность вывода о наличии связи |
|---------------|--|---------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1 | $K = 0,1522D - 0,90$ | $\pm 0,41$ | $r = 0,967$ | 0,999 |
| 2 | $B = 0,0773D - 0,60$ | $\pm 0,23$ | $r = 0,958$ | 0,999 |
| 3 | $L_{90} = 0,53D - 0,00453D^2 - 1,036$ | $\pm 0,62$ | $\eta = 0,992$ | 0,999 |
| 4 | $L_{100} = 0,912D - 0,01535D^2 + 0,0000865D^3 - 2,035$ | $\pm 0,92$ | $\eta = 0,985$ | 0,999 |

Обозначения: K — критическая высота обгорания деревьев при низовых пожарах, показывающая предельные значения, при которых вероятность гибели деревьев равна нулю, м; D — диаметр стволов на высоте груди, см; B — безопасная высота обгорания деревьев при низовых пожарах, м; L_{90} и L_{100} — высота обгорания деревьев при пожарах, при которой погибает соответственно 90 и 100 % деревьев.



Связь типов горельников по классификации И. С. Мелехова [2] с диаметром деревьев и высотой их обгорания при пожарах в насаждениях сосны крымской. Обозначения даны в таблице.

На основе обнаруженных корреляционных связей были составлены уравнения, при помощи которых можно довольно точно прогнозировать образование того или иного типа горельников (таблица). Тип горельников в насаждениях сосны крымской зависит от того, насколько высота обгорания деревьев при пожарах больше или меньше значений, определяемых по указанным в таблице уравнениям и зависящих от диаметра деревьев, что позволило отобразить эти зависимости графически (см. рисунок).

Если при низовых пожарах стволы деревьев обгорают на высоту меньше критических значений (формула № 1 в таблице; рисунок), то в насаждениях сосны крымской образуются горельники только подгруппы 3 «в» по классификации И. С. Мелехова [2], т. е. горельники с древостоями, полностью сохранившими жизнедеятельность; в таких горельниках послепожарного отпада деревьев не происходит, полнота и запас не снижаются, санитарные рубки в древостоях не требуются. Причем если высота обгорания стволов не превышает безопасных значений (формула № 2 таблицы; рисунок), в горельниках подгруппы 3 «в» товарная ценность древостоев не снижается, так как деревья огнем не травмируются. При высоте обгорания стволов сверх безопасных значений, но не более критических, у отдельных стволов из-за огневых травм ухудшается выход сортиментов. В результате пожаров, при которых высота обгорания деревьев больше критической, в насаждениях сосны крымской происходит послепожарный отпад деревьев, снижаются полнота, запас и товарная ценность древостоев, возникают очаги стволовых вредителей. Здесь необходимы санитарные рубки. По мере возрастания высоты обгорания деревьев или уменьшения их диаметра образуются горельники подгрупп 3 «б», 3 «а» и 2-й группы (см. рисунок).

Исследованиями И. С. Мелехова [2] установлено, что горельники с уничтоженным древостоем (1-й группы) образуются после повальных пожаров в хвойных молодняках и повторного действия повальных пожаров в горельниках 2-й группы. Горельники 1-й группы могут также образоваться после повальных повторных пожаров в горельниках подгрупп 3 «а» и 3 «б». Эти положения относятся и к насаждениям сосны крымской.

Классификация горельников И. С. Мелехова дает ключ для понимания послепожарных изменений лесного биогеоценоза и является методической основой, на которую должно опираться изучение послепожарных процессов в лесу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары. — Архангельск: Архобл-издат, 1947. — 58 с. [2]. Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес. — М.—Л.: Гослестехиздат, 1948. — 128 с.

Поступила 28 февраля 1983 г.

УДК 630*385.1

ДИНАМИКА ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД В ОСУШЕННЫХ ЛЕСАХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

А. С. ЧИНДЯЕВ

Уральский лесотехнический институт

Общие закономерности динамики почвенно-грунтовых вод в результате осушения общеизвестны [1, 2, 5, 6]. Это значительное понижение уровня почвенно-грунтовых вод (ПГВ) после осушения. Однако особенности этих изменений носят региональный характер. Работ по осушению лесов Урала в целях увеличения их производительности практически не было.

Работа выполнена на стационаре по осушению лесов, заложенном в Уральском учебно-опытном лесхозе Свердловской области в 1977 г. Осушению подвергнуты спелые еловые и сосновые древостои разнотравных и осоковых типов леса, произрастающих на низинном болоте с мощностью торфа 0,9—2,2 м (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика пробных площадей

| № пробной площади | Индекс типа леса | Состав древостоя | Класс возраста | Класс бонитета | Число стволов, шт./га | Мощность слоя торфа, м | Подстилающий грунт | Расстояние между каналами, м |
|-------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|
| 2 | Е ос. ртр. | 9Е1С, ед.Б | VII | Va | 2530 | 0,90 | Песок | 140 |
| 5 | С ос.сф. | 10С, ед.Б | IV | V | 2300 | 1,70 | » | 135 |
| 17 | Е вн. ос. | 4Е5Б1С | VI | V | 1000 | 1,10 | Глина | 130 |
| 8 | С вн. ос. | 5С3Е2Б | VI | V | 1226 | 2,20 | Песок | 150 |

Глубина осушительных каналов 0,8—1,2 м, ширина по дну 0,3—0,4 м, коэффициенты откосов 0,75—1,00, уклоны 0,003—0,0044. Расстояния между каналами от 110 до 150 м, мощность торфа по оси каналов 0,5—1,4 м, подстилающие породы — крупнозернистые пески с дресвой гранита или глины.

Пятилетние стационарные наблюдения показали, что в результате осушения уровни ПГВ значительно понизились (табл. 2). В условиях Среднего Урала в болотных древостоях вегетация обычно начинается в конце мая — начале июня и заканчивается в августе. В связи с этим наиболее важным периодом в жизни древостоя на осушенных площадях следует считать июнь — август.

Весной 1978 г. норма осушения в пределах 20—30 см была достигнута во второй декаде июня на всех пробных площадях. В июле в связи с выпадением 182 мм осадков уровни воды поднялись во всех рассматриваемых древостоях, но наиболее высоко (до 12—18 см) в смешанных елово-березовых древостоях (пробная площадь 17) при расстоянии между каналами 130 м, вызвав кратковременное подтопление корнеобитаемого горизонта.

В августе уровни ПГВ понизились до 64—73 см, несмотря на выпадение 100 мм осадков. В сентябре, в связи с окончанием вегетации и выпадением осадков, уровни воды на всех пробных площадях вновь поднялись и наиболее высоко (до 17—20 см) также в елово-березовых

Таблица 2

Декадные уровни почвенно-грунтовых вод в центре межканавных полос, см

| Год наблюдений | Расстояние между канавками, м | № пробной площади | Май | | | Июнь | | | Июль | | | Август | | | Сентябрь | | | Среднее | | | |
|----------------|-------------------------------|-------------------|-----|----|----|------|----|----|------|-----|-----|--------|-----|-----|----------|-----|-----|---------|---|---|---|
| | | | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 1 | | | 2 | | | | 3 | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 |
| 1978 | 140 | 2 | 36 | 40 | 33 | 31 | 49 | 73 | 26 | 28 | 45 | 62 | 70 | 73 | 55 | 55 | 54 | 48,7 | | | |
| | 135 | 5 | 22 | 25 | 21 | 23 | 33 | 57 | 21 | 29 | 32 | 37 | 41 | 42 | 32 | 33 | 33 | 32,1 | | | |
| | 130 | 17 | 12 | 17 | 14 | 23 | 23 | 49 | 12 | 18 | 25 | 30 | 36 | 32 | 27 | 20 | 17 | 23,1 | | | |
| 1979 | 150 | 8 | 33 | 30 | 24 | 25 | 41 | 69 | 24 | 38 | 44 | 48 | 58 | 64 | 51 | 53 | 51 | 43,5 | | | |
| | 140 | 2 | 17 | 29 | 19 | 35 | 60 | 59 | 57 | 70 | 72 | 92 | 90 | 80 | 83 | 83 | 79 | 61,5 | | | |
| | 135 | 5 | 12 | 19 | 18 | 30 | 42 | 51 | 53 | 45 | 61 | 68 | 68 | 52 | 54 | 60 | 58 | 46,1 | | | |
| 1980 | 130 | 17 | 10 | 19 | 11 | 37 | 32 | 40 | 50 | 34 | 50 | 55 | 55 | 57 | 43 | 40 | 42 | 38,3 | | | |
| | 150 | 8 | 7 | 16 | 8 | 23 | 49 | 58 | 59 | 58 | 62 | 87 | 90 | 89 | 90 | 88 | 72 | 57,1 | | | |
| | 140 | 2 | 18 | 29 | 21 | 49 | 53 | 72 | 80 | 25 | 49 | 62 | 85 | 80 | 28 | 58 | 55 | 50,9 | | | |
| 1981 | 135 | 5 | 17 | 25 | 20 | 28 | 29 | 43 | 54 | 22 | 32 | 39 | 59 | 55 | 24 | 38 | 35 | 34,7 | | | |
| | 130 | 17 | 15 | 17 | 20 | 26 | 28 | 42 | 60 | 26 | 31 | 37 | 60 | 53 | 46 | 32 | 37 | 35,3 | | | |
| | 150 | 8 | 13 | 18 | 22 | 36 | 39 | 65 | 74 | 22 | 38 | 53 | 79 | 79 | 64 | 53 | 51 | 47,1 | | | |
| 1982 | 140 | 2 | 23 | 29 | 27 | 38 | 53 | 64 | 76 | 96 | 100 | 100 | 105 | 115 | 115 | 118 | 118 | 78,4 | | | |
| | 135 | 5 | 22 | 23 | 25 | 28 | 38 | 44 | 55 | 110 | 112 | 112 | 113 | 115 | 117 | 118 | 120 | 76,8 | | | |
| | 130 | 17 | 21 | 23 | 25 | 29 | 29 | 32 | 53 | 61 | 73 | 110 | 85 | 95 | 107 | 105 | 107 | 63,7 | | | |
| 1982 | 150 | 8 | 15 | 19 | 18 | 31 | 42 | 53 | 69 | 88 | 112 | 125 | 125 | 127 | 127 | 127 | 127 | 80,3 | | | |
| | 140 | 2 | 12 | 47 | 58 | 42 | 65 | 75 | 90 | 97 | 99 | 108 | 107 | 107 | 110 | 58 | 74 | 76,6 | | | |
| | 135 | 5 | 18 | 34 | 40 | 33 | 45 | 48 | 70 | 97 | 110 | 96 | 100 | 105 | 107 | 32 | 51 | 65,8 | | | |
| 1982 | 130 | 17 | 21 | 7 | 28 | 25 | 38 | 41 | 64 | 70 | 81 | 73 | 77 | 81 | 88 | 64 | 30 | 52,4 | | | |
| | 150 | 8 | 13 | 34 | 44 | 36 | 53 | 69 | 79 | 109 | 121 | 112 | 117 | 123 | 125 | 40 | 67 | 59,4 | | | |

Декадное и месячное количество осадков

| Год на- блю- де- ний | Май | | | | Июнь | | | | Июль | |
|----------------------------------|-----|----|----|------------|------|----|----|------------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | Ито- го | 1 | 2 | 3 | Ито- го | 1 | 2 |
| 1978 | 17 | 4 | 29 | 50 | 29 | 9 | 39 | 77 | 59 | 107 |
| 1979 | 0 | 4 | 40 | 44 | 4 | 14 | 31 | 49 | 17 | 23 |
| 1980 | 11 | 17 | 30 | 58 | 8 | 17 | 4 | 29 | 84 | 45 |
| 1981 | 25 | 22 | 2 | 49 | 16 | 25 | 15 | 56 | 65 | 0 |
| 1982 | 0 | 19 | 26 | 45 | 115 | 20 | 53 | 188 | 0 | 2 |
| Нор- ма | 13 | 16 | 19 | 48 | 20 | 22 | 22 | 64 | 24 | 27 |

древостоях. В течение вегетации 1978 г. наиболее глубоко уровни ПГВ располагались в еловых с сосной древостоях (пробная площадь 2) при межканавном расстоянии 140 м. Средний вегетационный уровень почвенно-грунтовых вод, кроме смешанных сосновых древостоев (пробная площадь 8) при расстоянии между каналами 150 м, соответствовал норме осушения. Такова вегетационная динамика уровней ПГВ в дождливый 1978 г., когда за вегетационный период выпало 476 мм осадков, в 1,5 раза выше средней многолетней нормы (табл. 3).

В 1979 г., который по сумме летних осадков соответствовал средним многолетним данным, особенности динамики ПГВ в рассматриваемых древостоях остались такими же, как и в 1978 г.

Однако уровни ПГВ в этом году располагались глубже и в течение всего вегетационного периода не превышали нормы осушения.

Весьма интересны для анализа были 1980 и 1981 гг. При равном вегетационном количестве осадков (393 и 395 мм) они выпадали крайне неравномерно. По сумме осадков эти два лета следует характеризовать как достаточно дождливые. Динамика уровней ПГВ в 1980 г. была аналогичной предшествующему году, только средние вегетационные уровни ПГВ располагались несколько выше. Выпадение осадков вызвало подъем воды во всех рассматриваемых древостоях во 2-й декаде июля до 22—26 см, т. е. наблюдалось кратковременное подтопление корнеобитаемого горизонта почвы.

Уровни ПГВ в дождливом 1981 г., начиная с мая, постепенно снижались и в сентябре достигли отметок 105—127 см. Это самое глубокое понижение уровня за весь период наблюдений. Оно было обусловлено крайне неравномерным выпадением осадков, сбросом воды по каналам (они отключились в сентябре), высокой транспирацией и физическим испарением. Этому способствовало и очень жаркое лето.

Крайне редким для условий Урала был вегетационный период 1982 г. Он характеризовался жарким летом, очень большим количеством осадков (621 мм) и чрезвычайно неравномерным их выпадением: от отсутствия в отдельные декады до 3—7-кратного превышения нормы в некоторые месяцы. И все же сезон 1982 г. следует характеризовать как засушливый. Уровни ПГВ в течение вегетационного периода располагались глубоко и в конце июля уже достигали отметок 81—120 см. Уровни на неосушенных болотах опустились до 25—35 см, что в 2—3 раза ниже многолетних показателей [4].

Таким образом, и в условиях Урала уровни ПГВ зависят от расстояния между каналами, продуктивности древостоев, количества вы-

Таблица 3

по Уральскому учебно-опытному лесхозу, мм

| 3 | Ито- го | Август | | | | Сентябрь | | | | Все- го |
|----|------------|--------|----|----|------------|----------|-----|----|------------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | Ито- го | 1 | 2 | 3 | Ито- го | |
| 16 | 182 | 21 | 39 | 40 | 100 | 29 | 19 | 19 | 67 | 476 |
| 40 | 85 | 20 | 26 | 20 | 66 | 14 | 20 | 24 | 58 | 302 |
| 29 | 158 | 11 | 19 | 35 | 65 | 53 | 0 | 30 | 83 | 393 |
| 26 | 91 | 32 | 16 | 0 | 48 | 17 | 38 | 96 | 151 | 395 |
| 91 | 93 | 13 | 59 | 15 | 87 | 33 | 175 | 0 | 208 | 621 |
| 26 | 77 | 24 | 23 | 20 | 67 | 16 | 15 | 14 | 46 | 302 |

падающих осадков. Успех же осушения во многом зависит от правильно выбранного расстояния между каналами, обеспечивающего необходимую среднюю вегетационную глубину грунтовых вод. Она является наиболее надежным показателем степени осушения и вследствие экологической недостаточности, как указывают исследователи [2], должна сопровождаться указанием пределов колебаний уровня ПГВ в течение сезона. Точно так же, вероятно, и суммарное количество осадков в сезоне должно сопровождаться указанием равномерности их выпадения в сравнении с многолетней суммой.

Весьма важно обосновать оптимальные расстояния между осушителями. Однако для условий Урала они практически не разработаны. «Технические указания по осушению лесных площадей» [7] содержат рекомендации по межканальным расстояниям для Урала, но они получены расчетным путем и нуждаются в уточнении. Из практических работ для Урала имеется только одна [3], в которой автор рекомендует расстояния между осушителями для сосновых древостоев.

Для рассмотренных нами типов болот и древостоев в ТУ определенные расстояния между каналами 230—250 м. Н. А. Дружинин для аналогичных сосняков на переходных болотах рекомендует расстояние 180—200 м, а на низинных — 280—300 м. По нашим данным, для условий Урала в средний по осадкам год на низинных и переходных болотах расстояние между каналами можно рекомендовать в сосновых древостоях 150—160 м, в еловых — 160—180 м. Для окончательного решения вопроса необходимы дальнейшие работы, более длительные по времени, более широкие по набору типов условий местопроизрастания, различные по параметрам осушительной сети.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вомперский С. Э. Биологические основы эффективности лесоосушения. — М.: Наука, 1968. — 210 с. [2]. Вомперский С. Э., Сабо Е. Д., Формин А. С. Лесоосушительные мелиорации. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 294 с. [3]. Дружинин Н. А. Нормы осушения и параметры осушительной сети для сосновых древостоев Среднего Урала. — В кн.: Перспективы развития осушительной мелиорации в Западной Сибири. Тюмень, 1980, с. 28—30. [4]. Дружинин Н. А. Водный режим и производительность сосняков на торфяных почвах Среднего Урала. — В кн.: Гидролесомелиорация и рациональное природопользование. Л.: ЛенНИИЛХ, 1982, с. 68—70. [5]. Смоляк Л. П. Болотные леса и их мелиорация. — Минск: Наука и техника, 1969. — 210 с. [6]. Смоляк Л. П., Реуцкий В. Г. Эколого-физиологические основы мелиорации лесных земель. — Минск: Наука и техника, 1971. — 158 с. [7]. Технические указания по осушению лесных площадей. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. — 216 с.

Поступила 8 июля 1983 г.

УДК [630*266 + 626.8](571.1)

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ ЭРОДИРОВАННЫХ СКЛОНОВ

В. М. ИВОНИН

Западносибирский филиал ВНИАЛМИ

Идею усиления водорегулирующей способности лесных полос при помощи простейших гидротехнических сооружений (валов, валов-каналов и пр.) выдвинули и обосновали Г. Н. Высоцкий [1], А. С. Козменко [3], Г. П. Сурмач [6] и др.

Сочетание насаждений и сооружений приводит к созданию качественно новых инженерно-биологических объектов, система которых должна оказывать непрерывное мелиоративное влияние на всю площадь водосбора, на длительное время предупреждать усиленные эрозионные процессы, создавать благоприятные условия для произрастания сельскохозяйственных культур и рационального использования склоновых земель, а также обеспечивать охрану природы аграрных ландшафтов (табл. 1).

Таблица 1

Целевые задачи инженерно-биологических систем водосборов

| Целевая задача | Решение | Обеспечение решения |
|---|--|---|
| Регулирование стока и борьба с эрозией | Разделение склонов на относительно изолированные участки с допустимыми на них почвенными потерями | Создание системы лесных полос, усиленных гидротехническими сооружениями |
| Создание благоприятных условий для произрастания сельскохозяйственных культур | Образование и регуляция сплошной зоны мелиоративной обстановки на изолированных участках склонов | Применение специальных приемов (технологий) агротехники возделывания сельскохозяйственных культур |
| Рациональное использование земель | Вовлечение в хозяйственное пользование крутых и эродированных склонов, «неудобных» земель | Инженерная подготовка склонов под сельскохозяйственные угодья; облесение пустующих площадей |
| Охрана природы | Предупреждение занесения, загрязнения и ефтрофикации водных источников, заноса пойм. Содействие расселению диких животных и птиц | Создание систем лесных полос и опорных насаждений |

Для достижения поставленных целей противоэрозионная инженерно-биологическая система (ПИБС) должна состоять из следующих элементов: различных видов защитных лесных насаждений, противоэрозионных гидротехнических сооружений, специальных приемов агротехники (технологии) возделывания сельскохозяйственных культур.

Защитные насаждения включают как водорегулирующие и прибалочные лесные полосы, расположенные на основной площади сельскохозяйственного производства водосбора, так и опорные насаждения в нижних звеньях гидрографической сети.

Создание опорных насаждений диктуется необходимостью: придания стабильности ПИБС; мелиорации земель гидрографического фонда; регулирования местного стока и борьбы с эрозионно-склоновыми процессами; предупреждения заиления и эвтрофикации водных источников, заноса пойменных угодий и др.

Следовательно, лесные насаждения несут многофункциональную нагрузку и обладают регулярностью (длительностью действия). Противоэрозионные гидротехнические сооружения также характерны регулярностью. Кроме этого, они обладают высокой водорегулирующей способностью. Поэтому насаждения и сооружения являются основными элементами ПИБС.

Противоэрозионные агротехнические приемы или почвозащитные технологии возделывания сельскохозяйственных культур служат резервными элементами ПИБС, так как требуют ежегодного возобновления и зависят как от объективных (погодные условия), так и субъективных (профессиональная подготовка, добросовестность исполнителей и др.) причин.

Важнейшее значение резервных элементов заключается в создании целостности ПИБС в первые годы эксплуатации и поддержании ее в дальнейшем. Кроме этого, резервные элементы позволяют постоянно совершенствовать системы по мере накопления знаний.

Следовательно, защитные лесные насаждения и противоэрозионные гидротехнические сооружения содержат основу устойчивости и стабильности, а специальные приемы агротехники — эволюционного развития ПИБС.

Однако такое развитие происходит и при возрастных изменениях параметров лесных полос или их регуляции рубками ухода, что подчеркивает ведущее значение лесных насаждений, одновременно контролирующей стабильность и эволюцию ПИБС.

Главенствующая роль защитных лесных насаждений среди других элементов составляет первое условие успешного функционирования ПИБС. Однако, несмотря на это, защитные лесные насаждения и их системы не могут решить всех поставленных задач (табл. 1). Тем более это относится к системам чисто инженерным или системам обработки почвы, что позволяет сформулировать второе условие успешного функционирования ПИБС — незаменимость ее основных и резервных элементов.

В своих пределах ПИБС должна оказывать непрерывное мелиоративное влияние. Уровень этого влияния на разных позициях водосбора определяется интенсивностью разрушительных явлений и хозяйственной деятельностью. Максимум разрушений (эрозионных, склоновых и русловых) и минимум сельскохозяйственной деятельности приходится на нижние звенья гидрографической сети. Обратная картина наблюдается на приводораздельных пологих склонах.

Поэтому в оврагах, балках и речных долинах склоны максимально облесяют. По мере продвижения к водоразделу для сельскохозяйственного производства отводятся все возрастающие площади, что достигается увеличением расстояний между водорегулирующими лесными полосами, усиленными гидросооружениями. При этом возрастает роль резервных элементов систем, призванных поддерживать целостность мелиоративной обстановки.

При продвижении от водораздела вниз по склону следует ожидать одновременное снижение уровня мелиоративной обстановки, создаваемой агротехническими приемами, и его возрастание от защитных лесных насаждений. При этом совместная мелиоративная обстановка, спо-

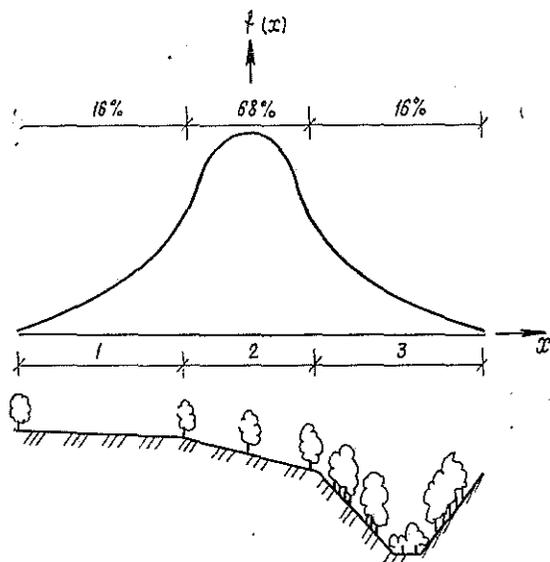


Рис. 1. Распределение мелиоративного потенциала ПИБС при совместном влиянии агротехнических приемов и лесных насаждений.

1 — приводораздельные; 2 — присетевые; 3 — гидрографические участки водосбора.

собствующая оптимальному соотношению продуктивности и устойчивости агроландшафтов, будет вначале улучшаться до определенного максимума, а затем ухудшаться до известного минимума (рис. 1).

Изменчивость совместной мелиоративной обстановки на склонах с ПИБС можно описать распределением Гаусса. Поле этой обстановки характеризуется средним уровнем (\bar{x}). В любой точке поля отклонение мелиоративной обстановки от среднего уровня оценим средней квадратичной ошибкой (σ). С помощью этой ошибки выделим на склоне одну зону общей (совместной) и две зоны частной мелиоративной обстановки, одна из которых создается под преимущественным влиянием почвозащитной агротехники (приводораздельные участки склонов), другая — защитных лесных насаждений (склоны балок, берега рек). Зона совместной мелиоративной обстановки охватывает около 68 % мелиоративного потенциала системы, выражаясь как $y = \bar{x} \pm \sigma$. На долю каждой из двух частных зон приходится по 16 %. Этот вывод с неожиданной стороны подтверждает учение А. С. Козменко [4] о фондах — приводораздельном, присетевом и гидрографическом.

Наличие этих зон (в связи с избирательностью эффективности составляющих элементов ПИБС) не нарушает целостности систем, так как постепенное снижение нагрузок на одни элементы происходит одновременно с их возрастанием на другие. Такая взаимосвязь составляющих элементов образует механизм саморегуляции ПИБС, который лишь корректируется рубками ухода в насаждениях и ремонтом гидросооружений.

Саморегуляция систем обеспечивается и тем, что лесные насаждения усиливают водорегулирующее действие специальных агротехнических приемов и гидротехнических сооружений; гидросооружения повышают водопоглощающую способность почв лесных насаждений и улучшают условия роста и развития деревьев и кустарников; приемы агротехники на полях усиливают мелиоративную роль лесных полос и предупреждают быстрое заиливание резервных гидросооружений.

Все это определяет третье условие успешного функционирования ПИБС — взаимосвязь основных и резервных элементов. Такая взаимосвязь служит интересам сохранения целостности систем, которая обеспечивается возникновением пространственных абиотических связей, ведущими из которых являются: а) безопасный режим поверхностного стока; б) стационарный режим функционирования системы.

Связь посредством поверхностного стока имеет одностороннее направление — вниз по склону. Исследуя возможные варианты взаимодействия лесных полос и местного стока (рис. 2), мы выделили следующие основные типы водорегулирующих и прибалочных лесных полос (табл. 2).

Транзитные лесные полосы, размещенные с учетом рельефа, оказывают определенное влияние на формирование и прохождение поверхностного стока на пологих склонах.

На пологих склонах с ложбинами транзитные лесные полосы локально усиливают гидротехническими сооружениями, и насаждения относят к комбинированному типу. К этому же типу принадлежат и насаждения на сложных склонах или склонах с нарушенными почвами (засыпанные овраги и др.), где есть необходимость в пределах одной лесной полосы предусматривать транзитные, водозадерживающие или водонаправляющие участки.

Основными насаждениями ПИБС являются лесные полосы водозадерживающего или водонаправляющего типа, совмещенные с гидротехническими сооружениями. В первом случае трасса полосы соответствует

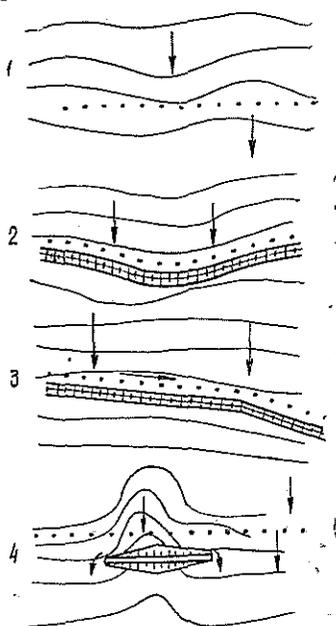


Рис. 2. Типы лесных полос ПИБС.

1 — транзитный; 2 — водозадерживающий; 3 — водонаправляющий; 4 — комбинированный.

Таблица 2

Типы лесных полос ПИБС

| Тип | Целесообразное местоположение | Характерная особенность |
|-------------------|--|--|
| Транзитный | Спокойные склоны крутизной $< 1,5^\circ$ | Отсутствие гидротехнических сооружений |
| Водозадерживающий | Склоны крутизной $> 1,5^\circ$ в сухостойной и степной зонах | Размещение водозадерживающего сооружения (понижной опушке (междурядью) лесополосы) |
| Водонаправляющий | Склоны крутизной $> 1,5^\circ$ в лесостепной зоне | Размещение водонаправляющего сооружения (понижной опушке (междурядью) лесополосы) |
| Комбинированный | Сложные склоны или склоны с нарушенными почвами | Наличие различных гидротехнических сооружений на отдельных участках лесополосы |

горизонталь местности, и поступающий сверху сток образует прудки перед сооружением под лесным пологом; во втором, когда трасса режет горизонталь, излишки стока транспортируются вдоль сооружения под лесным пологом.

В обоих случаях при расчетных межполосных расстояниях сток вероятностью превышения 10...20 % регулируется лесными полосами шириной 9...12 м, усиленными земляными валами с рабочей высотой: на склонах крутизной $\leq 3^\circ$ — 0,3...0,5 м; на склонах $> 3^\circ$ — 0,5...0,8 м.

Пока насаждения не достигнут определенной высоты, зоны их мелиоративного влияния на межполосных полях носят прерывистый характер, и ПИБС находится в режиме неустановившегося функционирования. С момента, когда мелиоративное влияние соседних по склону лесных полос распространится на межполосные полевые участки, система, получая дополнительную связь, вступает в режим стационарного функционирования.

Однако эта связь динамична даже при стационарном режиме системы, что вызвано широким диапазоном колебаний дальности мелиоративного влияния лесных полос в зависимости от крутизны склонов и изменчивости углов ветровой нагрузки (угол между перпендикуляром к трассе лесной полосы и направлением вредоносного ветра).

Поэтому стационарное функционирование ПИБС может временно нарушаться при определенных гидрометеорологических условиях конкретного года. В этом случае целостность системы поддерживается резервными элементами — специальными приемами агротехники.

Математическая модель пространственного строения ПИБС представлена следующими уравнениями:

$$L_{\text{лп}}^{\text{брс}} = \frac{V_{\text{нз}}^2 K_{\text{лп}}}{m^2 C \sigma x K_{\text{фпс}}} ; \quad (1)$$

$$L_{\text{лп}}^{\text{срф}} = M_{\text{д}} \frac{\cos \alpha a H}{1 + ai} ; \quad (2)$$

$$i_{\text{т}} = \frac{V_{\text{нл}}^2}{0,5 h_{\text{р}} C_1^2} , \quad (3)$$

- где $L_{\text{лп}}^{\text{брс}}$ — расстояния между лесными полосами на склоне из условия безопасного режима стока, м;
- $L_{\text{лп}}^{\text{срф}}$ — расстояния между лесными полосами на склоне из условия стационарного режима функционирования системы, м;
- $V_{\text{нз}}$ — неразрывающая скорость течения воды для зяби, м/с;
- $K_{\text{лп}}$ — коэффициент мелиоративного влияния лесных полос;
- m — коэффициент изборозденности склона ложбинами;
- C — коэффициент, зависящий от уклона и шероховатости;
- σ — коэффициент стока;
- x — интенсивность осадков (снеготаяния), м/с;
- $K_{\text{фпс}}$ — коэффициент формы профиля склона;
- $M_{\text{д}}$ — коэффициент, учитывающий двухстороннее мелиоративное влияние лесных полос на склонах;
- α — угол ветровой нагрузки, град;
- a — коэффициент ветроломного воздействия лесной полосы на склоне;
- H — высота лесной полосы, м;
- i — уклон склона;

- i_t — уклон трассы водонаправляющей лесной полосы;
 $V_{нл}$ — неразмывающая скорость течения воды для почв лесополосы, м/с;
 h_p — рабочая высота земляного вала, расположенного по нижней опушке лесной полосы, м;
 C_1 — коэффициент Шези для потоков, формирующихся под лесным пологом.

Зависимости (1) и (2) составлены на основании данных экспериментов [2] с учетом разработок А. Н. Костякова [5] и А. С. Козменко [4].

Анализ уравнений (1) и (2) показал, что расстояния между лесными полосами, определенные из условий безопасного режима стока и стационарного режима функционирования ПИБС, практически совпадают.

Значит, обеспечение агролесомелиоративными методами устойчивости аграрных ландшафтов влечет за собой их повышенную продуктивность.

Данные экспериментальных исследований, подтверждающие приведенные теоретические положения, опубликованы ранее [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Высоцкий Г. Н. Водоразделы и увлажнение степей. — М.: ВАСХНИЛ, 1937. — 20 с. [2]. Ивонин В. М. Агролесомелиорация разрушенных оврагами склонов. — М.: Колос, 1933. — 174 с. [3]. Козменко А. С. Борьба с эрозией почв. — М.—Л.: ВАСХНИЛ, 1937. — 96 с. (Тр. ВНИИЛМИ, вып. 9). [4]. Козменко А. С. Основы противоэрозионной мелиорации. — М.: Сельхозгиз, 1954. — 423 с. [5]. Костяков А. Н. Основы мелиораций. — 6-е изд. — М.: Госсельхозиздат, 1960. — 617 с. [6]. Сурмач Г. П. Водорегулирующая и противоэрозионная роль насаждений. — М.: Лесн. пром-сть, 1971. — 112 с.

Поступила 9 августа 1983 г.

УДК 631.31

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТРАКТОРОВ ПРИ РАБОТЕ В СОСТАВЕ КОМПЛЕКСНЫХ АГРЕГАТОВ

Ю. И. СТАХЕЕВ, В. И. ЯРКОВ

Архангельский лесотехнический институт
 Архангельский институт леса и лесохимии

В лесном хозяйстве накоплен значительный опыт лесокультурного производства с использованием гусеничных лесохозяйственных тракторов, установлено их функциональное назначение, а также необходимое рабочее оборудование.

Подготовку почвы под посадку и посев, прокладку противопожарных минерализованных полос и другие работы производят, как правило, орудиями задней навески. Такие работы, как сплошная и полосная расчистка вырубков от пней, валежника, порубочных остатков и крупных камней требуют применения фронтальной навесной системы. Очевидно, что отсутствие такой навески, обеспечивающей агрегатирование лесокультурных машин и орудий с трактором, снижает эффективность его использования и качество работ. Многие работы проводятся со слишком большими затратами механической энергии из-за несоответствия тяговых сопротивлений тяговым возможностям тракторов [1, 4, 5].

Оборудование трактора гидроуправляемой фронтальной навесной системой [3] и разработка соответствующих орудий [2], помимо расширения сферы применения трактора, создает возможность правильного его агрегатирования за счет одновременного навешивания машин и орудий различного технологического назначения на фронтальную и заднюю навесные системы [6].

Оснащение тракторов Онежского тракторного завода новыми фронтальными и задним навесными устройствами вызывает необходимость исследований агрегата нового состава с учетом условий работы. В статье рассматривается энергетическая характеристика комплексного агрегата, состоящего из лесохозяйственного трактора с навеской двух орудий на фронтальное и заднее подъемно-навесное устройство.

Основные составляющие нагрузки на двигатель трактора при работе комплексного агрегата — силы сопротивления движению навешенных машин и орудий и сила сопротивления движению трактора. Характер изменения этих сил зависит от следующих факторов: типа рабочих органов машин или орудий и технологического режима их работы; физико-механического состояния обрабатываемой среды и дорожных условий движения трактора.

При энергетической оценке агрегата важно учитывать изменения нагрузки, вызывающие изменения скоростного режима работы двигателя. При работе лесных тракторных агрегатов на базе тракторов ЛХТ-55 (ТДТ-55) и ТТ-4 в различных условиях вырубок при производстве различных работ длительность увеличения нагрузки с энергоемкостью, вызывающей существенные изменения скоростного режима работы двигателя, составляет $\tau \geq 1$ с. Поскольку жесткость трансмиссии трактора значительно выше жесткости обрабатываемой среды, вызывающей изменения нагрузки (пни, корни, камни и т. п.), переходные процессы в трансмиссии не будут оказывать влияния на формирование нагрузки на коленчатом валу двигателя [1, 5].

Уравнение движения агрегата для оценки его внешней динамики может быть записано в следующем виде:

$$M_e \omega dt \pm d \left(\frac{mv^2}{2} + \frac{I_j \omega^2}{2} \right) = (M_{з.м} + M_{п.м} + M_c) \omega dt, \quad (1)$$

где M_e — крутящий момент на коленчатом валу двигателя;

v — поступательная скорость агрегата;

ω — угловая скорость коленчатого вала двигателя;

t — время, в течение которого совершается элементарная работа;

m — масса агрегата;

I_j — момент инерции вращающихся частей трактора, приведенных к коленчатому валу двигателя;

$M_{з.м}$ — момент силы сопротивления движению орудия задней навески, приведенный к коленчатому валу двигателя;

$M_{п.м}$ — момент силы сопротивления движению орудия фронтальной навески, приведенный к коленчатому валу двигателя;

M_c — момент силы сопротивления самопередвижению трактора, приведенный к коленчатому валу двигателя.

В приведенном уравнении моменты сил сопротивления $M_{з.м}$, $M_{п.м}$ и M_c могут быть выражены через соответствующие силы сопротивления. Постоянная составляющая суммарного момента $M_{с.сп}$ определяет уровень загрузки двигателя, который характеризуется коэффициентом загрузки двигателя:

$$K_3 = \frac{M_{с.ср}}{M_{ер}}, \quad (2)$$

где $M_{с.ср}$ — момент сопротивления средний длительно действующий;
 $M_{ер}$ — крутящий момент двигателя при номинальной мощности.

Для оценки переменной составляющей момента сопротивления (сил сопротивления) используют коэффициенты динамичности $K_{д.макс}$:

$$K_{д.макс} = \frac{M_{с.макс}}{M_{с.ср}}, \quad (3)$$

где $M_{с.макс}$ — максимальное значение временно возросшего момента сопротивления.

Длительность воздействия временно возросшего момента сопротивления τ выражается в секундах.

Анализ показал, что переходные процессы двигателя при различной амплитуде временной характеристики увеличения нагрузок могут рассматриваться как прямоугольные импульсы, имеющие постоянную амплитуду, которая может быть выражена средним значением коэффициента динамичности $K_{д.ср.макс}$:

$$K_{д.ср.макс} = \frac{M_{с.ср.макс}}{M_{с.ср}}, \quad (4)$$

где $M_{с.ср.макс}$ — среднее значение момента сопротивления на участке увеличения нагрузки.

Показатели $K_{д.ср.макс}$ и τ определяют энергоемкость приращения нагрузки, а следовательно, и допустимые значения коэффициента загрузки двигателя K_3 при работе агрегата в определенных условиях:

$$K_{3.опт} = 1 - (K_{д.ср.макс} - K_{ср}), \quad (5)$$

где $K_{д.ср.макс}$ — наиболее характерное максимальное значение при определенной длительности;

$K_{ср}$ — динамическая реакция двигателя (агрегата) при той же длительности (среднее значение).

Динамическую реакцию агрегата $K_{ср}$ находят по формуле

$$K_{ср} = K'_T + I_2 \frac{\Delta\omega_{опт}}{\tau M_{ер}}$$

или

$$K_{ср} = K'_T + \Delta K, \quad (6)$$

где K'_T — текущее значение коэффициента приспособляемости двигателя, равно $K_T : \tau$, в котором K_T — коэффициент приспособляемости;

I_2 — момент инерции вращающихся и поступательных масс агрегата, приведенный к коленчатому валу двигателя;

$\omega_{опт}$ — оптимальное снижение угловой скорости коленчатого вала, равно $\omega_e - \omega_M$, в котором ω_e — угловая скорость вала при максимальной мощности; ω_M — угловая скорость вала при максимальном моменте;

ΔK — относительный прирост крутящего момента за счет сил инерции при снижении угловой скорости вала.

Снижение угловой скорости с ω_e до ω_M принимается линейным, причем существенный прирост момента за счет сил инерции возможен при $\tau \leq 3-4$ с, а при $\tau \geq 6$ с он становится незначительным. Линейное снижение угловой скорости с ω_e до ω_M предполагает равномерную

отдачу аккумулированной энергии по времени действия прямоугольного импульса нагрузки, энергоемкость которого равна работоспособности сил инерции. Амплитуда такого импульса может характеризовать среднее значение динамической реакции агрегата $K_{ср}$ [5].

В табл. 1 приведены значения $K_{ср}$ при определенных длительностях τ для трактора ЛХТ-55.

Таблица 1

| Длительность на- грузки τ , с | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Динамическая ре- акция $K_{ср}$ | 2,27 | 1,71 | 1,53 | 1,43 | 1,36 | 1,31 | 1,28 | 1,25 | 1,23 | 1,22 | 1,20 | 1,19 |

Известно, что значения коэффициента загрузки двигателя при работе трелевочных тракторов ТДТ-55, ТТ-4 и их лесохозяйственных модификаций весьма стабильны [1, 5, 6].

При работе в лесных условиях $K_{з.опт}$ составляет: на первой передаче — 0,6—0,7; на второй — 0,7—0,8. Эта стабильность $K_{з.опт}$ объясняется динамическими свойствами агрегата и постоянством динамики условий при разных постоянных составляющих сил сопротивления. Одним из путей повышения эффективности применения трактора на лесохозяйственных работах может быть одновременное выполнение двух и более видов работ орудиями фронтальной и задней навески.

Изменение сопротивлений движению орудий, трактора и агрегата в целом — случайные функции времени, и для их исследования необходимо применять статистический метод.

При испытании различных лесохозяйственных агрегатов на базе тракторов ЛХТ-55 в условиях вырубок Архангельской области регистрировали параметры, установленные в соответствии с уравнением движения агрегата (1). Для анализа переменной составляющей момента сопротивления движению агрегата на осциллограмме были выделены участки с увеличенными значениями M_c относительно его среднего значения $M_{с.ср}$. Эти участки характеризуются $K_{д.макс}$, $K_{д.ср.макс}$, τ и коэффициентом загрузки двигателя на участке $K_{з.уч}$.

При работе трактора ЛХТ-55 с плугом ПКЛ-70 на второй передаче коэффициент загрузки двигателя $K_з$ составил 0,79, а скорость v — 0,77 м/с. Максимальные значения коэффициента динамичности равны 1,6—2,4, наиболее характерные — 1,6—1,85. Значения коэффициента динамичности $K_{д.ср.макс}$ лежат в пределах 1,04—2,04, а $\tau = 0,5$ —5 с. Длина качественно проложенных борозд составила 40,7 % от их общей длины.

Динамическая характеристика агрегата может быть получена из значений $K_{д.ср.макс}$ и τ .

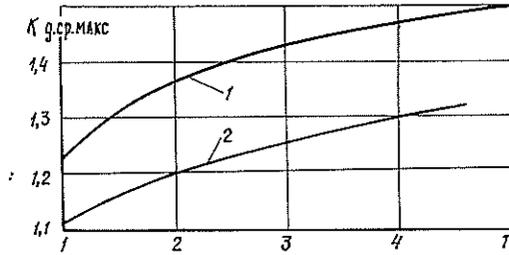
Решение уравнения $K_{д.ср.макс} = f(\tau)$ выполнено на ЭВМ «Найри-К» по специально разработанной программе. Это уравнение имеет вид

$$K_{д.ср.макс} = 1,594 - \frac{0,541}{\tau} + \frac{0,183}{\tau^2}. \quad (7)$$

Из графика зависимости (кривая 1 на рисунке) видно, что при $\tau = 1,0$ —4,0 с вероятные значения $K_{д.ср.макс}$ изменяются от 1,23 до 1,47. При $\tau = 4$ —5 с они практически остаются постоянными и начинают отражать динамическую реакцию двигателя.

Зависимость $K_{д.ср.макс} = f(\tau)$.

1 — для агрегата с плугом ПКЛ-70; 2 — для комплексного агрегата с плугом ПКЛ-70 и толкателем ТК-1,2.



Оптимальная нагрузка двигателя по выражению (5) составит 0,78 ($K_{д.ср.макс}$ и $K_{ср}$ взяты при $\tau = 4$ с).

Кривая 2 характеризует работу в тех же условиях комплексного агрегата с эшелонированной навеской клина ТК-1,2 и плуга ПКЛ-70. Качественная длина борозд составила 73,5 % от их общей длины.

Сравнение приведенных на рисунке кривых показывает, что динамика условий работы комплексного агрегата ниже, чем пахотного. Это обуславливает возможность работы трактора со значительно большим K_3 (табл. 2) и оправдывает целесообразность создания и использования агрегатов при лесовосстановительных работах на вырубках.

Таблица 2

| Параметры | Состав агрегата | |
|--|-----------------|------------------------|
| | ЛХТ-55 с ПКЛ-70 | ЛХТ-55 с ПКЛ-70 и ТК-1 |
| Мощность двигателя, кВт | 31,8 | 31,3 |
| Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹ | 1339 | 1380 |
| Момент сопротивления, Н·м | 231 | 222 |
| Касательная сила тяги, Н | 38 200 | 36 300 |
| Сопротивление орудий, Н | 18 900 | — |
| $K_{д.макс}$ | 1,6—2,4 | 1,4—2,0 |
| $K_{д.ср.макс}$ (вероятное) | 1,38—1,49 | 1,32—1,4 |
| τ при $K_{д.ср.макс}$ | 4—5 | 3—4,5 |
| $K_3 = \frac{M_{с.ср}}{M_{ер}}$ | 0,79 | 0,76 |
| $K_{3.опт}$ | 0,73 | 0,83 |
| v м/с | 0,78 | 0,81 |

Приведенные в табл. 2 показатели комплексной характеристики получены при испытаниях двух рассматриваемых агрегатов в одинаковых условиях при работе на нераскорчеванной вырубке из-под ельника-черничника свежего. Практически одинаковые значения постоянных составляющих сопротивления движению агрегатов, очевидно, можно объяснить тем, что при расчистке полосы клином улучшились условия движения трактора и, помимо уменьшения силы на его самопередвижение, уменьшилась сила сопротивления движению плуга из-за стабилизации его хода в вертикальной плоскости.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Анисимов Г. М. Условия эксплуатации и нагруженность трансмиссии трелевочного трактора. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 166 с. [2]. А. с. № 814290 (СССР). Почвообрабатывающее орудие/ В. И. Ярков. — Опубл. в Б. И., 1981, № 11. [3]. А. с. № 857363 (СССР). Навесное рабочее оборудование для обработки грунтовой поверхности/ В. А. Поликарпов, В. А. Смирнов, В. И. Ярков. — Опубл. в Б. И., 1981, № 31. [4]. Стахеев Ю. И. Исследование работы гусеничных лесохозяйственных тракторов. — Лесн. хоз-во, 1976, № 1, с. 76—79. [5]. Стахеев Ю. И. Энергетические качества лесохозяйственных тракторов. — Тракторы и сельхозмашины, 1973, № 9, с. 10—13. [6]. Ярков В. И. Исследование возможностей совмещения операций при лесовосстановлении. — В кн.: Исследования и обоснование параметров новых лесохозяйственных машин. М., 1976, с. 245—248. (Сб. науч. тр. ВНИИЛМ).

Поступила 30 сентября 1982 г.

УДК (630*15+630*18) : 625.7/8

ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ НА ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В. К. КУРЬЯНОВ, А. Д. ЛОЗОВОЙ, М. С. СУХОРОСЛОВ

Воронежский лесотехнический институт

Для анализа воздействия автомобильного транспорта на природу нами рассмотрены два участка магистралей союзного значения Воронеж — Москва и Ростов — Москва в пределах территории Учебно-опытного лесхоза ВЛТИ (рис. 1, 2).

Анализ движения на указанных участках дороги показал, что более 75 % транспортной работы составляют транзитные, а также закан-

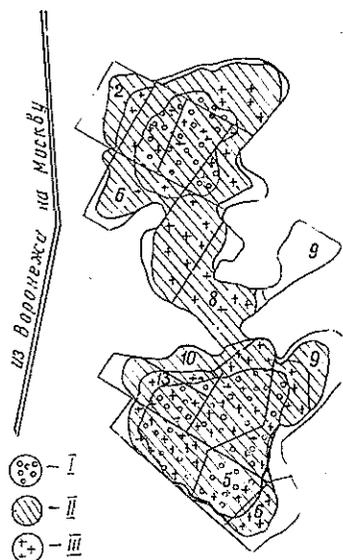


Рис. 1. Использование территории лесом (I), оленем (II) и кабаном (III) до строительства автодороги.

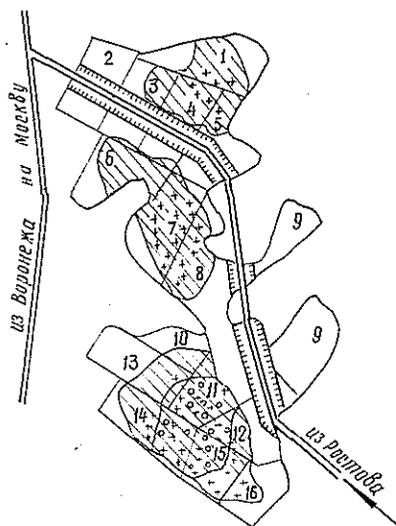


Рис. 2. Использование территории лесом, оленем и кабаном (условные обозначения те же, что на рис. 1) после строительства автодороги.

чивающиеся в пределах пригородной зоны потоки автомобилей и автопоездов.

Расчетами установлено, что суммарные масштабы транспортных выбросов вредных веществ в атмосферу в среднем на 1 км дорог составляют на участках Воронеж — Москва 65,3 т и Ростов — Москва — 72,3 т вредных продуктов.

Доля компонентов в суммарном выбросе автомобилей составляет, %: CO_2 — 58,22; CO — 30,42; Pb — 0,07; NO_x — 4,03; SO_2 — 0,40; альдегиды — 0,16; CH_x — 5,63; бензопирены — 0,03; органические — 0,24; твердые частицы — 0,80.

Для этих участков дорог характерна высокая концентрация леса и большое количество выбросов CO . Мы предполагаем, что ущерб, приносимый загрязняющими веществами, пропорционален их токсичности, определяемой значениями их предельно допустимых концентраций.

При оценке территории по фактору загрязнения противогололедными солями был использован показатель рН.

Количество солей, попадающих в грунт в середине разделительной полосы магистрали Воронеж — Москва, составляет 3—8 % от общего количества рассыпанной за зиму соли, применяемой для борьбы с гололедом. Остальная соль откладывается в полосе отвода.

Нами установлено, что в зоне 0 — 100 м от полотна дороги, подвергавшейся в течение двух лет обработке противогололедными солями, концентрация натрия в глинистых грунтах увеличилась в 5—10 раз по сравнению с нормальной, концентрация хлора — в 2—5 раз. Последнее приводит к негативным изменениям физических свойств лесных почв.

Увеличение концентрации соли NaCl приводит к повышению рН до 9, что вызывает замедление процесса разложения перегноя и худший рост деревьев хвойных пород.

Сравнительный анализ данных хронологии годовых колец и прироста в высоту (по материалам лесоустройства 1978 г.) свидетельствует о сокращении прироста до 10—15 %.

В целях профилактики норма разбрасывания противогололедной соли, по данным наших исследований, не должна превышать ($\text{г}/\text{м}^2$):

$$q = 5 + 0,5x,$$

где x — толщина снежно-ледяного покрова, м (при $x \leq 0,5$ м).

К числу основных факторов воздействия, помимо влияния вредных веществ, относится изъятие земель под дорогу, что привело к искусственному расчленению территории учебно-опытного лесхоза и коренным образом изменило среду обитания животных.

Сказанное хорошо иллюстрируется анализом результатов экологического обследования. Исследуемый временной интервал разбит на два периода (1964—1968 гг., 1969—1982 гг.), каждый из которых характеризует качественно различный уровень воздействия автотранспорта на среду. В своем естественном состоянии лесной массив (1964—1968 гг.) имел благоприятную структуру для использования территории животными.

Характерным примером является участок лесного массива Правобережного лесничества (площадь 2,1 тыс. га), представляющего собой нагорную осоко-снытьевую дубраву с хорошо развитым подлеском и подростом.

Для диких животных данный участок леса имеет полный набор важнейших стадий: кормовые, покоя, размножения. По учетным

данном 1964—1968 гг. (до начала строительства автотрассы) численность копытных колебалась: оленей от 9 до 11 и лосей от 2 до 3 особей на 1 тыс. га. Для кабана данный участок являлся в основном кормовой стацией. Здесь ежегодно учитывались 2—3 группировки кабанов по 5—9 особей в каждой и, как правило, обитали постоянно 2—3 одиночных самца-секача. Животные использовали относительно равномерно всю территорию, включая и опушечную линию (рис. 1).

Второй период — 1969—1982 гг. — период интенсивного увеличения антропогенных воздействий в пределах лесного массива. С вводом в эксплуатацию магистрали численность копытных резко сократилась. Учеты 1969—1982 гг. показывают относительное изменение размещения животных на территории по стациям (рис. 2).

Численность оленей 3—4, лосей 0,3—1 и кабанов 2—3 особи на 1 тыс. га. Вызывает интерес и вопрос о пространственных изменениях, которые произошли в пределах лесного массива. Условия обитания животных значительно ухудшились, поскольку дорога прошла по ряду основных стаций и разрушила их. Кроме того, переходя из одной стации в другую, животные постоянно сталкиваются с автотранспортом, что приводит к их гибели. Ежегодно гибнет около 50 различных животных (лоси, благородные олени, кабаны, зайцы, лесные хори, барсуки, норки и др.). Частота столкновений диких животных с автотранспортом на указанных участках значительно выше, чем в Московской области*.

Эксплуатация дороги и рекреационное освоение леса создали мощный фактор беспокойства, что, в свою очередь, вызвало значительное стрессовое состояние популяций и в три раза снизило численность копытных.

Сейчас очевидно, что данного негативного воздействия дороги можно было бы избежать, запроектировав трассу на 2 км севернее, т. е. по краю лесного массива.

Выявление вредного влияния автомобильной дороги на элементы экологической системы позволяет разработать мероприятия и оценить экономические и социальные последствия их осуществления. Для этого органам ГАИ и экологам путей миграции необходимо совместно исследовать кочевки, переходы животных через дороги и установление в этих местах соответствующих дорожных знаков, направляющих изгородей или других устройств.

Своевременный учет всех факторов воздействия на природу при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог** позволит уменьшить или исключить вредное воздействие ее на естественное экологическое равновесие.

Поступила 16 декабря 1982 г.

* Зуев Е., Беляков И. Животные и транспорт. — Охота и охотничье хозяйство, 1979, № 10.

** Классификация лесовозных дорог с 1982 г. увязана с классификацией автомобильных дорог, принятой СНиП П. Д. 5—72.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 531.3 : 625.143

О КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЯХ
МЕЖДУ КОЛЕСОМ И РЕЛЬСОМ ПРИ ДЕЙСТВИИ НОРМАЛЬНОЙ
И КАСАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗОК

В. И. ЖАБИН, В. В. ЩЕЛКУНОВ

Архангельский лесотехнический институт

При реализации тягового или тормозного усилия в месте контакта колеса и рельса, наряду с нормальным давлением, действует касательная нагрузка.

В работе [1] приведены обширные экспериментальные материалы на моделях и в натуре, касающиеся формы площадки контакта и трения скольжения. Из опытов следует, что новые колеса и рельсы соприкасаются по контактной площадке в виде эллипса несколько большей величины, чем это следует из теории Герца. По мере износа рельсов форма площадки контакта меняется и становится больше начальной. С увеличением числа циклов приложения нагрузки контактная площадь все более принимает форму прямоугольника, у которого большая сторона перпендикулярна направлению движения и превышает меньшую сторону приблизительно в два раза. Следовательно, при изношенных рельсах качение колеса по рельсу можно рассматривать как качение цилиндра по плоскости.

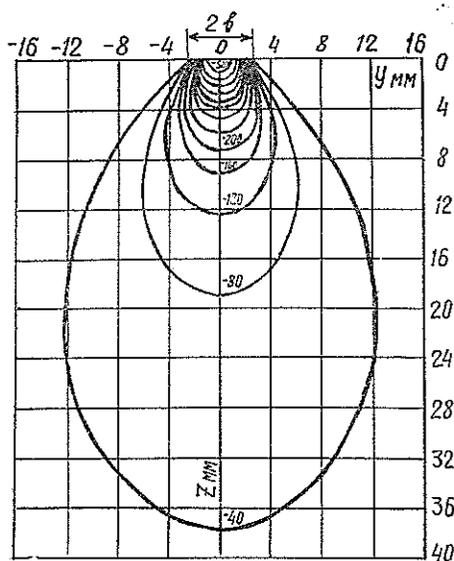
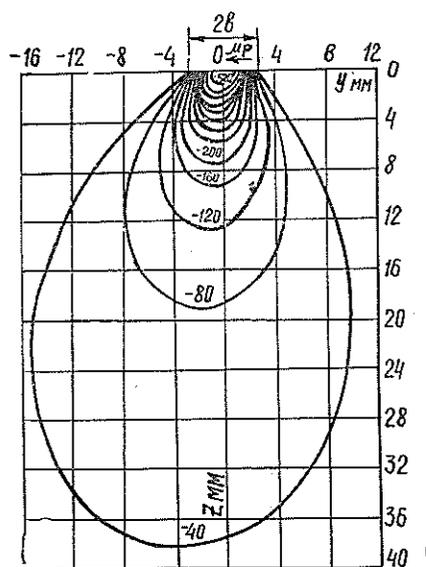
Формулы для расчета ширины контактной площадки (вдоль рельса) и максимального удельного нормального давления при качении цилиндра по плоскости приведены в [3]. Согласно [2], в рассматриваемом случае нормальная нагрузка распределяется по ширине контактной площадки по эллиптической кривой. Касательная нагрузка, направленная вдоль рельса, обычно принимается в каждой точке контакта пропорциональной нормальной, т. е. распределяется по такой же кривой.

Задача о расчете компонентов напряжений, возникающих при сжатии цилиндра и плоскости при произвольном направлении касательной нагрузки, решена в [2]. Ниже рассматривается, применительно к рельсу Р24, совместное действие нормальной и касательной нагрузок, распределенных по площадке контакта. Касательное усилие направлено перпендикулярно линии первоначального касания. Расчетные формулы для компонентов напряжений приняты по [2]. В данном случае имеет место плоская деформация.

Расчеты выполнены при нормальной нагрузке 25 кН. Касательная нагрузка вычислена при различных коэффициентах продольного трения от 0,1 до 0,4. Вычисления сделаны по формулам, приведенным в [2], с помощью ЭВМ «Наири-3-1».

Рассчитывали изобары: σ_z — вертикального нормального напряжения; σ_y — продольного горизонтального нормального напряжения; τ_{yz} — касательного напряжения; σ_1 и σ_2 — главных нормальных напряжений. На рисунках показана часть полученных результатов.

Изобары для нормальных вертикальных напряжений при касательной нагрузке $\mu = 0$ представлены на рис. 1, при $\mu = 0,4$ от нормального давления — на рис. 2.

Рис. 1. σ_z при $\mu = 0$.Рис. 2. σ_z при $\mu = 0,4$.

Из полученных материалов следует, что наибольшее нормальное напряжение превышает 520 МПа. Касательная нагрузка практически не влияет на вертикальное нормальное напряжение.

На рис. 3, 4 приведены материалы расчета горизонтального нормального напряжения (распора). На рис. 3 даны изобары σ_y при нулевой касательной нагрузке. Максимальное напряжение развивается на поверхности рельса в центре контактной площадки и равно наибольшему значению σ_z .

Распор значительно быстрее затухает с глубиной, чем вертикальные нормальные напряжения. Касательное усилие, равное 0,4 от нормального (рис. 4), существенно изменяет напряжения σ_y и форму изобар. Максимальное сжимающее нормальное напряжение, несколько превышающее 680 МПа, находится на поверхности рельса, но смещается от центра контакта в направлении действия касательной силы приблизительно на 0,275 ширины контактной площадки. Если при $\mu = 0$ распор на поверхности головки не выходил за границы контактной площадки, то при $\mu = 0,4$ значительно выходит за эти границы.

Особенно важно, что со стороны действия касательной нагрузки появляются растягивающие напряжения, достигающие 480 МПа при $\mu = 0,4$. Растягивающие напряжения занимают часть контактной площадки, около 0,1 ее ширины. Поскольку максимальные сжимающие напряжения превышают предел текучести рельсовой стали, то появление зоны растяжения, изменяя напряженное состояние всестороннего сжатия, приведет к пластическому течению материала рельса.

Изобары касательных напряжений τ_{yz} показаны на рис. 5 и 6. При отсутствии касательных сил (рис. 5) максимальные касательные напряжения, превышающие 120 МПа, наблюдаются на глубине 0,32 и смещены внутрь контакта примерно на 0,1 от ширины контактной площадки. На поверхности рельса касательные напряжения равны нулю, что объясняется распределением внешней нормальной нагрузки по эл-

Рис. 3.
 σ_y при $\mu = 0$.

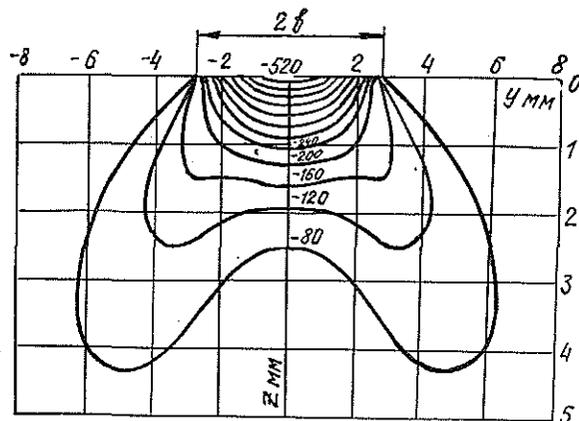


Рис. 4.
 σ_y при $\mu = 0,4$.

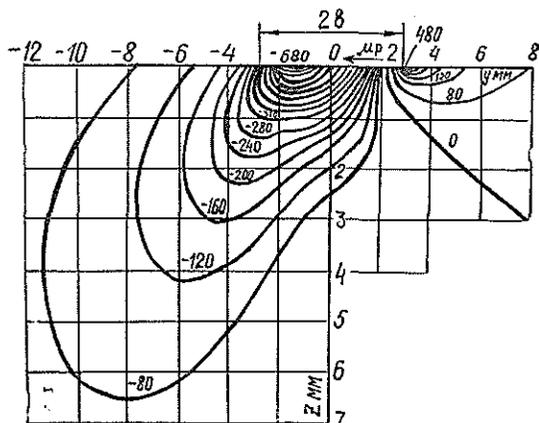
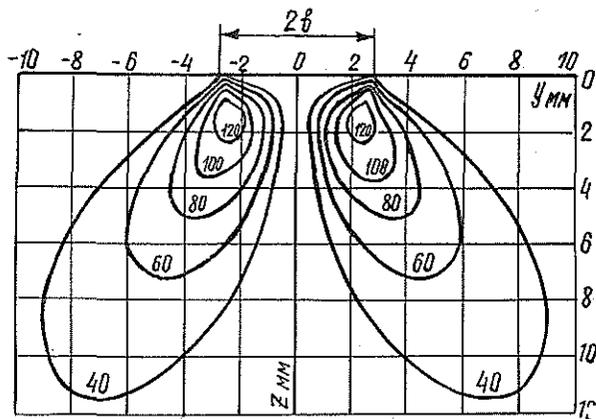


Рис. 5.
 τ_{yz} при $\mu = 0$.



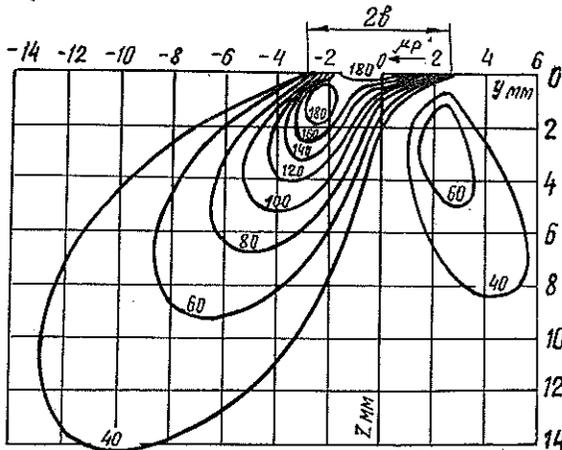


Рис. 6.
 τ_{yz} при $\mu = 0,4$.

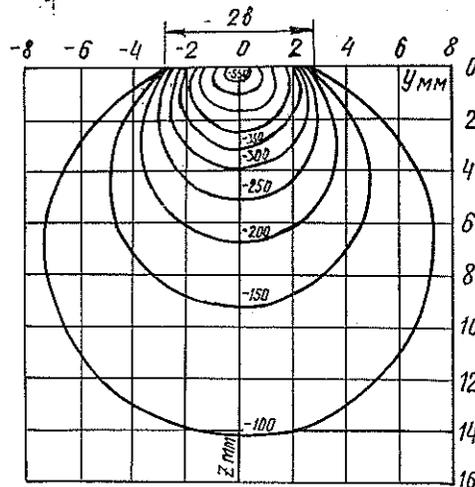


Рис. 7.
 σ_2 при $\mu = 0$.

липтической кривой, причем на границах контактной площади давление от колеса равно нулю. Действие касательной нагрузки (рис. 6) сильно изменяет эпюру касательных напряжений. Касательные напряжения со стороны касательного усилия уменьшаются, а с противоположной — растут.

Максимальная величина τ_{yz} повышается до 180 МПа, причем наибольшие значения наблюдаются как на поверхности рельса, так и на глубине около 0,18 ширины контактной площади.

При плоской деформации возникают два главных напряжения:

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{array} \right\} = \frac{\sigma_y + \sigma_z}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_y - \sigma_z}{2}\right)^2 + \tau_{yz}^2}.$$

На рис. 7 представлены изобары σ_2 при отсутствии касательной нагрузки. В этом случае на поверхности рельса σ_2 имеет ту же величину, что и σ_z .

Рис. 8.
 σ_2 при $\mu = 0,4$.

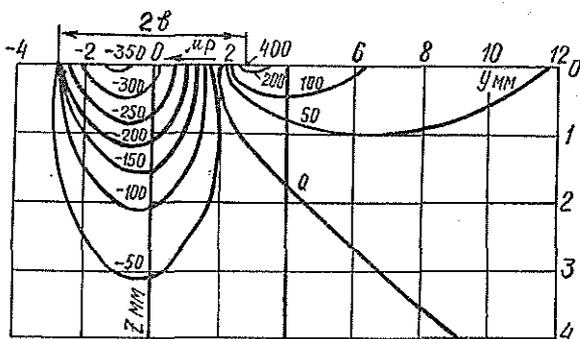
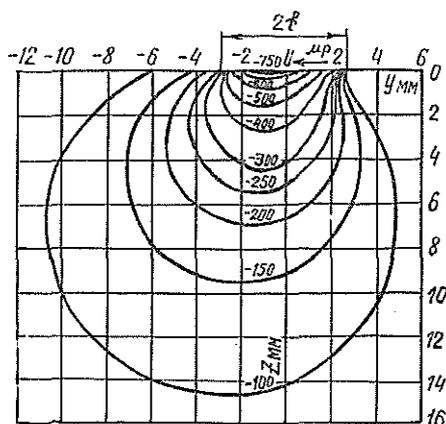


Рис. 9.
 σ_1 при $\mu = 0,4$.

Рис. 8 и 9 иллюстрируют изобары σ_1 и σ_2 при действии касательной нагрузки, равной 0,4 от нормального давления.

Касательное усилие существенно изменяет величину главных напряжений и форму изобар. Главное напряжение σ_2 (рис. 8) возрастает на поверхности головки рельса до 750 МПа и смещается в сторону направления касательной силы.

Отрицательные значения главного напряжения σ_1 (рис. 9) снижаются на поверхности до 350 МПа. Появляются растягивающие напряжения, занимающие такую же зону, как и в случае распора, но наибольшая величина их несколько ниже.

Выполненный расчет показывает, что одновременное воздействие нормальной и касательной нагрузок значительно изменяет контактные напряжения в сравнении с одним только нормальным давлением.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кумар С. Параметры взаимодействия колеса и рельса, влияющие на динамику экипажа. — Железные дороги мира, 1981, № 10. [2]. Саверин М. М. Контактная прочность материала в условиях одновременного действия нормальной и касательной нагрузок. — М.—Л.: Машиностроение, 1946. [3]. Тимошенко С. П., Гудьер Д. Ж. Теория упругости. — 2-е изд. — М.: Наука, 1979.

Поступила 21 июня 1983 г.

УДК 625.31.001.24

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОДОБИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕМПЕРАТУРНО-НАПРЯЖЕННОГО ПУТИ

С. И. МОРОЗОВ, М. В. ПОПОВ

Архангельский лесотехнический институт

Метод подобия основан на том, что в аналогичных условиях физико-механические процессы подобны и их количественные характеристики отличаются только масштабными коэффициентами [1].

Верхнее строение путей различных типов имеет одинаковое конструктивное выполнение, поэтому при воздействии температурной сжимающей силы напряженно-деформированное состояние их будет подобным. Это позволяет на основании расчетных или экспериментальных данных, полученных для одного типа пути, определить соответствующие напряженно-деформационные характеристики для других типов, что облегчает получение расчетных данных при изучении устойчивости рельсошпальной решетки и дает возможность сравнивать результаты различных экспериментальных исследований.

Наличие факторов подобия процессов, протекающих при продольно-поперечном изгибе рельсошпальной решетки, было обнаружено в ряде ранее проведенных исследований. Так, анализируя данные опытов на стенде ЦНИИ МПС [2], Е. М. Бромберг получил масштабные коэффициенты для пересчета опытных значений критической силы при замене рельсов Р50 на рельсы Р65 и при переходе от деревянных шпал к железобетонным. Нами [3] при решении дифференциального уравнения продольно-поперечного изгиба на аналоговой электронной вычислительной машине МН-7 получены уравнения, связывающие силовые и деформационные характеристики путей различных типов. Очевидно, имеет смысл рассмотреть метод подобия для решения задач устойчивости верхнего строения пути в более широкой постановке.

Дифференциальное уравнение продольно-поперечного изгиба рельсошпальной решетки в горизонтальной плоскости имеет вид [4]

$$EIy^{IV} = -Py'' - q + \frac{dm}{dx} - Py_z'' - Py_p'' \quad (1)$$

- Здесь y — ордината прогиба оси пути;
 y_z — ордината начальной неровности оси пути;
 y_p — ордината круговой кривой при расположении участка пути на закруглении в плане;
 x — абсцисса сечения;
 EI — жесткость рельсошпальной решетки в горизонтальной плоскости;
 P — составляющая температурной сжимающей силы, проходящей через концы рельсошпальной решетки на закруглении в плане; на прямом участке пути — температурная сжимающая сила; в момент потери устойчивости — критическая сила;
 q — интенсивность распределенных реактивных сил при сдвиге решетки поперек пути;

m — интенсивность распределенного реактивного момента при повороте рельсов относительно шпал.

Так как положение оси пути на закруглении в плане радиусом ρ может быть представлено уравнением

$$y_p = \frac{x_0}{\rho} x - \frac{x^2}{2\rho},$$

где x_0 — половина длины изогнутого участка пути, то

$$y_p'' = -\frac{1}{\rho},$$

значит,

$$EIy^{IV} = -Py'' - q + \frac{dm}{dx} - Py_z'' + \frac{P}{\rho}. \quad (1a)$$

Приведем уравнение (1a) к безразмерному виду, для этого положим, что

$$x = x_0 \xi; \quad y = f\psi; \quad z = z_0 \varepsilon; \quad y_z = f_0 u,$$

где f — стрела прогиба изогнутого участка;
 f_0 — стрела прогиба начальной неровности;
 z_0 — половина длины начальной неровности;
 $\xi, \psi, \varepsilon, u$ — безразмерные переменные.

Тогда

$$y'' = \frac{f}{x_0^2} \psi''; \quad y^{IV} = \frac{f}{x_0^4} \psi^{IV}; \quad y_z'' = \frac{f_0}{z_0^2} u''$$

и уравнение (1a) принимает вид

$$\psi^{IV} = -P \frac{x_0^2}{EI} \psi'' - \frac{qx_0^4}{EIf} + \frac{dm}{d\xi} \frac{x_0^2}{EIf} - \frac{Pf_0 x_0^4}{EIfz_0^2} u'' + \frac{Px_0^4}{EIf\rho}. \quad (2)$$

Все члены этого уравнения безразмерные и не зависят от типа пути. Следовательно, для двух различных конструкций верхнего строения пути справедливы следующие равенства:

$$\frac{P_1 x_{0_1}^2}{E_1 I_1} = \frac{P_2 x_{0_2}^2}{E_2 I_2}; \quad (3)$$

$$\frac{q_1 x_{0_1}^4}{E_1 I_1 f_1} = \frac{q_2 x_{0_2}^4}{E_2 I_2 f_2}; \quad (4)$$

$$\frac{P_1 f_{0_1} x_{0_1}^4}{E_1 I_1 f_1 z_{0_1}^2} = \frac{P_2 f_{0_2} x_{0_2}^4}{E_2 I_2 f_2 z_{0_2}^2}; \quad (5)$$

$$\frac{P_1 x_{0_1}^3}{E_1 I_1 f_1} = \frac{P_2 x_{0_2}^3}{E_2 I_2 f_2}; \quad (6)$$

$$\frac{P_1 x_{0_1}^4}{E_1 I_1 f_1 \rho_1} = \frac{P_2 x_{0_2}^4}{E_2 I_2 f_2 \rho_2}. \quad (7)$$

Можно составить и другие соотношения. Например, решая совместно (3) и (4) и исключая x_{0_1} и x_{0_2} , имеем:

$$P_2 = P_1 \sqrt{\frac{q_2 I_2 E_2 f_1}{q_1 I_1 E_1 f_2}}. \quad (8)$$

Аналогичное уравнение получим, используя формулу для определения критической силы, приведенную в работе [5]:

$$P = \sqrt{\frac{\pi q E I}{\mu f_0}}. \quad (9)$$

Запишем выражение (9) с индексами 1 и 2 и выразим P_2

$$P_2 = P_1 \sqrt{\frac{q_2 I_2 f_{0_1}}{q_1 I_1 f_{0_2}}}. \quad (10)$$

Уравнение (10) при $E_1 = E_2$ отличается от (8) только стрелами прогибов. В одном случае записаны стрелы прогибов изогнутого участка f_1 и f_2 , во втором — стрелы прогибов начальных неровностей f_{0_1} и f_{0_2} .

Если в уравнениях (3) и (4) обозначить все линейные величины буквой L и принять $E_1 = E_2$, то они приводятся к виду:

$$L_2 = L_1 \sqrt[3]{\frac{q_1 I_2}{q_2 I_1}}; \quad (11)$$

$$P_2 = P_1 \sqrt[3]{\frac{q_2^2 I_2}{q_1^2 I_1}}. \quad (12)$$

Зависимости (11) и (12) получены нами ранее [3] другим методом. Первая из них выражает соотношение между двумя линейными величинами, вторая — между силовыми величинами.

Очевидно, что комбинируя соотношения (3) и (7), можно получить и другие зависимости, связывающие параметры верхнего строения пути различных типов.

Рассмотрим несколько случаев применения соотношений подобия при моделировании верхнего строения пути. Определим, при каких параметрах конструкции модели процессы ее деформации, а также все количественные характеристики будут подобны процессу и аналогичным характеристикам исследуемого объекта.

Например, пусть в качестве модели верхнего строения пути широкой колеи рассматривается верхнее строение пути узкой колеи.

Путь широкой колеи уложен рельсами Р50 на деревянных шпалах, балласт щебеночный. Его характеристики: $I_1 = 416 \text{ см}^4$; $q_1 = 10,1 + 70,1f_1^{0,263} \text{ Н/см}$; $m_1 = 166 + 474y_1^{0,3} \text{ Н}$. Путь узкой колеи уложен рельсами Р24, шпалы деревянные, балласт — среднезернистый песок, крепления костыльные. Его основные характеристики: $I_2 = 80,6 \text{ см}^4$; $q_2 = 2,4 + 15,6f_2^{0,23} \text{ Н/см}$; $m_2 = 120y_2^{0,2} \text{ Н}$.

Для заданного соотношения сжимающих сил установим соотношения между параметрами деформации и параметрами, характеризующими исходное состояние рельсошпальной решетки.

Примем $P_1 = 2000 \text{ кН}$, $P_2 = 700 \text{ кН}$. Из уравнения (3) найдем соотношение между длинами изогнутых участков x_{0_1} и x_{0_2}

$$\frac{x_{0_1}}{x_{0_2}} = \sqrt{\frac{P_2 I_1}{P_1 I_2}} = 1,344.$$

Затем с помощью уравнения (4) определим соотношение между стрелами прогибов участков f_1 и f_2 . Так как величина q также зависит от f , то уравнение (4) решаем методом итераций, представив его в виде:

$$\frac{q_2}{f_2} = \frac{q_1 I_2}{f_1 I_1} \left(\frac{x_{0_1}}{x_{0_2}} \right)^4.$$

Результаты решения для некоторых конкретных значений f_1 приведены в таблице.

| Величина | Значения величин при f_1 , см | | | |
|---|---------------------------------|--------|--------|--------|
| | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| f_2 см | 0,1698 | 0,2234 | 0,2760 | 0,3285 |
| f_1/f_2 | 3,534 | 3,581 | 3,623 | 3,653 |
| m_1/m_2 | 7,512 | 7,612 | 7,702 | 7,766 |
| $\frac{f_{01}}{z_{01}^2} : \frac{f_{02}}{z_{02}^2}$ | 1,982 | 1,982 | 2,006 | 2,022 |
| x_{01} см | 144 | 218 | 303 | 392 |

Наконец, используя уравнения (5) и (6), найдем соотношения между реактивными моментами m_1 и m_2 и характеристиками начальных неровностей оси пути $\frac{f_{01}}{z_{01}^2}$ и $\frac{f_{02}}{z_{02}^2}$ (см. табл.).

Рассматривая данные, приведенные в таблице, отметим, что для модели наблюдается уменьшение как длины, так и стрелы прогиба изогнутого участка, но в разном соотношении. Одновременно уменьшаются значения реактивных моментов и отношение f_0/z_0^2 .

Все вычисления выполнены для конкретных значений P_1 и P_2 . Условие $P_1/P_2 = 2,857$ должно сохраниться и в других случаях так, чтобы отношение x_{01}/x_{02} имело постоянное значение 1,344. Это означает, что при найденных для модели $P_1 = 1800$ кН имеем $P_2 = 630$ кН, при $P_1 = 1500$ кН — $P_2 = 525$ кН и т. д.

Если для данной конструкции верхнего строения пути и ее модели известны фактические значения отношений f_{01}/z_{01}^2 и f_{02}/z_{02}^2 , то, варьируя P_2 , можно найти такое его значение, при котором расчетное значение отношения $\frac{f_{01}}{z_{01}^2} : \frac{f_{02}}{z_{02}^2}$ будет равно фактическому. Тогда верхние строения пути широкой и узкой колеи будут полностью подобны, т. е. можно по опытным значениям силы P для одной конструкции пути найти силу P для другой конструкции. Одновременно будут определены f_1 и f_2 . Решая совместно соотношения (3) и (5), получим

$$\frac{f_{01}}{z_{01}^2} : \frac{f_{02}}{z_{02}^2} = \frac{f_1}{x_{01}^2} : \frac{f_2}{x_{02}^2},$$

т. е. при подобии оригинала и его модели отношения линейных величин, характеризующих начальное состояние пути, равно отношению линейных величин, характеризующих изогнутый участок пути.

Зная требуемое отношение реактивных моментов и уравнения, выражающие моменты в зависимости от величины деформации рельсошпальной решетки, можно для каждого значения f_2 (или f_1) найти соответствующее значение x_{01} (или x_{02}).

Реактивные моменты зависят от тангенса угла наклона касательной к оси прогибов. Используя зависимость

$$y = 0,5f \left(1 - \cos \frac{\pi}{x_0} x \right),$$

получим

$$y' = \frac{\pi f}{2x_0} \sin \frac{\pi}{x_0} x.$$

Максимальное значение $y'_m = \frac{\pi f}{2x_0}$. Для рассматриваемого примера

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{166 + 378y'_{1m}{}^{0,3}}{120y'_{2m}{}^{0,2}}.$$

Так как m_1/m_2 известно, то, решая уравнение, найдем x_{0_1} (см. табл.), а затем и x_{0_2} .

Таким образом, соотношения подобия позволяют полностью установить требования к конструкции модели, обеспечивающие заданное ее масштабное соотношение с оригиналом.

Например, при $f_1 = 0,8$ см имеем

$$\frac{f_1}{x_{0_1}^2} : \frac{f_2}{x_{0_2}^2} = \frac{f_1}{f_2} \left(\frac{x_{0_2}}{x_{0_1}} \right)^2 = \frac{3,581}{1,334} = 1,9825.$$

Значит,

$$\frac{f_{0_1}}{z_{0_1}^2} : \frac{f_{0_2}}{z_{0_2}^2} = 1,9825.$$

По данным измерения положения оси рельсошпальной решетки на лесовозных УЖД отношение среднестатистических значений f_{0_1}/f_{0_2} составляет $(1,631-2,700) \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$. Отсюда отношение $f_{0_1}/z_{0_1}^2 = 1,9825 f_{0_2}/z_{0_2}^2$ изменяется в пределах $(3,233-5,353) \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$.

Отметим, что при применении соотношений (3) и (5) эта система должна быть совместима, т. е. искомое решение должно удовлетворять одновременно всем условиям (3) — (6).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Афанасьев О. П. Физическое моделирование динамических процессов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 3, с. 70—78. [2]. Бромберг Е. М. Устойчивость бесстыкового пути. — М.: Транспорт, 1966. — 67 с. [3]. Морозов С. И. К вопросу об устойчивости пути в вертикальной плоскости. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1968, № 6, с. 53—60. [4]. Морозов С. И. Аналитическое определение критической силы для температурно-напряженного железнодорожного пути на прямых участках. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 46—54. [5]. Морозов С. И. О критерии устойчивости железнодорожного пути. — Науч. тр./АЛТИ, 1971, вып. 27, с. 60—67.

Поступила 1 августа 1983 г.

УДК 625.57

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУЗОВОЙ КАРЕТКИ НА БАШМАКЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОПОРЫ ПОДВЕСНОЙ ЛЕСОТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ

Я. Т. КИНИЦКИЙ, Н. В. МАТИШИН

Хмельницкий технологический институт

При прохождении кареткой промежуточных опор подвесных лесотранспортных установок наблюдаются случаи соскакивания ее с несущего каната. Причиной являются центробежные силы инерции, в ре-

зультате которых каретка, движущаяся по криволинейной траектории, определяемой кривизной башмака, отрывается от каната и при опускании соскакивает с него [2]. Существующие предохранительные устройства, имеющиеся в конструкциях кареток, не всегда обеспечивают устойчивость движения каретки. Гарантией безопасности ее движения может быть ограничение скорости прохождения башмака [3].

Цель настоящей работы — определить критическую скорость движения каретки, при которой обеспечивается контакт ее колес с канатом на всем протяжении башмака промежуточной опоры.

Очевидно, отрыв каретки от каната возможен в случае равенства нулю реакций ее колес N_1 и N_2 (рис. 1, а). Для определения этих реакций нужно знать натяжение грузового каната S , силу тяжести G и силу инерции $P_{и}$.

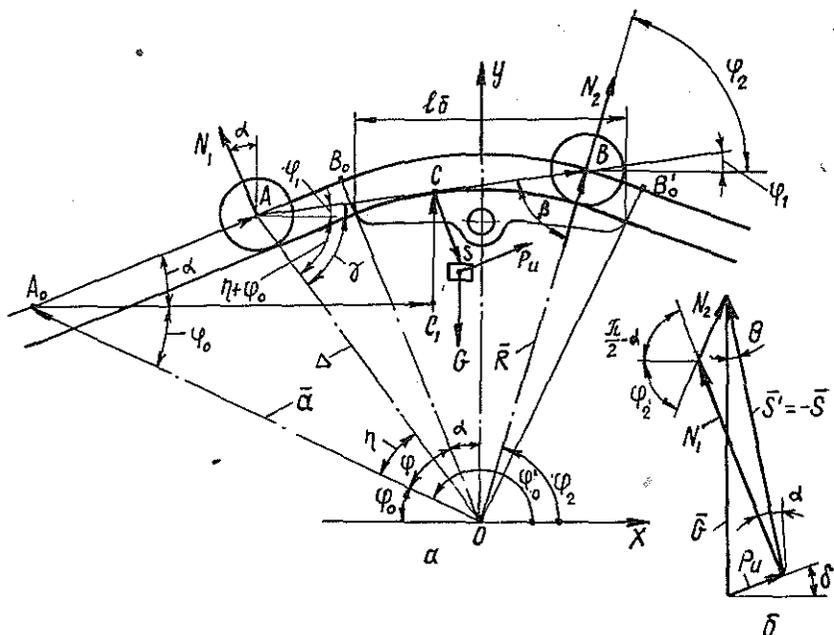


Рис. 1. Схемы к определению усилий при перекачивании грузовой каретки через башмак промежуточной опоры.

а — расчетная схема; б — схема сил.

На первом этапе задача может быть сведена к определению ускорения a_c точки подвеса груза из зависимости $\bar{P}_{и} = -ma_c$.

На практике применяются каретки различной длины, поэтому следует рассмотреть два возможных случая размещения каретки на башмаке:

- 1) когда база каретки $l = |AB|$ больше длины башмака $l_б$ и на башмаке расположено только одно колесо каретки;
- 2) когда база каретки меньше длины башмака и на башмаке одновременно располагаются оба колеса каретки.

В первом случае переднее колесо каретки движется по башмаку радиуса r , а его центр перемещается по дуге окружности радиуса $R = r + r_k$, где r_k — радиус колеса. Заднее колесо движется по канату

вблизи башмака. Кривизна примыкающего к башмаку каната незначительна, поэтому, не нарушая точности инженерной задачи, можно принять, что движение заднего колеса осуществляется по прямой линии.

Движение каретки AB можно рассматривать как движение звеньев ползуно-коромыслового механизма [1], где AB — шатун, A — ползун, OB — коромысло. За обобщенную координату принято S — перемещение катка A .

Для вывода зависимости ускорения точки C от эксплуатационных и конструктивных факторов используется метод замкнутых векторных контуров [1], на основании которого можно записать векторное уравнение:

$$\bar{d} + \bar{S}_A + \bar{l} = \bar{R}, \quad (1)$$

где $d = A_0O$, $S_A = A_0A$, $l = AB = A_0B_0$; точка A_0 определяет начало отсчета перемещения каретки со времени выхода колеса B на башмак.

Уравнение (1) в проекциях на координатные оси O_x и O_y примет вид:

$$\left. \begin{aligned} d \cos \varphi'_0 + S_A \cos \alpha + l \cos \varphi_1 &= R \cos \varphi_2; \\ d \sin \varphi'_0 + S_A \sin \alpha + l \sin \varphi_1 &= R \sin \varphi_2. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где

$$d = \sqrt{R^2 + l^2}; \quad \varphi'_0 = \pi - \varphi_0; \quad \varphi_0 = \frac{\pi}{2} - \alpha - \varphi; \quad \varphi = \arctg \frac{l}{R}.$$

Проведем вспомогательную линию AO , длина которой

$$\Delta = \sqrt{S_A^2 + d^2 - 2S_A d (\alpha + \varphi_0)}.$$

Тогда

$$\varphi_2 = \beta + \varphi_1; \quad \varphi_1 = \gamma - \eta - \varphi_0,$$

где

$$\beta = \arccos \frac{l^2 + R^2 - \Delta^2}{2lR}; \quad \gamma = \arcsin \frac{R \sin \beta}{\Delta}; \quad \eta = \arcsin \frac{S_A \sin (\alpha + \varphi_0)}{\Delta}.$$

Для определения линейной скорости точки B и угловой скорости каретки AB дифференцируем уравнение (2) и получаем

$$\left. \begin{aligned} V_A \cos \alpha - l \omega_1 \sin \varphi_1 &= -V_B \sin \varphi_2; \\ V_A \sin \alpha + l \omega_1 \cos \varphi_1 &= V_B \sin \varphi_2. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где $V_A = \frac{dS_A}{dt}$ — скорость точки A ;

$\omega_1 = \frac{d\varphi_1}{dt}$ — угловая скорость каретки AB ;

$V = \omega_1 R = \frac{d\varphi_2}{dt} R$ — скорость точки B .

Из уравнений (3)

$$\omega_1 = \frac{V_A \cos (\alpha - \varphi_2)}{l \sin (\varphi_1 - \varphi_2)};$$

$$V_B = \frac{V_A \cos(\alpha - \varphi_1)}{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}.$$

Продифференцировав уравнения (3), находим угловое ускорение каретки AB и линейное ускорение катка B :

$$\varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} = \frac{V_B^2/R - l\omega_1^2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}{l \sin(\varphi_1 - \varphi_2)};$$

$$a_B = \frac{dV_B}{dt} = \frac{l\omega_1^2 - V_B \omega_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}.$$

Ускорение точки C определяется из замкнутого векторного контура A_0ACC' , для которого можно записать:

$$\bar{x}_C + \bar{y}_C = \bar{S}_A + \bar{AC}. \quad (4)$$

Уравнение (4) в проекциях на координатные оси O_x и O_y имеет вид

$$\left. \begin{aligned} x_C &= S_A \cos \alpha + 0,5l \cos \varphi_1; \\ y_C &= S_A \sin \alpha + 0,5l \sin \varphi_1. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где x_C и y_C — координаты точки C относительно точки A_0 ; $AC = 0,5l$.

Продифференцировав уравнение (5) по времени, находим проекции скорости точки C :

$$\left. \begin{aligned} V_{Cx} &= V_A \cos \alpha - 0,5l\omega_1 \sin \varphi_1; \\ V_{Cy} &= V_A \sin \alpha + 0,5l\omega_1 \cos \varphi_1. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Тогда

$$V_C = \sqrt{V_{Cx}^2 + V_{Cy}^2}.$$

Аналогично, продифференцировав уравнение (6), находим проекции ускорения точки C :

$$\begin{aligned} a_{Cx} &= -0,5l(\omega_1^2 \cos \varphi_1 + \varepsilon_1 \sin \varphi_1); \\ a_{Cy} &= -0,5l(\omega_1^2 \sin \varphi_1 - \varepsilon_1 \cos \varphi_1). \end{aligned}$$

Полное ускорение точки C

$$a_C = \sqrt{a_{Cx}^2 + a_{Cy}^2}.$$

Угол наклона вектора \bar{a}_C

$$\xi = \arctg \frac{a_{Cy}}{a_{Cx}}.$$

При $a_{Cx} < 0$

$$\xi = \pi + \arctg \frac{a_{Cy}}{a_{Cx}}.$$

Угол δ , определяющий направление вектора силы инерции P_{II} :

$$\delta = \xi + \pi.$$

Рассмотрев равновесие груза под действием приложенных сил (силы тяжести \bar{G} , силы инерции \bar{P}_{II} , находим натяжение каната (рис. 1, б):

$$S = \sqrt{G^2 + P_n - 2GP_n \cos\left(\frac{\pi}{2} - \delta + \psi\right)},$$

где ψ — угол наклона канатной дороги к горизонту (схемы, показанные на рис. 1, выполнены для горизонтальной трассы, т. е. для них угол $\psi = 0$).

При перемещении каретки по башмаку под действием силы инерции грузовой канат будет отклоняться от направления действия силы \overline{G} на угол θ , равный:

$$\theta = \arcsin \frac{P_n \sin\left(\frac{\pi}{2} - \delta + \psi\right)}{S}.$$

Построив план сил для каретки (рис. 1, б), находим:

$$\left. \begin{aligned} N_2 &= \frac{S' \sin(\alpha - \theta)}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha + \varphi_2\right)}; \\ N_1 &= \frac{S' \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_2 + \theta\right)}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha + \varphi_2\right)}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Решить уравнения (7) относительно скорости движения каретки сложно. Поэтому эти уравнения исследовали при различных значениях скорости V_A точки A и изменении длины каретки AB и угла наклона ψ канатной дороги. Исследования проводили с помощью ЭВМ «Наири-К». Расчеты выполнены при следующих исходных данных: $l_6 = 0,8$ м, $R = 2,5$ м, масса груза 2 т. Обработка результатов исследований показала, что при $l \geq l_6$ наибольшая опасность отрыва каретки наступает в тот момент, когда колесо B попадает в точку B'_0 , так как здесь нормальная реакция N_2 принимает минимальное значение при любых скоростях движения каретки и радиусах кривизны башмака. Это положение каретки определяет критическую скорость ее движения. На рис. 2 представлены диаграммы значений критических скоростей в зависимости от длины l каретки и угла ψ наклона канатной дороги.

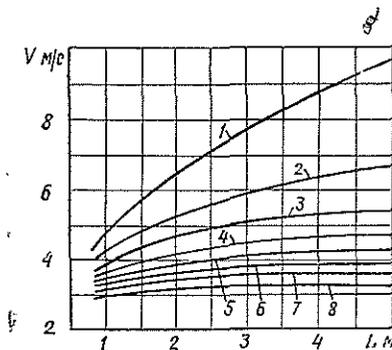


Рис. 2. График зависимости критической скорости движения каретки от ее длины при различных углах наклона трассы ψ .

1 — $\psi = 0^\circ$; 2 — $\psi = 5^\circ$; 3 — $\psi = 10^\circ$; 4 — $\psi = 15^\circ$; 5 — $\psi = 20^\circ$; 6 — $\psi = 25^\circ$; 7 — $\psi = 30^\circ$; 8 — $\psi = 40^\circ$.

Во втором случае, при $l < l_6$, задача о нахождении критической скорости решается значительно проще. Отрыв каретки от несущего каната возможен в тот момент, когда точка C займет наивысшее положение, т. е. будет пересекать линию O_y ($AC = CB$). Условие равновесия при этом примет вид:

$$G \cos \psi = P_{\text{н}} = \frac{m V_A^2}{\rho}, \quad (8)$$

где ρ — радиус кривизны траектории движения точки C , в первом приближении можно принять $\rho = R$. Поскольку оба колеса движутся по башмаку, то $\rho = \text{const}$.

Из уравнения (8) определяется критическая скорость движения каретки

$$V_A = \sqrt{g\rho \cos \psi}. \quad (9)$$

Для существующих канатных установок, у которых радиус башмака $R = 2,5$ м, критическая скорость движения каретки не должна превышать $V_A \approx 5$ м/с.

Из графика (рис. 2) следует, что при небольших углах наклона ψ (до 5°) увеличение длины каретки позволяет повысить скорость перемещения груза до 6,6 м/с. При углах ψ более 20° эффект от увеличения длины каретки незначителен.

Для рельефных условий Карпат критическая скорость движения каретки, длина которой больше длины башмака, не должна превышать 4—4,5 м/с. При использовании кареток с базой меньше длины башмака допускается скорость ее движения до 5 м/с, и она практически не зависит от длины каретки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. — М.: Физматгиз, 1967. — 711 с. [2]. Белая Н. М., Прохоренко А. Г. Канатные лесотранспортные установки. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. — 298 с. [3]. Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. — М.: Машиностроение, 1966, — 482 с.

Поступила 20 июня 1983 г.

УДК 630*377.1 : 621.86.063.2

О МАЯТНИКОВЫХ КОЛЕБАНИЯХ ГРУЗА ГРЕЙФЕРНОГО ЛЕСОПОГРУЗЧИКА

В. М. ГАЛИМОВ

Московский лесотехнический институт

Пригодность самоходных лесопогрузчиков для эксплуатации, их конструктивные качества и эффективность применения определяются устойчивостью против продольного опрокидывания и производительностью погрузчика. В динамике устойчивость характеризует способность погрузчика сохранять равновесное положение под действием переменных сил, являющихся функцией времени. Во избежание опрокидывания должны быть созданы условия, при которых удерживающие моменты относительно ребра опрокидывания были бы больше, чем опрокидывающие [3]. Производительность характеризует максимальные производственные возможности и величину выработки, достигаемую при работе погрузчика с учетом всех особенностей организации каждого данного производственного процесса. Резерв увеличения производительности погрузчиков периодического действия в процессе проектирования — оптимизация режимов работы и процессов перегрузки.

Лесопогрузчик ЛТ-28А снабжен грейферным механизмом, шарнирно подвешенным к стреле рабочего оборудования, что приводит к рас-

качиванию груженого грейфера. Так, при повороте манипулятора с шарнирно подвешенным грейфером в переходных режимах наблюдается значительное поперечное раскачивание груза. Около 30—40 % времени цикла занимают наводка и захват сортиментов, а остальное — точная их укладка [1]. Раскачивание груза — причина неравномерности движения рабочих органов, возникновения дополнительных динамических нагрузок на отдельные узлы погрузчика.

В технической литературе мы не обнаружили данных, характеризующих устойчивость лесопогрузчика против продольного опрокидывания и его производительность при выполнении грузоподъемных операций, связанных с изменением вылета стрелы.

В данной работе поставлена следующая задача: путем экспериментального исследования динамики лесопогрузчика ЛТ-28А при выполнении грузоподъемных операций, связанных с изменением вылета стрелы, определить влияние маятниковых колебаний грейфера на продольную устойчивость и производительность погрузчика. С целью оценки устойчивости, считая, что погрузчик с передней навеской грузоподъемного оборудования теряет устойчивость при нулевом значении реакции на задних колесах, производили осциллографирование усилий, передающихся на колеса погрузчика со стороны опорной площадки.

Влияние маятниковых колебаний груженого грейфера на производительность погрузчика оценивали по времени, затраченному на перемещение груза и ожидание прекращения качания груза на шарнирном подвесе. С этой целью на осциллограммах записывали отклонения грейфера в продольной вертикальной плоскости погрузчика. Значения усилий на колесах фиксировали мессдозами, величины углов отклонения грейфера — реохордным датчиком угловых перемещений. Скорость перемещения штоков гидроцилиндров варьировали изменением расхода масла, подаваемого в цилиндр. Скорость определяли из осциллограмм по величине выхода штока, замеренного реохордным датчиком линейных перемещений.

Результаты проведенных исследований показали, что при перемещении груза стрелой в сторону увеличения вылета изменение скорости торможения штоков гидроцилиндров от 0,010 до 0,069 м/с в момент максимального вылета груза массой 3300 кг приводит к уменьшению статической реакции задних колес на 5—18 %. При увеличении массы груза с 1200 до 3300 кг и при скорости торможения 0,05 м/с реакция задней опоры погрузчика уменьшается соответственно с 84 до 26,6 кН, что практически совпадает со значениями статических реакций при максимальном вылете груза.

За остановкой штоков гидроцилиндров следуют свободные затухающие колебания погрузчика. Изменение во времени реакций опор в этот момент объясняется качанием погрузчика на пневматических шинах и раскачиванием на шарнирном подвесе грейфера с грузом. При этом максимальный угол отклонения грейфера от вертикали в продольной плоскости погрузчика в 1,5—2,5 раза выше ($\varphi_{max} = 0,28$ рад), чем при вынужденных колебаниях, происходящих в результате работы гидропривода в период его разгона. Раскачивание грейфера во время свободных затухающих колебаний исключает возможность точной укладки сортиментов, например, в железнодорожные вагоны, увеличивая тем самым продолжительность всего цикла погрузки за счет необходимости затраты времени на успокоение груза.

В процессе эксплуатации лесопогрузчика не всегда требуется достигать полного успокоения качающегося на подвесе груза. Так, при отклонении грейфера на угол $9 \cdot 10^{-2}$ рад крайняя точка его наружного

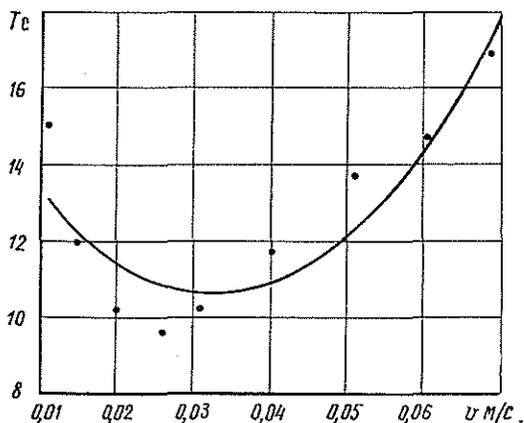


Рис. 1.

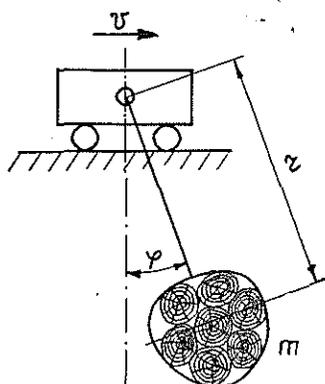


Рис. 2.

контура отклоняется от равновесного положения на расстояние менее 0,1 м, что для практических целей вполне достаточно. Поэтому определение по осциллограммам суммарного времени, затраченного на перемещение груза стрелой и успокоение колеблющегося груза, производили по достижении амплитуды затухающих колебаний, равной $0,9 \cdot 10^{-2}$ рад. По результатам экспериментальных данных построен график изменения суммарного времени T , затраченного на перемещение груза и ожидание прекращения маятниковых колебаний, от скорости v перемещения штоков гидроцилиндров (рис. 1).

Для теоретического определения оптимальной скорости движения штоков цилиндров рассмотрим расчетную схему движения груза в момент остановки стрелы грузоподъемного оборудования (рис. 2).

При теоретическом исследовании введен ряд допущений: 1) конструкция лесопогрузчика абсолютно жесткая; 2) масса грейфера с сортирентами сосредоточена в центре тяжести; 3) силы сопротивления пропорциональны первой степени скорости; 4) колебания груза малы.

Используя эти допущения, получим уравнение движения груза [2]:

$$mr^2 \ddot{\varphi} + b\dot{\varphi} + mgr\varphi = 0, \quad (1)$$

где m — масса грейфера с грузом, сосредоточенная в центре тяжести, кг;

b — коэффициент пропорциональности, кг·м/с;

r — расстояние от оси подвеса до центра тяжести массы грейфера с грузом, м;

g — ускорение свободного падения, м/с²;

φ — обобщенная координата, рад.

Разделив обе части уравнения (1) на mr^2 и обозначив

$$k^2 = \frac{g}{r}; \quad 2n = \frac{b}{mr^2},$$

получим известное уравнение свободных затухающих колебаний

$$\ddot{\varphi} + 2n\dot{\varphi} + k^2\varphi = 0. \quad (2)$$

Для нахождения коэффициента n , характеризующего сопротивление среды, проводили дополнительные опыты. Грейфер с грузом отклоняли на угол $0,9 \cdot 10^{-2}$ рад. Отпущенный без начальной скорости, он совершал маятниковые колебания относительно положения равновесия; при этом на фотобумагу записывались угловые отклонения. Обработка осциллограмм показала, что значения двух соседних амплитуд a_i и a_{i+1} , отстоящих друг от друга на величину периода T_* затухающих колебаний, отличаются на 20 %. Логарифмический декремент колебаний, вычисленный по формуле $\lambda = \ln \frac{a_i}{a_{i+1}}$, оказался равным 0,22, тогда коэффициент сопротивления среды, найденный по выражению

$$n = \frac{\lambda}{T_*}, \quad (3)$$

составил 0,071.

При $k > n$ ($k = 1,99 \text{ с}^{-1}$) решение уравнения (2), как известно, имеет вид:

$$\varphi = Ae^{-nt} \sin(k_* t + \alpha), \quad (4)$$

где

$$k_* = \sqrt{k^2 - n^2}; \quad A = \sqrt{\frac{(\dot{\varphi}_0 + n\varphi_0)^2}{k^2 - n^2} + \varphi_0^2};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\dot{\varphi}_0 \sqrt{k^2 - n^2}}{\varphi_0 + n\varphi_0}.$$

Запишем равенство (3) в виде

$$n = \frac{\lambda}{2\pi} \sqrt{k^2 - n^2}. \quad (5)$$

Решая уравнение (5), получим $n = 0,0012 k^2$. Следовательно, частота затухающих колебаний

$$k_* = \sqrt{k^2 - n^2} = 0,999k \quad (6)$$

отличается от собственной частоты всего на 0,1 %.

Используя начальные условия: при $t = 0$ $\varphi_0 = 0$; $\dot{\varphi}_0 = \frac{v}{r}$ (где v — скорость торможения, м/с) и учитывая соотношение (6), получим закон изменения угла отклонения грейфера с сортирентами в вертикальной продольной плоскости погрузчика:

$$\varphi = \frac{v}{rk} e^{-0,071t} \sin 1,99t. \quad (7)$$

Значения углов, вычисленных из уравнения (7) для скорости перемещения оголовка стрелы $v = 0,8$ м/с, близки к экспериментальным значениям. Расхождение экспериментальных и расчетных данных не превышает 8 %. Выражение (7) для определения углов отклонения грейфера в период свободных затухающих колебаний можно применить в практических расчетах грейферных лесопогрузчиков.

В результате проведенных исследований можно отметить следующее.

1. Выполнение грузоподъемных операций, связанных с изменением вылета стрелы, неопасно в отношении потери погрузчиком продольной устойчивости: значения реакции задних колес при остановке груза незначительно отличаются от статических реакций.

2. Маятниковые колебания грейфера на шарнирном подвесе необходимо учитывать при расчете гидропривода грузоподъемного механизма с тем, чтобы обеспечить высокоэффективную работу лесопогрузчика.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алферьев Н. И. К вопросу исследования гидроманипулятора с шарнирно подвешенным захватом в режиме поворота. — Тр. ЦНИИМЭ, Химки, 1975, вып. 143, с. 87—91. [2]. Бутенин Н. В., Луиц Я. Л., Меркин Д. Р. Курс теоретической механики: Динамика: — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1979, т. 2. — 544 с. [3]. Таубер Б. А. Подъемно-транспортные машины. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 456 с.

Поступила 7 сентября 1983 г.

УДК 629.11.012.814

ВЛИЯНИЕ УПРУГОСТИ ПАКЕТА ХЛЫСТОВ НА КОЛЕБАНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

А. А. ФАДЕНКОВ

ЦНИИМЭ

В настоящее время при расчете колебаний лесовозных автопоездов распределенная по длине масса пакета хлыстов (или деревьев) заменяется эквивалентными дискретными массами с соответствующими упругими и демпфирующими элементами. Они приводятся к точкам опоры (коникам) и центру тяжести пакета, колебания которых считаются независимыми, или же колеблющиеся дискретные массы считаются связанными гибкой невесомой балкой [1, 2]. При такой замене изгибные колебания пакета учитываются недостаточно. Однако наблюдения показывают [3], что колебания какой-либо части пакета хлыстов вследствие его упругости не локализируются около источника возмущений, а распространяются в виде волн. Взаимная связь колебаний переднего и заднего коников автопоезда весьма значительна. Наиболее наглядно эта взаимосвязь может быть выявлена при переходных процессах, представляющих собой реакцию динамической системы (автопоезда) на кратковременное воздействие. С этой целью нами была проведена серия экспериментов на лесовозном автопоезде КрАЗ-255Л+ГКБ-9383 с пятью различными видами номинальных реальных нагрузок.

Вид нагрузок и их характеристика представлены в табл. 1. Для каждого вида нагрузки в таблице приведены также расчетные коэффициенты распределения подрессоренных масс тягача и изгибной жесткости пакетов леса в комлевом сечении.

Для кратковременного воздействия на колеса одной оси автопоезда была использована одиночная искусственная переносная синусоидальная неровность длиной 0,5 м, высотой 0,1 м и шириной, равной ширине проезжей части, закрепленная на ровном горизонтальном участке гравийной дороги. При проходе через эту неровность автопоезда с различным видом нагрузки с помощью измерительных тензодатчиков регистрировали на ленту осциллографа вертикальные динамические нагрузки на всех его осях.

Осциллографическая запись динамических нагрузок показана на рисунке.

Из осциллограмм ясно видна характерная особенность балансирной подвески сдвоенных осей: одновременное их нагружение через балансир. Анализ осциллографической записи показывает, что только при

Таблица 1

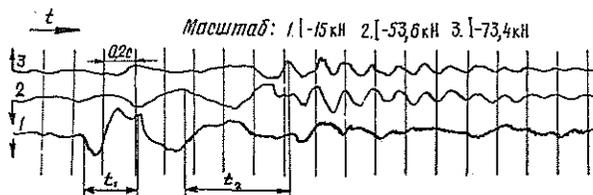
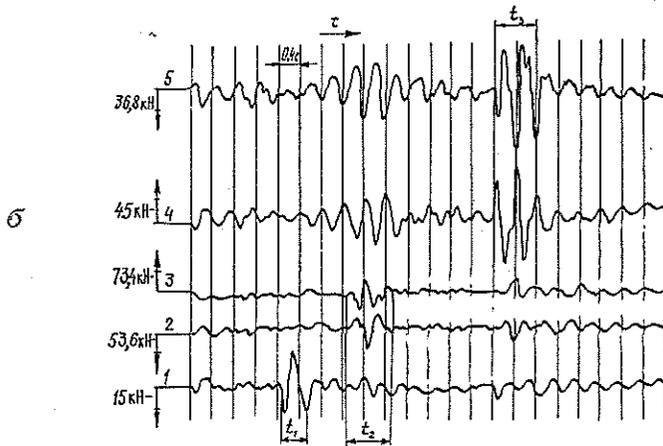
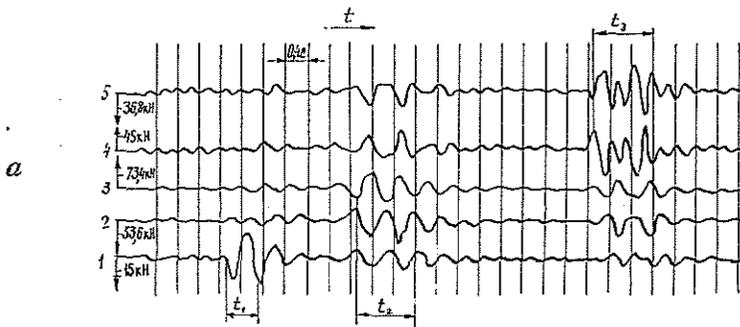
Характеристика нагрузок

| Вид нагрузки | Объем паке-та, м ³ | Число хлыстов, шт. | Расстояние между кониками, м | Максимальный свес с коников, м | | Распределение массы по коникам, кг | | Изгибная жесткость в комплексе с осевыми чени E _г , кН·м ² | Коэффициент распределения подвесных масс тягача, ε |
|---|-------------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------|---------|------------------------------------|------------|--|--|
| | | | | переднего | заднего | на тягач | на роспуск | | |
| Пакет гибких хлыстов | 29 | 37 (ель, береза) | 11 | 1 | 12 | 8000 | 15 000 | 21·10 ⁴ | 0,76 |
| Пакет жестких хлыстов | 28,2 | 6 (осина) | 11 | 1 | 8 | 8000 | 15 000 | 142·10 ⁴ | 0,76 |
| Пакет соргментов | 14 | 36 (ель) | 4,8 | 0,85 | 0,85 | 5800 | 5800 | 23·10 ⁴ | 0,75 |
| Бетонный блок на конике тягача (без роспуска) | — | — | — | — | — | 8000 | — | — | 0,88 |
| Роспуск на шасси тягача* | — | — | — | — | — | — | — | — | 1,39 |

* Передняя ось тягача нагружается при этом на 14 % (7,5 кН) по сравнению с порожним тягачом.

нагрузке автопоезда гибкими и жесткими пакетами хлыстов* (а также с роспуском на шасси тягача) при проходе автопоезда через неровность видна колебательная связь между всеми его осями. Количественная величина взаимосвязи между тягачом и роспуском для этих случаев

* Термины «жесткий» и «гибкий» пакет хлыстов условные. Во время опытов при равных массах пакетов и равных нагрузках на коники тягача и роспуска (см. табл. 1) жесткий пакет состоял из 6 толстых хлыстов со средним объемом хлыста 4,7 м³; гибкий — из 37 тонких со средним объемом хлыста 0,78 м³. Их изгибная жесткость (расчетная) различалась в 7 раз.



Осциллографическая запись динамических нагрузок (переходных процессов) на осях автопоезда КрАЗ-255Л+ГКБ-9383 при переезде через одиночную синусоидальную неровность длиной 0,5 м и высотой 0,1 м.

a — с пакетом гибких хлыстов; $v_a = 2,5$ м/с (9 км/ч); *б* — с пакетом жестких хлыстов; $v_a = 3,9$ м/с (14,1 км/ч); *в* — с роспуском на шасси; $v_a = 5,4$ м/с (19,6 км/ч); 1—5 — номера осей автопоезда; стрелки у начала осциллограмм показывают направление отклонения светового луча при нагружении осей, на стрелках отложен масштаб записи нагрузок; t_1 , t_2 , t_3 — время прохода неровности соответственно первой осью, задними осями тягача и роспуском; v_a — скорость автопоезда.

нагрузки, выраженная в процентном отношении динамической нагрузки на их осях к собственной максимальной динамической нагрузке на

Таблица 2

Взаимосвязь колебаний тягача и роспуска

| Момент прохода автопоездом дорожной неровности | Динамическая нагрузка на осях, % от собственной максимальной динамической нагрузки | | |
|---|---|-------------------------------|---------------------|
| | на пер- вой оси тягача | на зад- них осях тягача | на осях роспуска |
| Первой оси тягача в период t_1 | 100 | 18—20 | 5—6 |
| | 100 | 5—6 | — |
| Задних осей в период t_2 | 33 | 100 | 70—84 |
| | 27 | 100 | 63—69 |
| Осей роспуска в период t_3 | 23 | 71—73 | 100 |
| | 24 | 60—67 | 100 |

Примечание. В числителе данные для автопоезда с пакетом гибких хлыстов; в знаменателе — жестких.

тех же осях при их непосредственном проходе по неровности, показана в табл. 2.

Из таблицы видно, что пакет гибких хлыстов оказывает большее влияние на колебательную связь между осями автопоезда, чем пакет жестких хлыстов, что объясняется более значительным раскачиванием всего автопоезда в первом случае.

При проходе через неровность автопоезда, нагруженного пакетом сортиментов, колебательная связь между тягачом и роспуском выражена слабо. Кроме того, имеет место отрыв колес роспуска от дороги в период t_3 . При проходе через неровность автомобиля без прицепа, нагруженного на конике тягача бетонным блоком массой 8000 кг, дополнительная динамическая нагрузка на переднюю ось автомобиля от импульса задних осей (в период t_2) составила 10 % от наибольшей величины, а влияние импульса от передней оси на дополнительную нагруженность задних осей (в период t_1) отсутствует.

У автомобиля с роспуском на шасси тягача при переезде через неровность со скоростью 19,6 км/ч динамическая нагрузка на переднюю ось от импульса задних осей равна 40 % максимального значения и несколько отстает по времени. На задних осях от импульса передней оси она равна 100 % их динамической нагрузки в период прохода осей через неровность. В этом случае (при коэффициенте распределения поддресоренных масс тягача $\epsilon = 1,39$) влияние импульса от передней оси на динамическую нагруженность задних осей выражено значительно сильнее, чем влияние импульса от этих осей на динамическую нагруженность передней оси, в то время как у всех других рассматриваемых нагрузок (при $\epsilon < 1$) наблюдается обратная картина. Наибольшая же динамическая нагрузка на осях балансирной тележки у автомобиля с роспуском на шасси возникает после прохода ими неровности и достигает 170—180 % своего значения в период непосредственного переезда через неровность t_2 , причем частота колебаний нагрузки в переходном процессе выше частоты возбуждения примерно в 1,5 раза. Такое неблагоприятное раскачивание роспуска на шасси тягача объясняется некомпактным его расположением относительно центра тяжести поддресоренных масс.

Колебание динамической нагрузки в переходный период на всех осях автопоезда с пакетом жестких хлыстов происходит с собственной

частотой, близкой к частоте возбуждения, что примерно на 35 % выше расчетной частоты свободных колебаний сосредоточенной подрессоренной массы тягача на его задней подвеске и на 17 % ниже частоты свободных колебаний груженого роспуска на шинах.

Переход динамических нагрузок от импульсов тягача на роспуск и от роспуска на тягач у автопоезда с пакетом как гибких, так и жестких хлыстов происходит с частотой возбуждения импульсов. Однако в период прохода роспуска по неровности видны вторичные всплески динамических нагрузок на его осях, представляющие собой реакцию осей на изгибные колебания заднего гибкого свеса хлыстов. Эти вторичные реакции осей роспуска возникают в противофазе нагружения осей тягача от импульсов роспуска и поэтому на оси тягача не передаются. Суммарная же частота динамических нагрузок на осях роспуска с пакетом гибких хлыстов вследствие этого в два раза больше частоты нагружения осей тягача (т. е. частоты возбуждения) и приблизительно на 18 % превышает частоту свободных колебаний на шинах роспуска, нагруженного сосредоточенным эквивалентным грузом. У пакета жестких хлыстов такая вторичная динамическая нагруженность осей роспуска выражена очень слабо и нечетко, т. е. практически отсутствует.

С увеличением скорости прохода по неровности автопоезда с пакетом гибких хлыстов от 9 до 30 км/ч (т. е. с увеличением частоты возбуждения от 1,8 до 6 Гц) число вторичных всплесков динамической нагрузки на осях роспуска сначала возрастает до трех, а затем происходит срез их частоты и наложение друг на друга. При этом вторичные динамические нагрузки колеблются в пределах 34—86 % от максимальных первичных (основных).

Таким образом, упругость и жесткость пакета хлыстов существенно влияют на колебательный процесс и нагрузочный режим лесовозного автопоезда, особенно на нагрузочный частотный спектр роспуска. Эту динамическую особенность лесовозного автопоезда необходимо учитывать как при расчете его колебаний, так и при определении степени воздействия его колес на дорожное покрытие.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жуков А. В., Кадошко Л. И. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний. — Минск: Наука и техника, 1978. — 264 с. [2]. Сравнительный анализ расчетных моделей вертикальных колебаний автопоездов-лесовозов/ Ю. Ю. Беленький, А. В. Жуков, А. Б. Азбель, А. И. Петрович. — Автомоб. пром-сть, 1979, № 7, с. 16—20. [3]. Фаденков А. А. Напряжения в элементах конструкции роспусков ТМЗ-803 и ЛТ-56. — РЖ «Технология машиностроения», 1975, № 8, реф. № 8Д260.

Поступила 8 июля 1983 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.931-412.001.24

ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СООТНОШЕНИЙ
ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ОДНОБОРОТНОЙ СПИРАЛЬНОЙ
ПИЛЫ ПРОТЯЖНОГО ТИПА

Н. Ф. КОВАЛЕВ, Б. Н. НОВИК

Белорусский технологический институт

В связи с тем, что появилось несколько новых конструкций пильных групп, потребовалось уточнить их классификацию.

На рис. 1 представлена классификация инструментов пильных групп раскрывочных установок. Классификация проведена по следующим признакам: состояние хлыста (покой или движение) в момент воздействия на него инструмента; характер движения инструмента во время одного реза; форма инструмента и способ резания; конечное состояние древесины, извлекаемой при резании из объема пропила.

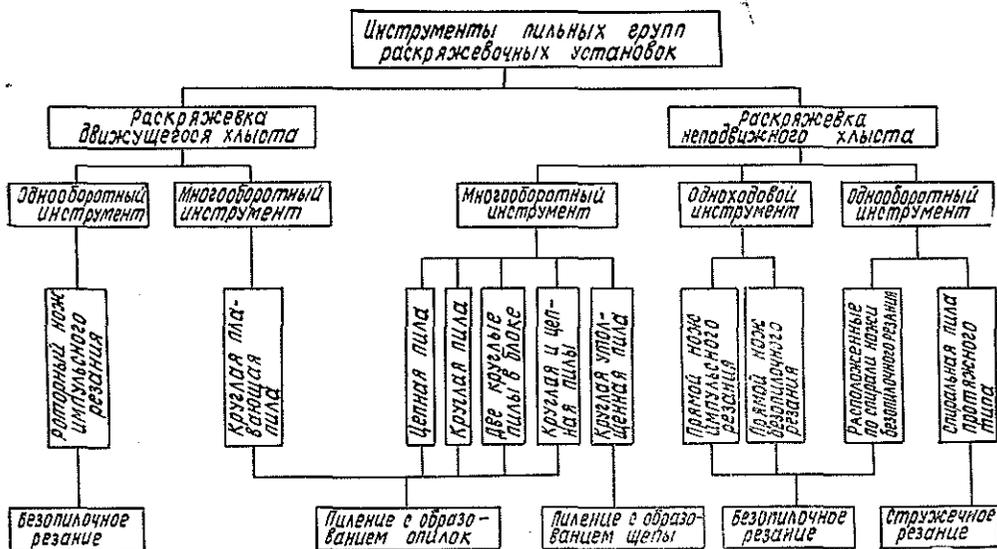


Рис. 1.

Пильные группы с многооборотными инструментами — основное средство раскрывки хлыстов. Многооборотные пилы дают хорошее качество поверхностей реза, однако при этом образуются отходы в виде опилок, которые могут достигать 1 % от общего количества раскрываемой древесины. К серьезным недостаткам этих инструментов следует отнести повышенную шумность и опасность процесса пиления древесины, которые обусловлены большими (до 80 м/с) скоростями резания.

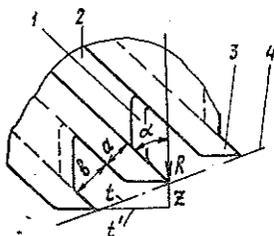
В настоящее время большое внимание уделяется пильным группам с инструментами безопилочного резания, обеспечивающими выполнение реза хлыста за один оборот или ход. К таким инструментам относятся (рис. 1) ножи безопилочного и импульсного действия, причем последние, обеспечивая перерезание хлыста за сотые доли секунды, открывают возможность перехода к разработке технологии раскряжевки без остановки транспортера.

На основе анализа приведенной классификации нам представляется целесообразным применять инструменты протяжного типа, выполненные по форме улитки [1].

Рез хлыста таким инструментом осуществляется методом его протаскивания через древесину с отделением стружки и совершается за один оборот, так как вершины всех зубьев расположены по спирали таким образом, что радиус последнего работающего зуба относительно оси вращения «улитки» превышает радиус первого на величину диаметра хлыста, а радиусы вращения соседних зубьев различаются на постоянную величину толщины снимаемой стружки.

Рис. 2. Режущий профиль инструмента.

1 — наклонная поверхность стружкоотводного канала; 2 — стружкоотводный канал; 3 — зуб; 4 — линия вершин зубьев.



Чтобы обеспечить вывод стружки из зоны резания, передние грани каждого из зубьев наклонной поверхностью соединяются со стружкоотводными каналами раскрытого типа, расположенными в шахматном порядке по обеим сторонам полотнища под острыми углами к радиусам вращения (рис. 2). Взаимодействуя в процессе резания с торцами пропила, стружка по каналам выводится к центру вращения инструмента в полости таких размеров, которые достаточны для размещения в них всей образующейся за один раз стружки.

При применении к каждому зубу боковых подрезателей, выполняющих основную работу по перерезанию волокон и формированию стенок пропила, новый инструмент обеспечивает резание при относительно свободном введении его полотнища в древесину, так как необходимый для этого объем в ее теле освобождается по существу обычным методом срезания стружки, удаляемой малыми затратами энергии проталкивания ее по стружкоотводным каналам.

Процесс протягивания наряду с бесшумностью (отсутствием звуковых колебаний высоких частот) и безопасностью призван обеспечить получение из пропила технологической стружки, пригодной для дальнейшей переработки.

При проектировании такого инструмента неясен характер кинематических соотношений между элементами его конструкции, а также вид самой спирали.

Для выведения аналитических зависимостей исходим из того, что ширину стружкоотводного канала и его глубину следует выбирать равными соответственно ширине пропила (толщине полотнища) и задаваемой толщине стружки. Они связаны следующей зависимостью:

$$b = 2z + c, \quad (1)$$

где b — толщина полотнища инструмента;
 z — толщина стружки, снимаемой каждым зубом;
 c — толщина перемычки между уровнями дна противоположащих каналов, определяемая из условия прочности полотнища.

Тогда шаг зубьев t , согласно рис. 2, можно определить по формуле:

$$t = \sqrt{z^2 + \left(\frac{a+b}{\cos \alpha} - z \operatorname{tg} \alpha\right)^2}, \quad (2)$$

где a — толщина зуба в плоскости полотнища, задаваемая конструктивно или определяемая из условий прочности;
 α — угол наклона стружкоотводного канала зуба к его радиусу вращения.

Число зубьев n находим из соотношения

$$n = \frac{D}{z}, \quad (3)$$

где D — расчетный диаметр распиливаемого хлыста.

При рассмотрении структуры спирали, образованной вершинами зубьев, задача сводится к следующему: 1) вывести аналитическую зависимость между радиусом и углом поворота ветви спирали; 2) вычислив шаг зубьев t из соотношения (2), необходимо определить радиус начальной окружности инструмента, начиная с которого развернутый на угол $\theta < 2\pi$ участок ветви спирали может вместить все зубья, число которых определено из выражения (3).

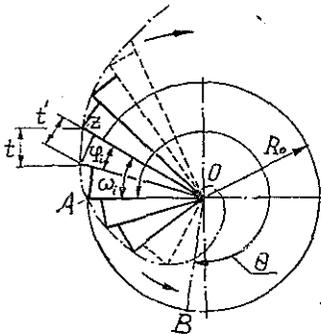


Рис. 3. Схема образования спирали.

Из центра O построим ветвь спирали по точкам, которые на некотором (между линиями радиусов точек A и B) ее участке соответствуют вершинам зубьев. При этом всякую предыдущую точку можно представить началом хорды t' , стягивающей дугу окружности некоторого радиуса R (кратного величине z), а последующую — концом радиуса $R+z$, проведенного через конец этой хорды (рис. 3). При достаточном удалении участка ветви от центра имеют место следующие равенства:

$$t' = \frac{a+b}{\cos \alpha} - z \operatorname{tg} \alpha; \quad (4)$$

$$l = R_i \varphi_i \approx t'. \quad (5)$$

Здесь t' — проекция шага t на касательную к радиусу (рис. 2);
 l — длина дуги окружности, стягиваемая хордой t' ;
 R_i — радиус i -того зуба, кратный z ;
 φ — угол между радиусами R_i и R_{i+1} .

Если принять, что n_1 — число зубьев от центра спирали до точки A , начиная от которой рабочий участок ветви спирали разворачивается до линии радиуса точки B на требуемый угол $\theta \leq 2\pi$ с разницей радиусов $R_B - R_A = D$, и обозначить общее число зубьев через n_2 , тогда получим:

$$\Theta = \sum_{i=1}^{i=n_2} \varphi_B - \sum_{i=1}^{i=n_1} \varphi_A = \frac{t'}{z} \left\{ \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n_2} \right) - \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n_1} \right) \right\}, \quad (6)$$

где φ_A и φ_B — углы разворота ветви спирали от центра до точек соответственно A и B .

Пользуясь методом приближенного численного интегрирования [2], каждую из сумм уравнения (6) можно представить так:

$$\frac{t'}{z} \sum_{i=1}^{i=n} \left[\frac{1}{1 + (n-1)} \right];$$

ее можно рассматривать как сумму значений функции $f(n) = \frac{1}{n}$, тогда

$$\Theta = \frac{t'}{z} \left(\int_{i=1}^{n_2} \frac{dx}{x} - \int_{i=1}^{n_1} \frac{dx}{x} \right) = \frac{t'}{z} (\ln n_2 - \ln n_1)$$

и, следовательно,

$$\Theta = \frac{t'}{z} \ln \frac{n_2}{n_1} = \frac{t'}{z} \ln \frac{n_1 + \frac{D}{z}}{n_1}. \quad (7)$$

Угол ω_i промежуточной точки рабочего участка можно определить аналогично

$$\omega_i = \frac{t'}{z} \ln \frac{n_1 + i}{n_1}, \quad (8)$$

где i — номер любого зуба рабочего участка спирали.

Решая совместно уравнения (7) и (8), получим:

$$(n_1 + i) = \frac{n_1^2 e^{z t' (\omega_i + \Theta)}}{n_1 + D/z},$$

но

$$R_i = z(n_1 + i) \text{ и } R_0 = z n_1,$$

тогда

$$R_i = \frac{D}{e^{z \Theta t'} - 1} e^{z \omega_i t'}. \quad (9)$$

Здесь R_i — радиус i -го зуба рабочего участка спирали, развернутого на угол Θ .

В общем виде уравнение рабочего участка ветви спирали имеет вид

$$R = \frac{D}{e^{z \Theta t'} - 1} e^{z \omega t'}, \quad (10)$$

где $\omega \leq \Theta$.

Уравнение логарифмической спирали (10) обладает тем свойством, что радиус любого из зубьев пересекается с касательной к спирали в точке его вершины под постоянным углом β ;

$$\beta = \operatorname{arccctg} \frac{z}{r}. \quad (11)$$

Первый множитель уравнения (10) — выражение радиуса начальной окружности инструмента R_0 , величина которого прямо пропорциональна расчетному диаметру хлыста.

Таким образом, чтобы обеспечить постоянную толщину стружки, снимаемой каждым зубом при соблюдении равного шага между ними, вершины зубьев следует располагать по логарифмической спирали с полюсом, совпадающим с центром вращения инструмента. Выражения (1), (2), (10) позволяют, задаваясь значениями расчетного диаметра хлыста, толщиной стружки, углом наклона и шириной пропила, рассчитать радиус начальной окружности инструмента и радиус любой точки его рабочего участка.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 946929 (СССР). Инструмент для поперечного резания древесины/ Н. Ф. Ковалев, Н. Н. Ковалев, Л. А. Латрушкин. — Оpubл. в Б. И., 1982, № 27. [2]. Зельдович Я. Б., Мышкин А. Д. Элементы прикладной математики. — М.: Наука, 1965. — 609 с.

Поступила 8 августа 1983 г.

УДК 674.05 : 621.9.02

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗГИБА ДИСКА КРУГЛОЙ ПИЛЫ, ОПЕРТОГО В ТРЕХ ТОЧКАХ ПО КОНТУРУ, МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В. Л. УСАЧЕВ, Ю. М. СТАХИЕВ

Архангельский лесотехнический институт, ЦНИИМОД

Плоские круглые пилы для повышения устойчивости при эксплуатации проковывают или вальцуют. По ГОСТу 980—80 для оценки возникших начальных напряжений пилу рекомендуют устанавливать в горизонтальное положение на три шарнирные опоры, находящиеся на одной окружности и отстоящие одна от другой на 120° , и измерять прогиб диска от собственного веса в контрольной точке, удаленной от центра на 50 мм. О степени напряженного состояния диска судят по отношению измеренного (фактического) прогиба к расчетной величине без начальных напряжений в диске.

Для расчета прогибов авторами выбран метод конечных элементов в перемещениях (МКЭ) [2], позволяющий эффективно использовать современные ЭВМ и их математическое обеспечение. Задача определения прогибов диска пилы в линейной постановке (когда прогиб меньше $1/5$ толщины диска) при соблюдении гипотез Кирхгофа — Лява приводится к уравнению Софи-Жермен [1]

$$\nabla^2 \nabla^2 w = \frac{q(x, y)}{Eh^3/12(1-\nu^2)}, \quad (1)$$

где w — прогиб пластины в точке с координатами x, y ;
 $q(x, y)$ — характер распределенной нагрузки ($q = \text{const}$);
 E — модуль упругости материала;
 ν — коэффициент Пуассона;
 h — высота пластины.

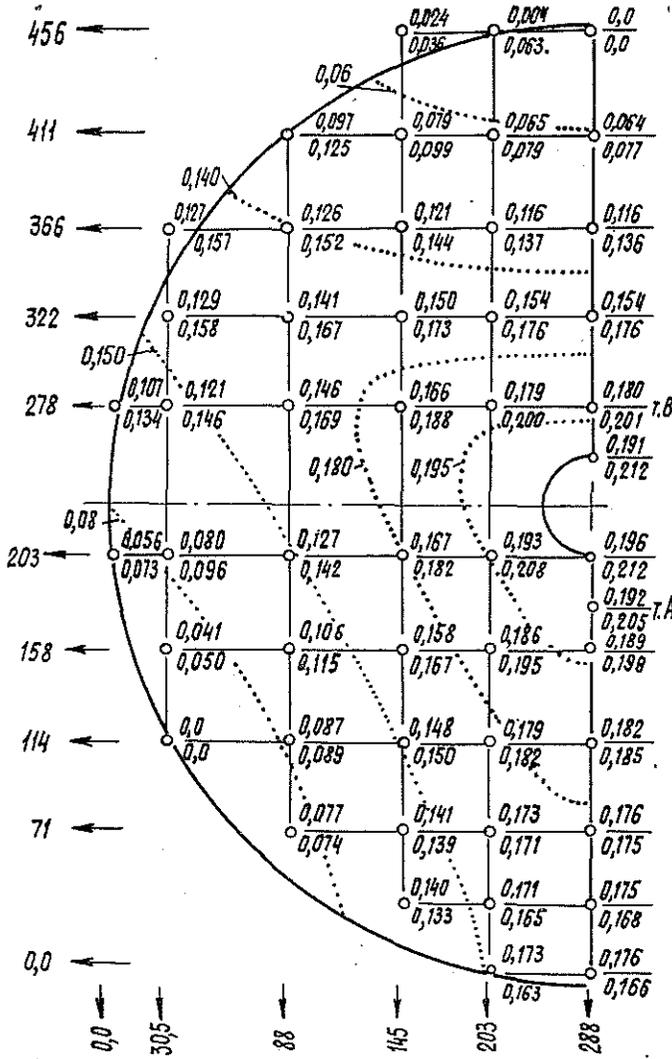


Схема к расчету прогибов диска пилы.

В числителе приведены значения прогибов при 45 конечных элементах; в знаменателе — при 146. Точки диска с одинаковыми прогибами соединены пунктирными линиями.

При вычислениях диск разбивали координатной сеткой (см. рис.) на прямоугольные конечные элементы и к дискретной расчетной схеме применяли принцип возможных перемещений

$$\delta \Pi / \delta z_i = 0, \tag{2}$$

где Π — потенциальная энергия системы;
 z_i — перемещения узловых точек;
 $i = 1, 2, 3, \dots, n$ — количество степеней свободы системы.

Полная потенциальная энергия системы Π определяется алгебраической суммой работ внутренних и внешних сил

$$\Pi = \iint_v W dv - \int_s q_i w_i ds, \quad (3)$$

где W — удельная потенциальная энергия упругой деформации пластины;

q_i, w_i — поверхностные силы и совершаемые ими перемещения.

Прогибы пластины определяются матричным выражением [2, стр. 187]

$$w = [N] \{\delta\}, \quad (4)$$

где $[N]$ — функция формы конечного элемента, зависящая от декартовых координат;

$\{\delta\}$ — матрица-столбец узловых параметров конечного элемента.

Функция формы обычно определяется для прямоугольного конечного элемента пластины усеченным бикубическим полиномом

$$w = f_1 + f_2x + f_3y + f_4xy + f_5x^2 + f_6y^2 + f_7x^3 + f_8x^2y + f_9xy^2 + f_{10}y^3 + f_{11}x^3y + f_{12}xy^3. \quad (5)$$

Такой полином обеспечивает неразрывность функции прогибов на границах между элементами. С помощью этого полинома вычисляют матрицы жесткости для отдельных конечных элементов по формуле

$$[r] = \int_v [B]^T [C] [B] dv, \quad (6)$$

где $[B], [B]^T$ — соответственно исходная и транспонированная матрицы деформации;

$[C]$ — матрица упругости для изотропной пластины;

$$[C] = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Здесь E — модуль упругости материала;

ν — коэффициент Пуассона;

h — толщина пластины.

С помощью матричных преобразований или логических операций матрицы жесткости отдельных КЭ суммируются в матрицу жесткости всей конструкции. Тем самым система с бесконечным количеством степеней свободы заменяется конструкцией с их конечным количеством. Требование минимума полной потенциальной энергии конструкции приводит к матричному уравнению

$$[K] \{Z\} - \{P\} = 0, \quad (8)$$

где $[K]$ — матрица жесткости всей конструкции;

$\{Z\}, \{P\}$ — матрицы-столбцы узловых перемещений и нагрузки соответственно.

Решение этого уравнения дает возможность определить узловые перемещения для всех конечных элементов, а также усилия и напряжения в отдельных точках пластины.

Для вычислений авторы использовали пакеты прикладных программ «Супер-76» и «ППП АПЖБК» [3]. Вычисления выполняли на ВЦ АЛТИ и ЦНИИМОДа с помощью ЭВМ «Минск-32» и ЕС-1022.

При выполнении расчетов приняты значения $E = 2,15 \cdot 10^5$ МПа, $\nu = 0,3$, удельный вес материала диска $\gamma = 7,8 \cdot 10^4$ Н/м³.

Расчетный диаметр окружности D_p , на которой расположены три шарнирные опоры, вычисляли по формуле:

$$D_p = D - 2h_3 - 10, \quad (9)$$

где D — диаметр пилы, мм;
 h_3 — высота зубьев, мм.

На рисунке пунктирные линии позволяют оценить форму поверхности диска пилы (диаметр 500 мм, толщина 2,5 мм), установленного на три шарнирные опоры и представленного в виде набора конечных элементов. Для оценки сходимости численных результатов количество конечных элементов увеличено с 45 до 146. Это привело к изменению значений перемещений на внешнем контуре (в зоне наиболее грубого описания) до 25 %, а в контрольной точке, отстоящей от центра на 50 мм, всего на 3,4 %.

Значения результатов расчетов для двух контрольных точек A и B (см. рис.), расположенных на одном диаметре (проходящем через шарнирную опору) и удаленных от центра пилы на 50 мм, приведены в таблице. Количество конечных элементов для пил диаметром 500, 630, 710 и 1250 мм принято равным 146, в остальных случаях — 45. Для сравнения и контроля в этой же таблице приведены значения прогибов в центре диска (без отверстия), рассчитанные по формулам, приведенным в работе [4, с. 330].

| Диаметр пилы, мм | Расчетный диаметр пилы*, мм | Толщина пилы, мм | Прогиб, мм | | | | Отношение прогиба по ГОСТу 980—80 к прогибу в точке A |
|------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|---------------------|-----------|-----------------------------------|---|
| | | | по ГОСТу 980—80 | рассчитанный по МКЭ | | рассчитанный по данным работы [4] | |
| | | | | Точка A | Точка B | | |
| 250 | 224 | 1,6 | 0,15 | 0,0294 | 0,0233 | 0,0276 | 6,44 |
| 315 | 285 | 2,0 | 0,20 | 0,0358 | — | 0,0463 | 5,59 |
| 360 | 328 | 2,2 | 0,20 | 0,0602 | 0,0533 | 0,0672 | 3,75 |
| 400 | 365 | 2,2 | 0,30 | 0,0898 | 0,0827 | 0,1030 | 3,62 |
| 450 | 412 | 2,5 | 0,30 | 0,1260 | 0,1180 | 0,1290 | 2,54 |
| 500 | 459 | 2,5 | 0,40 | 0,2050 | 0,2010 | 0,1990 | 1,95 |
| 560 | 515 | 2,5 | 0,45 | 0,3020 | 0,2930 | 0,3160 | 1,53 |
| 630 | 581 | 2,8 | 0,55 | 0,5560 | 0,5460 | 0,4080 | 0,99 |
| 710 | 656 | 3,0 | 0,70 | 0,6230 | 0,6140 | 0,5780 | 1,12 |
| 800 | 740 | 3,2 | 0,90 | 0,8250 | 0,7890 | 0,8230 | 1,14 |
| 900 | 834 | 3,6 | 1,25 | 0,9990 | 0,9640 | 1,0490 | 1,29 |
| 1000 | 928 | 4,0 | 1,50 | 1,2810 | 1,2290 | 1,3020 | 1,22 |
| 1250 | 1162 | 4,5 | 2,50 | 2,5900 | 2,5810 | 2,5300 | 0,97 |
| 1500 | 1397 | 5,0 | 4,50 | 4,2740 | 4,1840 | 4,2810 | 1,07 |

* Соответствует пилам типа I, исполнения I с числом зубьев 48 по ГОСТу 980—80.

Приведенные расчеты показывают, что прогиб в точке B меньше, чем в точке A , что объясняется различным расположением этих точек относительно шарнирных опор. Прогиб в центре сплошного диска по величине близок к прогибу диска с отверстием в точках A и B . Сопоставление прогибов позволяет оценить погрешность при использовании нормативов проковки (вальцевания) в расчетах формулы из работы [4, с. 330].

Степень проковки (вальцевания) пил по ГОСТу 980—80, характеризуемая отношением нормативного и расчетного прогибов (без напряжений в диске), уменьшается с увеличением диаметра пил. Поскольку в наших расчетах использовали линейную модель, справедливую для небольших прогибов (не превышающих 1/5 толщины диска), то для пил диаметром 800 мм и выше необходимо провести дополнительные исследования, учитывающие мембранные напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Воробьев Л. Н. Краткий курс теории упругости пластин и оболочек. — Новочеркасск: НПИ, 1975. [2]. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. — М.: Мир, 1975. [3]. Пакет прикладных программ для автоматизированного проектирования железобетонных конструкций подземных и надземных сооружений в промышленности и гражданском строительстве (ППП АП ЖБК). — М.: Госстрой СССР, ЦНИПИАСС, 1980. [4]. Тимошенко С. П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. — М.: Наука, 1966. — 635 с.

Поступила 19 апреля 1983 г.

УДК 674.093.6-412.001.5

МЕТОДИКА РАСЧЕТА БОКОВОГО СМЕЩЕНИЯ БРЕВЕН И БРУСЬЕВ ПРИ РАМНОЙ РАСПИЛОВКЕ

В. С. ЯСИНСКИЙ, А. В. КУЧИН

Ленинградская лесотехническая академия

Большие потери объемного выхода пиломатериалов происходят по причине неточности базирования бревен и брусьев при рамной распиловке. Проведенные нами наблюдения в лесопильном цехе ЛДК № 3 ПО Северолесозэкспорт показали, что у пиломатериалов толщиной 38 мм и более, которые выпиливаются из пласти бруса, потери в сверхнормативный обзол составляют, в зависимости от поставов, 0,7—2,0 %. По оценке ЦНИИМОДа общие потери выхода пиломатериалов по этой причине могут достигать 6 % [3].

Исследованию погрешностей базирования бревен и брусьев при рамной распиловке посвящены работы [1, 3].

На ряде лесопильных предприятий вместо тележек ПРТ8-2 установлены впередирамные тележки с дистанционным управлением конструкции СЛДК. В связи с этим разработана новая методика проведения исследований [2], в основе которой лежат формулы для определения бокового смещения бревен и брусьев.

Боковое смещение бревна, или относительную ошибку базирования бревна λ_1 , мм, определяют из выражения:

$$\lambda_1 = 0,5 (\sqrt{d^2 - A^2} - H),$$

где d — диаметр бревна в вершине, мм;

A — фактическая ширина пласти бруса, мм;

H — высота бруса с припуском на усушку, мм.

Расчетная схема определения бокового смещения бревна приведена на рис. 1.

Система меток с постоянным шагом t , наносимая на наружную пластъ бруса для измерения его бокового смещения, показана на рис. 2. При этом шаг меток t должен быть меньше толщины толстых досок, выпиливаемых из пласти бруса, тогда на каждой доске будет по крайней мере одна метка. Для нанесения меток применяют маркировочный шаблон и красную краску.

Боковое смещение бруса, или относительную ошибку базирования бруса λ_2 , мм, находят по формуле:

$$\lambda_2 = 0,5A - (nt + \mu + C_i),$$

где n — порядковый номер метки;

t — шаг меток, мм;

- μ — расстояние от метки до левой (по ходу перемещения бруса) пласти доски, мм;
- C_i — расстояние от левой пласти доски до оси бруса, мм;
- i — порядковый номер доски (нумерация справа налево по ходу перемещения бруса).

Параметры C_i для каждого конкретного постава — постоянные величины, их рассчитывают по известной тол-

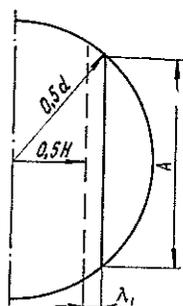


Рис. 1.

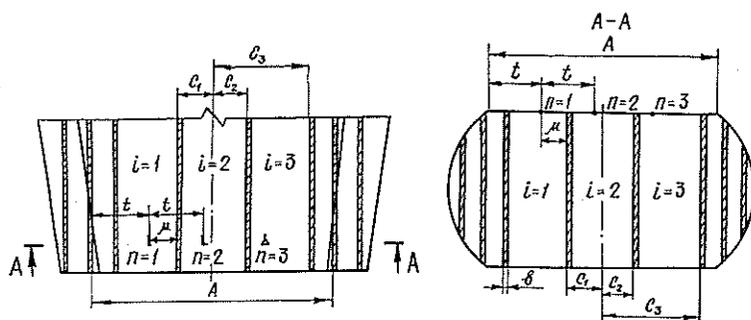


Рис. 2.

щине досок с припуском на усушку a и ширине пропила b . При числе толстых досок $m = 2$, выпиливаемых из пласти бруса,

$$C_1 = 0,5b; \quad C_2 = -(0,5b + a);$$

при $m = 3$

$$C_1 = b + 0,5a; \quad C_2 = -0,5a; \quad C_3 = -(b + 1,5a).$$

Аналогично рассчитывают C_i при других значениях m . Средние значения $\bar{\lambda}_1$ и $\bar{\lambda}_2$ и средние квадратические отклонения σ_{λ_1} и σ_{λ_2} , полученные в результате обработки серии замеров, характеризуют техническое состояние оборудования.

Потери выхода пиломатериалов можно оценить по средним значениям абсолютных ошибок базирования бревен и брусьев $\bar{\Delta}_1$ и $\bar{\Delta}_2$, которые получают путем статистической обработки модулей величин λ_1 и λ_2 .

| Предмет обработки | Относительная ошибка базирования | | Абсолютная ошибка базирования | |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| | Среднее значение, мм | Среднее квадратическое отклонение, мм | Среднее значение, мм | Среднее квадратическое отклонение, мм |
| Бревно | -1,7 | 7,6 | 7,4 | 4,7 |
| Брус | -4,0 | 21,3 | 18,2 | 11,9 |

При экспериментальных исследованиях боковые смещения определяли у бревен диаметром 18—28 см. Ритм работы лесопильных потоков не нарушался. Данные обрабатывали в соответствии с правилами математической статистики. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Эмпирические кривые распределения относительных ошибок базирования бревен и брусев оказались близкими к нормальным. По средним значениям и средним квадратическим отклонениям относительных ошибок базирования бревен и брусев построены соответствующие кривые нормального распределения. Гипотезу о нормальности распределения проверяли по критерию Пирсона χ^2 . Для относительной ошибки базирования бревна $\chi^2 = 14,13$ при числе степеней свободы $f = 9$, для бруса $\chi^2 = 7,02$ при $f = 11$. По табл. 7 приложения [4] $\chi_{0,05;9}^2 = 16,9$ и $\chi_{0,05;11}^2 = 19,7$. Поэтому гипотезу о нормальности распределений можно принять с 5 %-ным уровнем значимости.

Разработанная нами методика по определению боковых смещений бревен и брусев опробована в производственных условиях и по результатам испытаний рекомендована для использования в комплексной системе управления качеством продукции (КСУКП). Эта методика позволит своевременно выявлять и устранять неисправности лесопильных рам и околорамного оборудования, а также производить оценку потерь выхода пиломатериалов по данному поставу на определенном рамном потоке.

Полученные законы распределения относительных ошибок базирования бревен и брусев можно использовать при проведении дальнейших исследований в области раскроя пиловочного сырья на пиломатериалы, в частности, в процессе моделирования раскроя на ЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Кулиш В. Г. Определение погрешностей базирования бревен и брусев перед лесопильными рамами. — В кн.: Науч. тр. ЦНИИМОДа, Архангельск, 1973, вып. 28, с. 103—107. [2]. Кучин А. В., Самойлов И. Е. Способ контроля погрешностей базирования при рамной распиловке. — Архангельск, 1983. (Арханг. ЦНТИ. Информ. листок. № 14). [3]. Математическое моделирование и автоматизация управления процессами производства пиломатериалов: Отчет/ ЦНИИМОД; А. М. Копейкин, В. Г. Кулиш. — Архангельск, 1966. [4]. Пижурич А. А. Современные методы исследования технологических процессов в деревообработке. — М.: Лесн. пром-сть, 1972.

Поступила 13 апреля 1983 г.

УДК 621.921 : 674.815

СООТНОШЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕРНА, СВЯЗКИ И ПОР В АБРАЗИВНЫХ ЦИЛИНДРАХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С. И. ГРИЦИШИН

Львовский лесотехнический институт

В производстве мебели и ряда других изделий широко применяют древесностружечные, льнокостровые плиты и плиты из стеблей хлопчатника. Все они имеют отклонения размеров по толщине, значительно превышающие допустимые нормы. Для придания плитным материалам плоскопараллельности, заданной шероховатости поверхности и требуемых размеров по толщине их необходимо калибровать.

Как показано в работах [2, 3], во Львовском лесотехническом институте разработан новый высокоэффективный инструмент—абразивный цилиндр двух размеров $205 \times 645 \times 140$ и $260 \times 845 \times 140$ мм с норми-

рованной структурой, позволяющий решить проблему калибрования-шлифования мебельных заготовок из плитных материалов.

Инструмент состоит из абразивного слоя (шлифзерно и связка) толщиной соответственно 32,5 и 60 мм, наращенного на металлический корпус-гильзу диаметром 140 мм. В качестве абразивного материала использовали абразивное зерно из карбида кремния черного марки 55С, 54С, 53С зернистостью № 63, 80, 100, 125, 160. В качестве связующего взята эпоксидная смола ЭД-20 с полиэтиленполиаминовым отвердителем вязкостью 13—28 ГПа·с.

При изыскании абразивных цилиндров с нормированной структурой требовалось установить такое соотношение объемов зерна, связки и пор и разработать такую технологию производства инструмента, при которых получается готовое изделие с заданными физико-механическими свойствами. В основу разработки абразивных цилиндров с нормированной структурой на эпоксидной связке положена система структур аналогично металлообрабатывающим шлифовальным кругам, а также исследования по созданию абразивных кругов для шлифования массивной древесины [1].

Под структурой абразивного инструмента понимают его внутреннее строение, т. е. количественное соотношение и взаимное расположение в нем зерна, связки и пор. Следовательно, объем абразивного слоя цилиндра включает в себя три составные части: зерно, связку и поры. Каждая из составных частей имеет определенный объем, сумма этих объемов составляет 100 % объема абразивного слоя цилиндра. Каждой структуре, независимо от зернистости и твердости инструмента, соответствует определенное содержание зерна в общем объеме, который при переходе от одного номера структуры к ближайшему другому изменяется на 2 %. Зависимость объемного содержания абразивного зерна в инструменте V_z от номера структуры N выражается формулой

$$V_z = (62 - 2N) \% \quad (1)$$

Расчет состава формовочной массы инструмента и технология его изготовления приведены в работе [2].

Зависимость твердости абразивных цилиндров от исследуемых факторов имеет вид

$$H_{ц} = -541 + 8,83V_z + 23,07V_c + 83,92K_z - 0,011V_zV_c - \\ - 2,35V_zK_z + 1,22V_cK_z \text{ МПа.} \quad (2)$$

При этом граничные значения переменных факторов (нижний и верхний уровни варьирования) выбраны следующие: объем зерна (V_z) 50 и 58 %; объем связки (V_c) 6,5 и 21,5 %; зернистость (Z) № 63 и 160 выражается через коэффициент (K_z) 0,1 и 0,5. Следовательно, для зернистости абразива № 63, 80, 100, 125 и 160 коэффициент соответственно равен 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 и 0,5.

По уравнению (2) на ЭВМ «Мир-2» определена твердость абразивных цилиндров в пределах фактических значений исследуемых факторов и построена таблица соотношения объемов зерна, связки и пор в абразивных цилиндрах для калибрования-шлифования древесностружечных, льнокостровых плит и плит из стеблей хлопчатника.

Анализ результатов исследований показал, что при переходе от одного номера структуры к другому ближайшему при одной и той же пористости цилиндра твердость изменяется на 35 МПа, причем изменение количества связки в этом случае составляет 2 %. Для цилиндров одинаковой пористости при переходе от шестой структуры к каж-

Зависимость твердости H_c и пористости H от количества связи S для абразивных цилиндров разных структур представлена на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что для каждой структуры инструмента его пористость уменьшается, а твердость растет. С возрастанием номера структуры инструмента при одинаковом процентном содержании связи твердость уменьшается, а пористость увеличивается.

Экспериментальными исследованиями установлено, что в зависимости от твердости абразивных цилиндров их пористость изменяется в диапазоне от 43,5 до 22,5 %. Изучение процесса калибрования-шлифования показало, что при обработке древесностружечных плит и плит из стеблей хлопчатника целесообразно применять абразивные цилиндры твердостью 200—290 МПа, а для льнокостровых плит — твердостью 120—160 МПа. Приведенные значения твердости соответствуют структурам 4—6 и № 80, 100 и 125 зернистости абразива.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Яцюк А. И. Новый способ механической обработки древесины. — Львов: Вища школа, 1975. — 256 с. [2]. Яцюк А. И., Грицишин С. И. Абразивные цилиндры на оксидной связке для шлифования-калибрования древесностружечных и других плит. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 3, с. 56—59. [3]. Яцюк А. И., Грицишин С. И. Абразивные цилиндры с нормированной структурой для обработки плит. — В кн.: Науч.-техн. прогресс в деревообрабатывающей промышленности: Тез. докл. — Киев, 1979, с. 50—51.

Поступила 10 декабря 1982 г.

УДК 674.093.2 : 691.116

ПИЛОМАТЕРИАЛЫ С ГАРАНТИРУЕМОЙ ПРОЧНОСТЬЮ

А. М. БОРОВИКОВ, С. А. КАБАКОВ

ЦНИИМОД

Система классификации пиломатериалов, принятая в нашей стране, не выделяет пиломатериалы с гарантируемой прочностью. Однако из отечественных пиломатериалов, поставляемых на экспорт, потребители используют в строительстве в целом виде и для клееных конструкций пиломатериалы 4- и 5-го сортов по ТУ 13—316—76 [5], рассортированные визуально или на специальном оборудовании с учетом прочностных показателей.

Для определения упругих и прочностных показателей пиломатериалов, которые могут применяться в качестве конструкционных, а также для определения зависимости между этими показателями и с целью обоснования метода прочностной сортировки были исследованы сосновые и еловые пиломатериалы 4- и 5-го сортов сечениями 38×100 , 50×100 и 50×150 мм, наиболее значительными по объему при экспортных поставках.

Механических повреждений и дефектов обработки в образцах, отобранных из партии пиломатериалов по способу случайной бесповторной выборки, не допускали. Сортаобразующий порок (сучок) находился примерно на середине длины образца. Испытания на статический изгиб при нагружении на плась выполняли согласно ГОСТам 21554.1—81 и 21554.2—81 [1, 2].

Для каждого образца пиломатериалов рассчитывали модуль упругости E и предел прочности σ а также суммарную площадь проекций сучков S (в процентах от площади сечения) и площадь сучков в при-

Таблица 1

| Группа пиломатериалов | Сечение пиломатериалов, мм | Показатели | Единица измерения | Статистические показатели | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|------------|-------------------|---------------------------|-------|------|-------|-------|--------|------------|-----|
| | | | | \bar{x} | s | m | c | a | e | $x_{0,95}$ | n |
| АС4 | 50×150 | σ | МПа | 34,66 | 7,43 | 0,80 | 21,43 | 0,07 | -0,66 | 22,44 | 86 |
| | | E | ГПа | 6,79 | 1,35 | 0,15 | 19,87 | 0,46 | -0,29 | 4,57 | 86 |
| | | S | % | 27,60 | 12,60 | 1,36 | 45,67 | 0,36 | 0,23 | 6,87 | 86 |
| | | S_k | » | 11,53 | 5,51 | 0,59 | 47,82 | 0,27 | -0,46 | 2,46 | 86 |
| | | b | мм | 1,94 | 0,69 | 0,07 | 35,64 | -0,07 | 0,04 | 0,80 | 86 |
| АС5 | 50×150 | σ | МПа | 31,40 | 7,16 | 1,25 | 22,78 | 0,21 | -0,67 | 19,63 | 33 |
| | | E | ГПа | 6,08 | 1,07 | 0,18 | 17,61 | 0,36 | -0,02 | 4,32 | 34 |
| | | S | % | 27,43 | 14,44 | 2,44 | 52,62 | 0,17 | -0,55 | 3,68 | 35 |
| | | S_k | » | 12,81 | 5,06 | 0,86 | 39,51 | 0,39 | -0,58 | 4,48 | 35 |
| | | b | мм | 2,32 | 1,20 | 0,20 | 51,77 | 1,29 | 1,16 | 0,34 | 35 |
| АС4 | 50×150 | σ | МПа | 33,76 | 7,47 | 0,68 | 22,12 | 0,12 | -0,63 | 21,47 | 119 |
| | | E | ГПа | 6,59 | 1,31 | 0,12 | 19,91 | 0,53 | -0,04 | 4,43 | 120 |
| АС5 | 50×150 | S | % | 27,55 | 13,10 | 1,19 | 47,54 | 0,29 | 0,02 | 6,00 | 121 |
| | | S_k | » | 11,90 | 5,40 | 0,49 | 45,35 | 0,28 | -0,42 | 3,02 | 121 |
| | | b | мм | 1,94 | 0,68 | 0,06 | 34,77 | -0,08 | 0,14 | 0,83 | 117 |
| АС4 | 38×100 | σ | МПа | 43,12 | 11,67 | 1,17 | 27,07 | 0,23 | -0,43 | 23,92 | 100 |
| | | E | ГПа | 7,42 | 1,58 | 0,16 | 21,33 | 0,25 | -0,35 | 4,82 | 100 |
| | | S | % | 27,34 | 11,88 | 1,19 | 43,45 | 0,11 | -0,40 | 7,80 | 100 |
| | | S_k | » | 10,80 | 4,74 | 0,47 | 43,89 | 0,16 | -0,55 | 3,00 | 100 |
| | | b | мм | 1,54 | 0,53 | 0,05 | 34,54 | 0,37 | -0,27 | 0,67 | 96 |
| АЕ | 50×100 | σ | МПа | 49,72 | 10,41 | 1,09 | 20,93 | 0,75 | 0,24 | 32,60 | 92 |
| | | E | ГПа | 8,38 | 1,39 | 0,14 | 16,56 | 0,11 | -0,17 | 6,10 | 92 |
| | | S | % | 23,27 | 10,45 | 1,10 | 44,90 | 0,82 | -0,06 | 6,08 | 90 |
| | | S_k | » | 8,48 | 4,51 | 0,47 | 53,15 | 0,51 | 0,13 | 1,07 | 92 |
| | | b | мм | 1,45 | 0,629 | 0,07 | 43,30 | 0,68 | 0,97 | 0,42 | 90 |
| » | 38×100 | σ | МПа | 52,96 | 11,89 | 1,53 | 22,44 | -0,44 | 0,59 | 33,40 | 90 |
| | | E | ГПа | 8,58 | 1,60 | 0,17 | 18,65 | 0,36 | -0,003 | 5,94 | 90 |
| | | S | % | 24,31 | 11,53 | 1,22 | 47,42 | 0,54 | 0,12 | 5,35 | 89 |
| | | S_k | » | 8,98 | 4,82 | 0,51 | 53,70 | 0,24 | 0,19 | 1,05 | 90 |
| | | b | мм | 1,61 | 0,62 | 0,07 | 38,37 | 0,29 | 0,29 | 0,59 | 89 |

Примечание. \bar{x} — среднее арифметическое значение, s — среднее квадратичное отклонение; m — ошибка среднего арифметического; c — коэффициент вариации; a — показатель асимметрии; e — показатель эксцесса; $x_{0,95}$ — значение варианта, гарантируемое с обеспеченностью 0,95; n — число образцов. Различное число образцов n для одной группы пиломатериалов обусловлено тем, что в программе для ЭВМ «Напир-С» предусмотрено исключение из расчета значений, выпадающих из диапазона ($\bar{x} \pm 3s$).

кромочной зоне S_k . Это позволило оценить влияние основного сортообразующего порока (сучка) и ширины годичных слоев b на прочность пиломатериалов. При статистической обработке опытных данных исходили из предположения о нормальном распределении исследуемых показателей.

Статистические показатели предела прочности σ и модуля упругости E при поперечном изгибе, а также параметров сучков S и S_k и ширины годичных слоев b испытанных пиломатериалов приведены в табл. 1, а уравнения регрессии — в табл. 2, 3 и 4.

В основном, пределы прочности имеют отрицательный коэффициент эксцесса и вариационный коэффициент в пределах 20—27%. Пиломатериалы 4- и 5-го сортов отличаются по прочности, причем отличия средних арифметических достоверны. Прочность пиломатериалов сечением 38×100 мм при примерно одинаковых параметрах сучков выше, чем сечением 50×150 мм. Повышение предела прочности можно объяс-

нить тем, что при равных параметрах сучков, измеренных в процентах от площади поперечного сечения пиломатериалов, абсолютные размеры сучков, в частности суммарная площадь проекций у пиломатериалов сечением 38×100 мм, меньше, поэтому соответственно меньше и их влияние на прочность.

Прочность еловых пиломатериалов выше, чем сосновых. При этом статистические показатели пределов прочности пиломатериалов сечением 50×100 и 38×100 мм почти одинаковы. Отмеченные соотношения повторяются и при сравнении по модулю упругости. Расчеты показали, что параметры сучков (размеры) меньше у еловых пиломатериалов.

Средние арифметические значения прочности испытанных пиломатериалов равны или превышают прочность пиломатериалов, которые применяют в промышленности в качестве конструкционных [4]. Поэтому при удалении из пиломатериалов 4- и 5-го сортов слабых досок остальные можно использовать в строительстве для изготовления элементов несущих конструкций.

При определении зависимости прочности от параметров сучков установлено, что наиболее тесная связь наблюдается между пределом прочности и суммарной площадью сучков, однако коэффициент детерминации (квадрат коэффициента корреляции) не превышает в лучшем случае 0,32. Теснота связи предела прочности на изгиб с площадью сучков в прикромочной зоне незначительна. Для еловых пиломатериалов связь предела прочности с параметрами сучков значительно слабее, чем для сосновых, и не может быть использована для оценки прочности. Но даже для сосновых пиломатериалов не более 20 % изменения предела прочности можно отнести за счет влияния сучков.

Следовательно, для сосновых пиломатериалов в случае оценки прочности по сучкам наиболее значимый параметр — суммарная площадь проекций сучков. Полученные уравнения регрессии можно использовать для сортировки пиломатериалов.

Как и следовало ожидать, связь предела прочности с модулем упругости более тесная, чем с параметрами сучков. Только в одном случае для еловых пиломатериалов сечением 38×100 мм получен коэффициент детерминации, сопоставимый с лучшим случаем связи предела прочности с суммарной площадью проекций сучков. Влиянием модуля упругости можно объяснить в среднем около 50 % изменения предела прочности (табл. 2).

Таблица 2

| Группа пиломатериалов | Сечение пиломатериалов, мм | Параметры уравнения $\sigma = \beta E + \alpha$ | | Ошибки оценки при $t = 0,68$ | | Коэффициент детерминации r^2 |
|-----------------------|----------------------------|---|----------|------------------------------|-------------|--------------------------------|
| | | β | α | $\hat{s}_{y,x}$ | $[s_{y,x}]$ | |
| АС | 50 × 150 | 3,424 | 10,961 | 6,03 | 0,798 | 0,368 |
| » | 38 × 100 | 4,937 | 6,460 | 8,71 | 0,746 | 0,442 |
| АЕ | 38 × 100 | 5,288 | 8,247 | 9,87 | 0,830 | 0,310 |
| » | 50 × 100 | 5,201 | 6,060 | 7,56 | 0,730 | 0,468 |

Примечание. β и α соответственно угловой коэффициент и свободный член уравнения регрессии; $\hat{s}_{y,x}$ и $[s_{y,x}]$ — абсолютная и нормированная ошибки оценки при доверительной вероятности 0,68; r^2 — коэффициент детерминации.

Уравнения регрессии предела прочности с модулем упругости в меньшей степени изменчивы, чем с параметрами сучков (рис. 1).

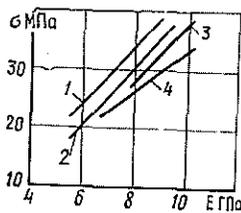


Рис. 1. Графики нижних доверительных линий регрессий предела прочности σ с модулем упругости E пиломатериалов.

- 1 — АЕ 50 × 100 ($\sigma = 5,201E - 6,0$);
 2 — АЕ 38 × 100 ($\sigma = 5,288E - 11,493$);
 3 — АС 38 × 100 ($\sigma = 4,937E - 10,960$);
 4 — АС 50 × 150 ($\sigma = 3,424E + 1,099$).

В этом случае меньше отличия между еловыми и сосновыми пиломатериалами, а также между пиломатериалами различных сечений. Полученные уравнения использованы при пересмотре ГОСТа 21554.3—76 [3].

В оборудовании для прочностной сортировки пиломатериалов [6] прочность оценивается без участия человека. Дополнительный учет параметров сучков, требующий привлечения человека, из-за сокращения пропускной способности оборудования нежелателен, несмотря на большую точность оценки прочности. Однако ведутся работы по автоматизации этого процесса, поэтому выполнен регрессионный анализ результатов испытаний с совместным учетом модуля упругости и параметров сучков.

Значимость суммарной площади проекций сучков S и площади проекций сучков в прикромочной зоне S_k для оценки прочности по модулю упругости с учетом этих параметров примерно одинакова (табл. 3). Однако из-за простоты определения предпочтение следует отдать значению S .

Таблица 3

| Группа пиломатериалов | Сечение пиломатериалов | Аргумент x | Параметры уравнения $\sigma = \beta_0 E - \alpha_0 = \beta_1 x + \alpha_1$ | | | | Ошибки оценки при $t = 0,68$ | | Коэффициент детерминации r^2 |
|-----------------------|------------------------|--------------|--|------------|-----------|------------|------------------------------|------------|--------------------------------|
| | | | β_0 | α_0 | β_1 | α_1 | $\Delta_{S_{yx}}$ | $[S_{yx}]$ | |
| АС | 50 × 150 | S | 3,424 | 10,961 | -0,049 | 1,147 | 5,73 | 0,758 | 0,007 |
| | | S_k | | | -0,153 | 1,582 | 5,71 | 0,756 | 0,016 |
| | | S_k | 4,937 | 6,460 | -0,306 | 8,368 | 7,91 | 0,678 | 0,167 |
| » | 38 × 100 | S | | | -0,617 | 6,664 | 8,20 | 0,702 | 0,105 |
| | | S_k | 5,288 | 8,247 | -0,207 | 6,023 | 7,23 | 0,610 | 0,080 |
| | | S_k | | | -0,248 | 3,160 | 7,48 | 0,630 | 0,013 |
| АЕ | 38 × 100 | S | 5,201 | 6,060 | -0,140 | 2,921 | 6,72 | 0,650 | 0,035 |
| | | S_k | | | -0,556 | 4,542 | 6,84 | 0,660 | 0,115 |
| | | S_k | | | | | | | |

При оценке прочности по модулю упругости и параметрам сучков дополнительный учет площади сучков в прикромочной зоне нецелесообразен, так как в некоторых случаях корреляция полностью отсутствует, а при наличии корреляции коэффициент детерминации не превышает 0,15.

Некоторый эффект дает учет суммарной площади проекций сучков при уменьшении толщины пиломатериалов (рис. 2). При оценке прочности для сосновых пиломатериалов сечением 50 × 150 мм практически можно пренебречь влиянием сучков, однако для сечения 38 × 100 мм учет суммарной площади проекций сучков обеспечивает лучший эффект. Пиломатериалы остальных групп занимают промежуточное положение (табл. 3).

Рис. 2. Графики нижних доверительных линий регрессий предела прочности σ с модулем упругости E и площадью проекций сучков S пиломатериалов.

1 — АЕ 50 × 100 ($\sigma = 5,201E - 0,140S - 4,459$); 2 — АЕ 38 × 100 ($\sigma = 5,288E - 0,207S - 0,190$); 3 — АС 38 × 100 ($\sigma = 4,937E - 0,306S - 0,992$); 4 — АС 50 × 150 ($\sigma = 3,424E - 0,049S - 0,648$).

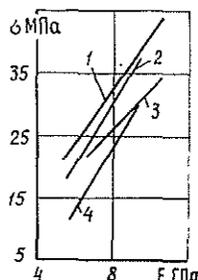


Таблица 4

| Вид уравнения регрессии | Показатель регрессии | Значение показателя для группы пиломатериалов | | | |
|---|----------------------|---|----------------|----------------|----------------|
| | | АС (50×150 мм) | АС (38×100 мм) | АЕ (38×100 мм) | АЕ (50×100 мм) |
| $\sigma = \beta(b) + \alpha$ | β | -1,867 | -7,114 | -7,672 | -5,106 |
| | α | 37,60 | 54,415 | 65,70 | 57,060 |
| | $\Delta s_{y,x}$ | 7,43 | 10,83 | 10,47 | 10,09 |
| | $[s_{y,x}]$ | 0,983 | 0,928 | 0,88 | 0,97 |
| | r^2 | 0,006 | 0,101 | 0,153 | 0,072 |
| $\sigma - \beta_0 E - \alpha_0 = \beta(b) + \alpha$ | β_0 | 3,424 | 4,937 | 4,250 | 0,201 |
| | α_0 | 10,961 | 6,460 | 16,515 | 6,06 |
| | β | -0,748 | -2,474 | -3,889 | -3,279 |
| | α | 1,958 | 3,964 | 6,949 | 4,389 |
| | $\Delta s_{y,x}$ | 5,49 | 8,58 | 7,33 | 6,91 |
| $\sigma - \beta_0 E - \alpha_0 - \beta_1 S - \alpha_1 = \beta(b) + \alpha$ | $[s_{y,x}]$ | 0,726 | 0,735 | 0,62 | 0,67 |
| | r^2 | — | 0,013 | 0,078 | 0,062 |
| | β_1 | -0,049 | -0,306 | -0,207 | -0,14 |
| | α_1 | 1,147 | 8,368 | 6,023 | 2,921 |
| | β | 1,390 | -0,268 | -4,193 | -2,862 |
| $\sigma - \beta_0 E - \alpha_0 - \beta S - \alpha_1 - \beta_2 S_K - \alpha_2 = \beta(b) + \alpha$ | α | -2,458 | 0,581 | 6,794 | 4,065 |
| | $\Delta s_{y,x}$ | 5,60 | 7,92 | 6,72 | 6,47 |
| | $[s_{y,x}]$ | 0,741 | 0,678 | 0,56 | 0,62 |
| | r^2 | 0,027 | — | 0,121 | 0,063 |
| | β_2 | -0,508 | -0,535 | 0,011 | -0,341 |
| | α_2 | 3,472 | 3,711 | -0,110 | 12,354 |
| | β | 0,117 | 1,051 | -4,137 | -3,306 |
| | α | 0,916 | -1,670 | 6,738 | 4,916 |
| | $\Delta s_{y,x}$ | 5,41 | 7,56 | 6,70 | 7,43 |
| | $[s_{y,x}]$ | 0,72 | — | 0,56 | 0,72 |
| | r^2 | — | — | 0,128 | 0,063 |

В отличие от малых свободных от пороков образцов прочность реальных пиломатериалов не коррелирует с шириной годовичных слоев. Об отсутствии такой связи для пиломатериалов косвенно свидетельствуют результаты исследований Савкова Е. И. [4], который сделал вывод об отсутствии связи между прочностью и плотностью древесины.

Регрессионный анализ опытных данных показал, что предел прочности сосновых пиломатериалов практически не коррелирует с шириной годовичных слоев и только для еловых пиломатериалов прослежива-

ется тенденция к снижению прочности с увеличением ширины годовых слоев (табл. 4). Для этих пиломатериалов теснота корреляции соизмерима с теснотой корреляции предела прочности в отдельности с каждым из параметров сучков, но при оценке прочности использование этих зависимостей также нецелесообразно.

Дополнительный учет ширины годовых слоев при оценке прочности по модулю упругости для доверительной вероятности 0,68 уменьшает нормированную ошибку оценки с 0,83 до 0,62 и с 0,73 до 0,67 у еловых пиломатериалов сечением соответственно 38×100 и 50×100 мм. Если оценку прочности выполнять по модулю упругости и по суммарной площади проекций сучков, то дополнительный учет ширины годовых слоев также снижает ошибку оценки у пиломатериалов сечением 38×100 мм с 0,61 до 0,56 и сечением 50×100 мм с 0,65 до 0,62. Дополнительный учет площади проекций сучков в прикромочной зоне не дает улучшения.

Поэтому для сосновых пиломатериалов следует пренебрегать зависимостью предела прочности при изгибе от ширины годовых слоев, а для еловых пиломатериалов учет этой зависимости оправдан при требованиях к повышенной точности оценки прочности.

Таким образом, пиломатериалы 4- и 5-го сортов из сосны и ели (по ТУ 13—316—76) по своим прочностным и упругим показателям сопоставимы с пиломатериалами, применяемыми в строительстве, и могут быть использованы, при обеспечении гарантии прочности, для изготовления элементов несущих конструкций.

Пиломатериалы 5-го сорта в ряде случаев близки по прочности к пиломатериалам 4-го сорта. Еловые пиломатериалы по пределу прочности при изгибе превосходят сосновые аналогичного сечения, а прочность пиломатериалов толщиной 38 мм выше, чем пиломатериалов толщиной 50 мм.

Оценка прочности сосновых пиломатериалов возможна по суммарной площади проекций сучков, но ошибка оценки значительна даже при оценке по уравнению, специально полученному для одной группы пиломатериалов. Дополнительный учет площади проекций сучков в прикромочной зоне нецелесообразен. Оценка прочности еловых пиломатериалов по параметрам сучков неэффективна. Наибольший эффект достигается при оценке прочности по модулю упругости. Точность оценки может быть увеличена путем дополнительного учета суммарной площади проекций сучков для сосновых пиломатериалов или ширины годовых слоев для еловых пиломатериалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 21554.1—81 (СТ СЭВ 2790—80). Пиломатериалы и заготовки. Метод определения модуля упругости при статическом изгибе: Взамен ГОСТ 21554.1—76.
[2]. ГОСТ 21554.2—81 (СТ СЭВ 2811—80). Пиломатериалы и заготовки. Метод определения предела прочности при статическом изгибе: Взамен ГОСТ 21554.2—76. [3]. ГОСТ 21554.3—81. Пиломатериалы и заготовки. Метод контроля прочности при изгибе, растяжении и сжатии. — Взамен ГОСТ 21554.3—76. [4]. Савков Е. И. Прочность пиломатериалов. — М.: Гослесбумиздат, 1972. — 86 с. [5]. ТУ 13—316—76. Технические условия. Пиломатериалы хвойных пород. Технические требования на продукцию, поставляемую на экспорт. — М., 1977. [6]. New Australian stress grading machine markets. — The Australian timber journal and building products merchandiser, 1972, april, p. 65—69.

Поступила 19 апреля 1982 г.

УДК 674.047.354

СУШКА ДРЕВЕСНОЙ СТРУЖКИ В СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Г. И. ТОРГОВНИКОВ, С. Д. КОДЕБА

ЦНИИМЭ, ВНИПО Союзнауцплитпром

Физико-механические свойства древесностружечных плит (ДСП) в большой степени определяются количеством влаги и равномерностью ее распределения в измельченной древесине после сушки. Рекомендуемая влажность стружки при производстве ДСП на поддонах [4] для наружных слоев трехслойных плит составляет 4—6 %, внутреннего слоя 2—4 %, для однослойных плит 3—5 %. Излишняя влажность приводит к увеличению продолжительности прессования и образованию пузырей в плитах. Недостаточная влажность ведет к повышению расхода связующего, снижению прочности и качества плит, а также повышению давления прессования. Неодинаковая влажность стружки приводит к большому разбросу показателей плотности и толщины. Большинство связующих требует определенной влажности для нормального склеивания плит.

Для сушки древесной стружки в промышленности используют различного рода барабанные установки. Один из основных недостатков установок заключается в том, что стружка в процессе ее перемешивания измельчается. Особенно интенсивное измельчение происходит при влажности ниже предела насыщения клеточных стенок древесины.

Большой разброс начальной влажности сырья (от 10 до 150 %), а также размеров и формы стружки приводит к неравномерной влажности после сушки. Исследования, проведенные на барабанных сушилках типа «Бюттнер» [1], показали, что при средневзвешенной влажности 2,5 % разброс влажности различных фракций стружки находится в пределах 1,5—10,0 %, что выходит за пределы требуемого диапазона влажности. Кроме того, имеют место колебания влажности внутри фракций и внутри стружки.

Для получения равномерной влажности стружку часто пересушивают до 1,0—1,5 %. Это не только ухудшает физико-механические свойства ДСП и повышает пожарную опасность, но и увеличивает затраты на сушку и расход связующих.

Равномерную влажность можно достигнуть при выдерживании стружки в бункерах в течение 20—80 мин в зависимости от конкретных условий [3]. Но это требует больших дополнительных капитальных затрат и не всегда возможно.

Один из эффективных путей интенсификации процесса сушки и выравнивания влажности древесины на заключительных стадиях сушки — использование энергии электромагнитного поля сверхвысоких частот (СВЧ). Поглощаемость СВЧ-энергии древесиной характеризуется коэффициентом потерь ϵ'' . В табл. 1 приведены полученные в опытах значения ϵ'' древесины различных пород на частоте 2,375 ГГц при ориентации вектора напряженности электрического поля параллельно и перпендикулярно волокнам.

С увеличением влажности от 0 до 30 % на этой частоте коэффициент потерь ϵ'' возрастает при температуре 20 °С в 11—29 раз, при

Таблица 1

| W _{абс} % | Ель | | | | Береза | | | | Осина | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | t = 20 °C | | t = 90 °C | | t = 20 °C | | t = 90 °C | | t = 20 °C | | t = 90 °C | |
| | ε _⊥ | ε |
| 0 | 0,06 | 0,06 | 0,10 | 0,11 | 0,08 | 0,08 | 0,11 | 0,14 | 0,08 | 0,09 | 0,11 | 0,12 |
| 5 | 0,11 | 0,16 | 0,16 | 0,29 | 0,13 | 0,21 | 0,18 | 0,31 | 0,15 | 0,19 | 0,14 | 0,32 |
| 10 | 0,19 | 0,38 | 0,22 | 0,58 | 0,23 | 0,38 | 0,27 | 0,48 | 0,24 | 0,44 | 0,18 | 0,61 |
| 20 | 0,45 | 0,99 | 0,39 | 0,84 | 0,51 | 1,09 | 0,43 | 0,93 | 0,55 | 1,32 | 0,32 | 1,27 |
| 30 | 0,77 | 1,65 | 0,60 | 1,38 | 0,90 | 1,87 | 0,58 | 1,47 | 0,85 | 2,63 | 0,56 | 1,97 |

90 °C — в 5—16 раз. При более высокой частоте увеличение коэффициента потерь еще более значительно.

СВЧ-нагрев способствует выравниванию влажности. Наиболее влажные участки древесины имеют больший коэффициент потерь, и большая доля энергии преобразуется в тепло именно в этих участках. Менее влажные участки с меньшим коэффициентом потерь нагреваются медленнее, т. е. поглощение СВЧ-мощности избирательно связано с влажной частью материала. С увеличением частоты избирательность возрастает. Частоты 0,915; 2,375 и 5,800 ГГц — наиболее подходящие для сушки и выравнивания влажности древесных стружек из диапазонов частот, разрешенных для промышленного использования. Возможности выравнивания влажности древесины в СВЧ-поле показаны в опытах по сушке шпона [2]. При сушке шпона толщиной 6 мм начальная влажность отдельных участков колебалась от 3 до 13 %. После выдержки в течение 18 с в СВЧ-поле с частотой 0,915 ГГц содержание влаги всех участков составляло 2,2—3,9 %.

В процессе СВЧ-сушки влажность автоматически выравнивается как между отдельными стружками, так и внутри них. СВЧ-поле обеспечивает практически любую требуемую при сушке и кондиционировании интенсивность нагрева. В этом заключаются основные преимущества СВЧ-сушки по сравнению с традиционными способами.

Для определения возможностей СВЧ изучали кинетику сушки стружки в слое. Опыты проводили на трех видах осиновой стружки следующих размеров, мм:

| | | | |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| длина | 25—34 | 10—24 | 3—11 |
| ширина | 2—8 | 1—4 | 0,6—2,0 |
| толщина | 0,20—0,45 | 0,20—0,30 | 0,20—0,30 |

Стружку сушили в волноводной камере (сечением 10,4 × 22 см) лабораторной СВЧ установки с регулируемой мощностью 0,5—2,5 кВт, работающей на частоте 2,375 ГГц. Средняя плотность потока СВЧ-мощности в камере изменялась от 2,8 до 11,0 Вт/см². Камера имела принудительную вентиляцию. Моделировали сушку стружки в неуплотненном слое толщиной 50 мм. Практически вся влага удалялась через верхнюю поверхность слоя. Емкости со стружкой устанавливали на вращающуюся платформу в камере для обеспечения равномерного СВЧ воздействия. Массу испаренной воды определяли периодически взвешиванием стружки в процессе СВЧ-сушки.

В табл. 2 приведены данные продолжительности сушки стружки от начальной влажности 110—115 и 60 % до конечной 4 и 2 % при изменении мощности p потока СВЧ-излучения.

При изменении p в пределах 2,8—11 Вт/см² продолжительность сушки сокращается в 8—15 раз. Разница в продолжительности сушки исследованных фракций составила 8—13 %.

Кинетика сушки древесной стружки от начальной влажности $W = 15$ % при различных плотностях потока СВЧ-энергии (частота 2,375 ГГц) показана на рис. 1. С увеличением p от 4 до 11 Вт/см² про-

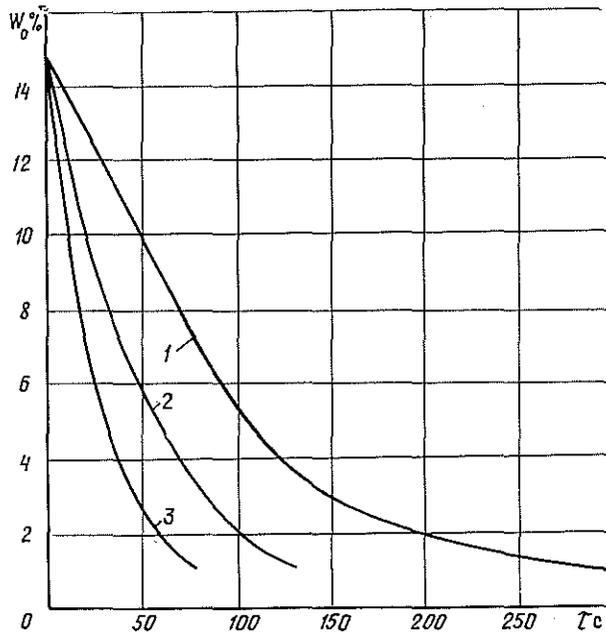


Рис. 1.
1 — $p = 4$ Вт/см²; 2 — 7;
3 — 11 Вт/см².

Таблица 2

| Средняя удельная СВЧ-мощность p , Вт/см ² | Начальная влажность W_0 , % | Продолжительность сушки, с, до влажности, % | |
|--|-------------------------------|---|------|
| | | 4 | 2 |
| 2,8 | 110—115 | 1860 | 2460 |
| | 60 | 1560 | 2160 |
| 4,0 | 110—115 | 630 | 720 |
| | 60 | 355 | 445 |
| 7,0 | 110—115 | 360 | 390 |
| | 60 | 198 | 228 |
| 11,0 | 110—115 | 230 | 250 |
| | 60 | 122 | 142 |

должительность сушки τ до влажности 2—4 % сокращается в 3—3,6 раза и составляет 38—58 с. Зависимость времени сушки стружки (доведение влажности от начальной W_0 , равной 10 и 15 %, до конечной $W_k = 4$ %) от плотности потока СВЧ-энергии показана на рис. 2. При разбросе влажности 1,5—10 % (имеющим место на производстве) [1] время кондиционирования влажности в слое стружки толщиной 50 мм при $p = 11$ Вт/см² состав-

вит не более 20—25 с. При увеличении плотности потока мощности или частоты излучения время выравнивания влажности стружки можно значительно уменьшить.

При досушивании стружки от 15 %-ной влажности до 4 %-ной затраты СВЧ-энергии составят 360—400 кДж/кг, от 10 %-ной влажности — 220—250 кДж/кг сухой стружки. При производительности сушильной установки 5000 кг сухой стружки в 1 ч для досушивания от влажности 10 до 4 % требуемая мощность СВЧ-установки составит 300—350 кВт.

Таким образом, поглощение СВЧ-энергии древесиной избирательно связано с ее наиболее важными зонами, поэтому в процессе сушки в СВЧ-поле происходит автоматическое выравнивание влажности обрабатываемой стружки. Для снижения потерь сырья из-за измельчения стружки и для улучшения качества высушивания целесообразно на ко-

нечной стадии сушки от влажности 10—15% применять энергию СВЧ-электромагнитного поля с частотой 0,9—5,8 ГГц. Для слоя стружки толщиной 50 мм при средней плотности потока СВЧ-излучения 7—11 Вт/см² на частоте 2,375 ГГц продолжительность сушки от 15%-ной влажности до 4%-ной составляет 70—40 с, от 10%-ной — 50—20 с, а затраты СВЧ-энергии составляют 360—400 и 220—250 кДж/кг сухой стружки соответственно.

Использование энергии СВЧ-электромагнитного поля для сушки стружки и выравнивания влажности позволит интенсифицировать процесс, сократить потери сырья, уменьшить расход связующего и улучшить качество древесностружечных плит.

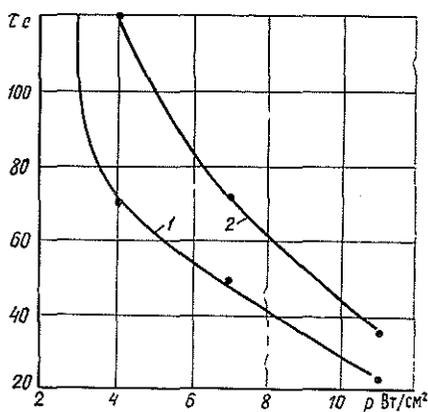


Рис. 2.

1 — $W_0 = 10\%$; 2 — 15%.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Волчанова М. Н. О продолжительности выравнивания влажности стружки в производстве ДСП. — *Деревообработ. пром-сть*, 1980, № 3 с. 10—12. [2]. Окресс Э. С. СВЧ-энергетика. — М.: Мир, 1971, т. 2, с. 202—204. [3]. Тетерин Л. А., Волчанова М. Н. Состояние и направления развития сушки измельченной древесины. — М.: ВНИИПИЭИлеспром, 1981, вып. 3. — 46 с. [4]. Шварцман Г. М. Производство древесностружечных плит. — М.: Лесн. пром-сть, 1977, с. 108—115.

Поступила 19 октября 1982 г.

УДК 676 : 658.26

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО КОМБИНАТА

П. И. ПОТЕРЯЕВ, С. П. АГЕЕВ

Архангельский лесотехнический институт, Кондопожский ЦБК

В системе управления промышленным производством нормирование материальных, энергетических и других ресурсов занимает ключевую позицию, так как позволяет, во-первых, активно воздействовать на производство с целью приближения оптимальной траектории движения производственно-технологических процессов к уровню, определяемому общественно необходимыми затратами ресурсов, и, во-вторых, оценить эффективность самого производства.

Большинство действующих инструктивных методик по нормированию электропотребления базируется на использовании статистических характеристик, получаемых из графиков нагрузок (коэффициент использования $K_{и}$, коэффициент спроса $K_{с}$, число часов использования максимальной нагрузки $T_{м}$), либо энергетических характеристик энергоемкого оборудования, т. е. зависимостей вида

$$P = f(I),$$

где P — потребляемая установкой мощность;
 I — производительность.

В большинстве случаев единый технологический процесс пытаются расчленить до агрегатного уровня. Так, например, согласно инструкции [1], для нормирования электропотребления древесноподготовительного производства (ДПП) следует использовать до 50 значений K_c и T_m отдельных механизмов. Такое стремление к дифференцированному описанию сложного комплекса можно объяснить желанием уточнить ожидаемый результат. Но из-за многочисленности расчетных коэффициентов и значительной трудоемкости их получения эти коэффициенты уточняются довольно редко, поэтому и расчеты по определению планируемого электропотребления оказываются мало достоверными.

Согласно современным представлениям [2—4], процесс электропотребления признан случайным и зависящим от множества трудноучитываемых факторов. Мы считаем, что необходимо исходить из системного представления о режиме работы электроприемников, так как работа отдельных механизмов, безусловно, связана единством технологического режима. Известно, что статистические закономерности более четко проявляются в массовых, групповых явлениях. Поэтому мы полагаем, что вместо получения множества коэффициентов (K_n , K_c и т. п.) отдельных электроприемников целесообразнее и методически правильнее находить математическое ожидание и дисперсию процесса электропотребления по графикам нагрузок групп электроприемников, объединенных общностью режима работы вследствие технологической и организационной связанности. Такой подход, возможно, оправдывает выделение в отраслевой системе некоторой группы предприятий-аналогов, способных отразить объективные тенденции в процессах электропотребления и оценить соответствие этих тенденций требованиям, вытекающим из согласования индивидуальных затрат ресурсов (в том числе и энергетических) с общественно необходимыми.

Исходя из описанной концепции нами проведен анализ процессов электропотребления ДПП Кондопожского ЦБК. В функции этого производства входят приемка, подготовка (распиловка, окорка и т. д.) и подача сырья на последующие стадии производственного процесса получения целлюлозы и бумаги. Энергоемкое оборудование представлено коробдирочными барабанами, слешерными установками, насосами и т. п. Установленная мощность электроприемников равна примерно 6000 кВт. Электроснабжение описываемого объекта осуществляется от 11 цеховых трансформаторных пунктов.

Контрольные замеры осуществляли на каждой из 11 питающих линий в течение 8 рабочих смен (вечерние и ночные). Контрольные смены подбирали с учетом того, что в дневные смены некоторая часть оборудования может выводиться на кратковременный плагово-предупредительный ремонт, что, следовательно, несколько снижает общее электропотребление.

Из полученных статистических выборок найдены оценки статистических параметров: средние нагрузки $P_{см}$, средние квадратичные отклонения нагрузок от средних σ . Кроме того, произведена проверка на однородность всего статистического материала методами дисперсионного анализа. Гипотеза на однородность подтвердилась; это может служить основанием для сформулированной выше концепции о предпочтительности планирования и нормирования электропотребления, если исходить из недифференцированных по множеству единичных электроприемников статистических параметров и использовать для этой цели системные, групповые характеристики режимов электропотребления. Сменные графики электрических нагрузок ДПП приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Номер замера и статисти- ческие па- раметры | Электрическая нагрузка, кВт, по датам | | | | | | | | | | Усреднен- ная на- грузка, кВт | | | | | | |
|---|---------------------------------------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|--|------|-------|----|-------|----|--|
| | 2 | | 4 | | 5 | | 8 | | 9 | | | 17 | | 18 | | 19 | |
| | для времени замера, ч | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 16-24 | | 16-24 | | 16-24 | | 0-8 | | 0-8 | | 16-24 | | 16-24 | | 16-24 | | |
| 1 | 1944 | 1152 | 1728 | 1296 | 1476 | 1476 | 1296 | 1476 | 1440 | 1224 | 1404 | 1458 | | | | | |
| 2 | 1620 | 2088 | 2304 | 2016 | 1692 | 1692 | 2016 | 1692 | 1728 | 1872 | 1692 | 1876 | | | | | |
| 3 | 1728 | 2052 | 1944 | 1764 | 1980 | 1980 | 1764 | 1980 | 2016 | 1836 | 2160 | 1936 | | | | | |
| 4 | 2232 | 1944 | 1908 | 1944 | 1908 | 1908 | 1944 | 1908 | 1944 | 1800 | 1800 | 1936 | | | | | |
| 5 | 1764 | 1908 | 1692 | 1728 | 2016 | 2016 | 1728 | 2016 | 1872 | 2016 | 2160 | 1895 | | | | | |
| 6 | 1800 | 1476 | 1692 | 1872 | 2052 | 2052 | 1872 | 2052 | 1764 | 1944 | 1584 | 1773 | | | | | |
| 7 | 2268 | 1836 | 1980 | 2232 | 2016 | 2016 | 2232 | 2016 | 2088 | 2196 | 1908 | 2065 | | | | | |
| 8 | 1944 | 1548 | 1620 | 1728 | 1944 | 1944 | 1728 | 1944 | 1980 | 1872 | 2124 | 1845 | | | | | |
| 9 | 2016 | 1764 | 1836 | 2016 | 2016 | 2016 | 2016 | 2016 | 2088 | 2052 | 1656 | 1930 | | | | | |
| 10 | 2016 | 1836 | 1836 | 1944 | 1620 | 1620 | 1944 | 1620 | 1656 | 1908 | 1656 | 1724 | | | | | |
| 11 | 1728 | 1836 | 1800 | 1764 | 1980 | 1980 | 1764 | 1980 | 1944 | 2196 | 1836 | 1885 | | | | | |
| 12 | 2088 | 1836 | 1872 | 2412 | 2232 | 2232 | 2412 | 2232 | 1836 | 1980 | 1548 | 1800 | | | | | |
| 13 | 2268 | 1836 | 1872 | 1908 | 828 | 828 | 1908 | 828 | 1980 | 2016 | 1872 | 1800 | | | | | |
| 14 | 1656 | 1728 | 1764 | 1476 | 2268 | 2268 | 1476 | 2268 | 1620 | 1800 | 1728 | 1845 | | | | | |
| 15 | 1440 | 972 | 2052 | 1980 | 1296 | 1296 | 1980 | 1296 | 1620 | 1728 | 1008 | 1634 | | | | | |
| 16 | 1906 | 1740 | 1584 | 1476 | 1476 | 1476 | 1476 | 1476 | 1260 | 1332 | 1404 | 1368 | | | | | |
| $P_{см}$ | 0,32 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,29 | 0,30 | | | | | |
| K_n | 0,38 | 0,35 | 0,38 | 0,40 | 0,38 | 0,38 | 0,40 | 0,38 | 0,35 | 0,34 | 0,36 | — | | | | | |
| K_c | 228 | 298 | 225 | 272 | 359 | 359 | 272 | 359 | 229 | 233 | 295 | — | | | | | |
| σ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| v (коэф- фициент вариан- ции) | 0,12 | 0,17 | 0,13 | 0,15 | 0,20 | 0,20 | 0,15 | 0,20 | 0,13 | 0,13 | 0,17 | — | | | | | |

Примечание. Все замеры проведены в феврале 1982 г.

Гипотезу на однородность статистической совокупности проверяли по соотношению

$$F = \frac{S_{\phi}^2}{S_o^2} \leq F_T(\vartheta_1, \vartheta_2, \alpha),$$

где F и F_T — экспериментальное и табличное значения критерия Фишера;

ϑ_1, ϑ_2 — число степеней свободы;

α — уровень значимости (0,01 или 0,05);

S_{ϕ}^2, S_o^2 — оценки межгрупповой и остаточной дисперсии.

$$S_{\phi}^2 = \frac{\sum_i n_i (x_{i.} - x_{..})^2}{k-1};$$

$$S_o^2 = \frac{\sum_i \sum_j (x_{ij} - x_{i.})^2}{N-k}.$$

Здесь n_i — объем выборки по i -тому фактору;
 N — объем всей статистической совокупности;
 k — число факторов (в данном случае — число смен);
 x_{ij} — нагрузка j -того замера i -той смены;
 $x_{i.} = P_{см}$ — среднегрупповая величина (среднесменная нагрузка);
 $x_{..}$ — средняя по совокупной выборке (средняя из среднесменных).

По табл. 1: $S_{\phi}^2 = 59\,280$; $S_o^2 = 78\,408$; $F = 0,76 \ll F_r = 2,08$
 ($\vartheta_1 = 7$, $\vartheta_2 = 120$).

Следовательно, любой из 8 графиков нагрузок «представителен» для исследуемого процесса электропотребления ДПП.

В табл. 2 представлены графики электрических нагрузок одиннадцати питающих ДПП линий и статистические параметры этих графиков. Преобладающая нагрузка на линиях 513, 514 и 522 — окорочные барабаны, 527 и 528 — конвейеры, 552 — краны.

Таблица 2

| Номер замера и статистические параметры | Электрическая нагрузка, кВт, для номера линии | | | | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 511 | 512 | 513 | 514 | 516 | 518 | 522 | 523 | 527 | 528 | 552 |
| 1 | 144 | 180 | 360 | 288 | 216 | 72 | 288 | 180 | 72 | 72 | 72 |
| 2 | 108 | 216 | 252 | 144 | 180 | 144 | 216 | 180 | 72 | 72 | 36 |
| 3 | 108 | 180 | 288 | 180 | 180 | 108 | 252 | 216 | 72 | 36 | 108 |
| 4 | 180 | 216 | 396 | 180 | 216 | 144 | 396 | 216 | 72 | 72 | 144 |
| 5 | 180 | 180 | 288 | 216 | 216 | 108 | 180 | 144 | 108 | 36 | 108 |
| 6 | 72 | 180 | 396 | 180 | 144 | 108 | 288 | 216 | 108 | 72 | 36 |
| 7 | 108 | 252 | 396 | 252 | 216 | 108 | 468 | 216 | 72 | 72 | 108 |
| 8 | 144 | 216 | 352 | 216 | 216 | 72 | 144 | 216 | 108 | 72 | 108 |
| 9 | 108 | 180 | 324 | 360 | 180 | 216 | 216 | 144 | 108 | 72 | 108 |
| 10 | 180 | 180 | 360 | 396 | 180 | 144 | 288 | 72 | 72 | 36 | 108 |
| 11 | 72 | 180 | 288 | 324 | 180 | 144 | 252 | 0 | 108 | 72 | 108 |
| 12 | 216 | 288 | 396 | 180 | 144 | 216 | 180 | 180 | 72 | 72 | 108 |
| 13 | 108 | 180 | 288 | 432 | 144 | 252 | 252 | 180 | 108 | 36 | 108 |
| 14 | 144 | 216 | 360 | 432 | 216 | 144 | 288 | 216 | 72 | 72 | 108 |
| 15 | 144 | 180 | 216 | 216 | 180 | 108 | 180 | 180 | 72 | 72 | 108 |
| 16 | 108 | 216 | 216 | 144 | 216 | 108 | 108 | 108 | 72 | 36 | 108 |
| $P_{см}$ | 124 | 198 | 322 | 274 | 194 | 126 | 252 | 162 | 86 | 61 | 99 |
| $K_{и}$ | 0,25 | 0,25 | 0,43 | 0,35 | 0,56 | 0,20 | 0,55 | 0,19 | 0,48 | 0,44 | 0,14 |
| $K_{с}$ | 0,36 | 0,27 | 0,58 | 0,55 | 0,63 | 0,34 | 1,0 | 0,31 | 0,61 | 0,51 | 0,20 |
| σ | 36 | 22 | 64 | 100 | 21,6 | 31 | 83 | 55 | 17,5 | 16,7 | 23,6 |
| v | 0,29 | 0,11 | 0,20 | 0,36 | 0,11 | 0,25 | 0,33 | 0,34 | 0,20 | 0,27 | 0,24 |

Примечание. Все замеры проведены 2 февраля 1982 г.

Количественный анализ для совокупных выборок электропотребления из восьми смен для каждой из 11 линий свидетельствует об однородности материала. Данные табл. 3 для относительной дисперсионной характеристики (коэффициент вариации v) позволяют считать ее достаточно устойчивой для всего комплекса электроприемников ДПП.

Таблица 3

| Дата | Сменное электропотребление, кВт·ч, по питающим линиям | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 511 | 512 | 513 | 514 | 516 | 518 | 522 | 523 | 527 | 528 | 552 |
| 2 | 1008 | 1584 | 2574 | 2178 | 1548 | 1008 | 2016 | 1368 | 684 | 486 | 792 |
| 4 | 882 | 1422 | 2322 | 1674 | 1458 | 684 | 1944 | 1566 | 648 | 468 | 954 |
| 5 | 954 | 1530 | 2322 | 1908 | 1530 | 846 | 1908 | 1242 | 702 | 468 | 990 |
| 8 | 1044 | 1656 | 2958 | 1674 | 1476 | 810 | 2070 | 1548 | 756 | 468 | 900 |
| 9 | 918 | 1548 | 2148 | 1638 | 1566 | 828 | 2106 | 1494 | 702 | 432 | 1026 |
| 17 | 918 | 1638 | 2556 | 1674 | 1548 | 738 | 2034 | 1206 | 756 | 414 | 936 |
| 18 | 1026 | 1710 | 2700 | 1530 | 1404 | 738 | 1872 | 1836 | 738 | 450 | 882 |
| 19 | 1026 | 1718 | 2610 | 1386 | 1530 | 612 | 1782 | 1512 | 756 | 414 | 882 |
| Ср. значение | 972 | 1602 | 2448 | 1707 | 1507 | 783 | 1966 | 1472 | 718 | 452 | 920 |
| Статистические характеристики: | | | | | | | | | | | |
| K_n | 0,25 | 0,25 | 0,41 | 0,27 | 0,55 | 0,16 | 0,54 | 0,23 | 0,51 | 0,40 | 0,16 |
| σ_w | 57 | 95 | 177 | 236 | 53 | 110 | 105 | 185 | 36,2 | 28,5 | 68,2 |
| v_w | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,14 | 0,04 | 0,14 | 0,05 | 0,13 | 0,05 | 0,06 | 0,07 |

Примечание. Все замеры проведены в феврале 1982 г. Статистические характеристики по итоговым данным, т. е. по электропотреблению производства, составляют $K_n = 0,30$; $\sigma_w = 642$ кВт; $v_w = 0,04$.

По данным работы [1] коэффициент спроса ДПП рекомендуется принимать равным 0,6 при $T_{max} = 3500$ ч. Это равносильно $K_n = 0,26—0,28$. По нашим данным интенсивность использования оборудования несколько выше ($K_n = 0,3$) при коэффициенте заполнения графика нагрузок, равном 0,78—0,82, против (оценочно) 0,40—0,45 согласно [1].

По полученным параметрам и паспортной производительности ДПП удельный расход электроэнергии на 1 м³ поданного сырья составляет 10,9 кВт·ч при плановой норме 10,7 кВт·ч. Исходя из концепции, представляющей процесс электропотребления случайным, обе величины (10,9 и 10,7) не противоречат экспериментальным данным, так как с вероятностью 0,95 коэффициент использования должен находиться в пределах 0,23—0,37 ($0,30 \pm 0,07$).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Инструкция по нормированию расхода электрической и тепловой энергии в целлюлозно-бумажной промышленности/ Минлесбумпром СССР, Минвуз РСФСР. — Иваново: Иван. энергет. ин-т, 1981. — 282 с. [2]. Основы построения промышленных электрических сетей/ Под ред. Г. М. Каялова. — М.: Энергия, 1979. — 352 с. [3]. Петров В. И., Потеряев П. И., Фролов Б. А. Статистические характеристики графиков нагрузок электроприемников коммунально-бытовых предприятий. — Изв. высш. учеб. заведений. Энергетика, 1981, № 4, с. 93. [4]. Электрические нагрузки промышленных предприятий/ С. Д. Волобрынский и др. — М.—Л.: Энергия, 1964. — 304 с.

Поступила 16 мая 1983 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 666.198+621.359.2

МЕТОД ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ПЕРЕНОСА
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ
ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

О. Л. АЛЕКСЕЕВ, В. М. ШЕВЧЕНКО, А. Т. БЕЗНИС

Институт коллоидной химии и химии воды АН УССР

Одно из важных свойств волокон, определяющих качество бумаги, — электрокинетический потенциал, или ζ -потенциал, всегда возникающий на границе раздела фаз [9—11]. От его знака и величины во многом зависят технологические условия получения бумагоподобных материалов.

На диафрагмах из спрессованных волокон ζ -потенциал обычно определяют путем измерения какого-либо из электрокинетических эффектов (например, скорости электроосмоса или потенциала протекания) и по известным формулам Смолуховского вычисляют его величину [7]. При этом обязательно выполнение условия

$$\delta r \gg 1, \quad (1)$$

где δ — толщина двойного электрического слоя (ДЭС);
 r — радиус пор диафрагмы.

Известно, что многие свойства бумаги улучшаются с увеличением степени помола и фибриллирования волокон. Однако при их утончении и прессовании нередко условие (1) не выполняется, радиус пор оказывается меньше толщины ДЭС, происходит перекрывание диффузных слоев, и формулы Смолуховского становятся непригодными для вычисления электрокинетического потенциала.

Если

$$\delta r \leq 1, \quad (2)$$

то электроповерхностные свойства, например высокодисперсных систем, предложено оценивать, пользуясь методом электроосмотического переноса (ЭОП) [1—3], в основе которого лежит зависимость ЭОП от концентрации высокодисперсных частиц, т. е. от плотности диафрагмы [6]. Иными словами, если выполняется условие (2), то электрокинетический эффект зависит от степени уплотнения, сжатия, спрессованности, т. е. от концентрации диафрагмы. Такая ситуация может иметь место и для материалов, сформированных из супертонких волокон (например, целлюлозных, базальтовых, асбестовых, каолиновых и т. д.). Поэтому целесообразно воспользоваться указанным методом, который, как следует из работы [2], наряду с ζ -потенциалом позволяет вычислить заряд ДЭС и количество связанной воды, характеризующей гидрофильные свойства объекта.

В отличие от высокодисперсных систем [6] для волокнистых материалов зависимость ЭОП от концентрации C твердой фазы имеет вид, представленный на рис. 1. Горизонтальный участок кривой, указывающий на постоянство скорости электроосмоса в области низких концент-

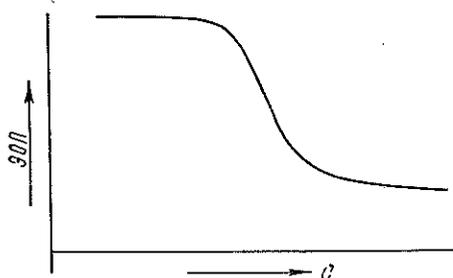


Рис. 1.

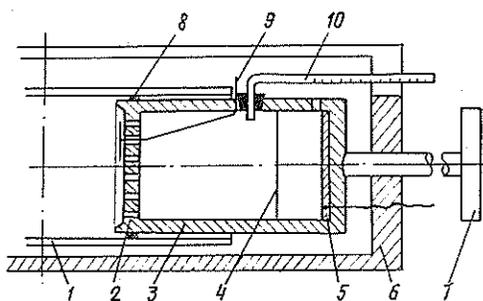


Рис. 2. Схема электроосмометра.

раций диафрагмы, свидетельствует о выполнении условия (1) и применимости уравнения Смолуховского для расчета электрокинетического потенциала. Дальнейший рост концентрации волокна (увеличение степени его сжатия) приводит к уменьшению ЭОП подобно тому, как это имеет место для дисперсных систем. Кривая в этой области описывается следующим уравнением [1]:

$$P_i = \frac{1}{zF\alpha\rho C} - \frac{1+\beta}{zF\alpha\rho}, \quad (3)$$

где P_i — истинный ЭОП, т. е. объемная скорость электроосмоса, отнесенная к силе тока противоположных ионов, $\text{см}^3/\text{Кл}$;

F — число Фарадея;

ρ — плотность жидкости, $\text{г}/\text{см}^3$;

α — заряд ДЭС, моль/г;

β — количество связанной воды, г;

C — массовая доля твердой фазы;

z — валентность противоположных ионов.

Поскольку F , α , β , ρ постоянны, зависимость P от $1/C$ представляет собой прямую, по наклону которой можно найти заряд ДЭС, а по отсекаемому на оси абсцисс отрезку — количество связанной воды. Для получения всей этой информации необходимо для каждой концентрации C измерить истинный ЭОП.

В данной работе описаны прибор и методика проведения подобного эксперимента с одноразовым заполнением диафрагмы.

Прибор (рис. 2) состоит из цилиндра 1, двух плунжеров 3, имеющих перфорированные днища 2, опорной стальной рамы 6 с винтами 7, сообщающими поступательное движение плунжерам, целлофановых мембран 4, отделяющих пространство прибора от приэлектродных камер с электродами 5, измерительных капилляров 10, платиновых электродов 9 и резиновых прокладок 8. Установив цилиндр с нижним плунжером вертикально, на перфорированное днище последнего намывают измельченное волокно (почти доверху), вставляют второй плунжер, прибор устанавливают горизонтально, заполняют через отверстия плунжерные пространства жидкостью, причем так, чтобы в них не оставалось пузырьков воздуха, и весь прибор помещают в раму между винтами сжатия. В приэлектродные камеры через отверстия заливают тот же раствор, которым омывается волокно. Рабочие камеры отделяются целлофановыми мембранами, чтобы исключить попадание продуктов электролиза в зону расположения диафрагмы [4]. Установив в отверстиях рабочих камер отсчетные капилляры для измерения объемной скорости жидкости, подключают электроды 5 к электрической цепи, состоящей из источника постоянного тока (дающего напряжение 500—600 В), миллиамперметра и переключателя полярности с нейтральным положением.

Каждому измерению электроосмотического переноса $P_1, P_2, P_3, \dots, P_k$ соответствует определенная концентрация диафрагмы $C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$, зависящая от ее длины $l_1, l_2, l_3, \dots, l_k$, которую измеряют при каждом очередном сжатии. При достижении

предельной, конечной, степени сжатия фиксируют l_k , сливают из обеих камер воду, извлекают количественно диафрагму вместе с заключенной в ней водой и определяют массовую концентрацию C_k , взвесивая содержимое цилиндра до и после высушивания:

$$C_k = \frac{g}{g + W_k},$$

где g — масса сухого волокна, г;
 W_k — масса воды в последнем опыте.

Так как масса волокна и сечение цилиндра s постоянны, легко вычислить остальные значения концентраций по формуле:

$$C_j = \frac{g}{g + W_j},$$

в которой

$$W_j = W_k + (l_j - l_k) s \rho_w. \quad (4)$$

Здесь $j = 1, 2, 3, \dots, k$.

При 20 °С плотность воды отличается от единицы всего на 0,2 %, и вычисления C_j можно упростить, приняв $\rho_w = 1$.

Условие (2) требует учета поверхностной проводимости [8], так как расчет истинного ЭОП учитывает вклад только противоионов ДЭС [5].

Обычно ЭОП (P) вычисляют, относя объемную скорость жидкости к полному току I , пропорциональному проводимости поровой жидкости κ , по формуле:

$$P = \frac{v}{H},$$

где v — объем перенесенной при электроосмосе жидкости за время t .

Истинный ЭОП (P_i) определяют из отношения

$$P_i = \frac{v}{I_s t}.$$

где I_s — поверхностный ток противоионов, пропорциональный поверхностной проводимости κ_s ,

$$\frac{I_s}{I} = \frac{\kappa_s}{\kappa}.$$

Метод определения κ и κ_s подробно описан в работе [8]. Необходимо учесть, что все величины нужно измерять и κ_s вычислять для каждой степени сжатия. Это достигается с помощью впаиваемых платиновых электродов 9.

Предлагаемый прибор дает возможность проводить комплекс электрокинетических измерений волокнистых материалов и выделить две области концентрации твердой фазы. Одна из областей обуславливает классический режим электроосмоса и позволяет оценивать электрокинетические свойства по классическим формулам; в другой — электроосмос осложнен перекрытием двойных электрических слоев, и наличие этого участка указывает на то, что оценку электрокинетических свойств необходимо проводить по методу, описанному в данной работе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев О. Л. Исследование электроосмоса в высокодисперсных системах. — В кн.: Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем. Киев: Наукова думка, 1978, № 10, с. 16—33. [2]. Алексеев О. Л., Бойко Ю. П., Овчаренко Ф. Д. Определение поверхностного заряда и количества связанной воды в двойном электрическом слое водных дисперсий глинистых минералов. — Коллоид. журн., 1975, т. 37, № 5, с. 836—839. [3]. Алексеев О. Л., Бойко Ю. П., Овчаренко Ф. Д. Методика исследования электроповерхностных свойств высокодисперсных веществ. — Коллоид. журн., 1977, 39, № 3, с. 433—437. [4]. Алексеев О. Л., Маляренко В. В. К методике электроосмотических измерений. — Укр. хим. журн., 1970, 36, № 11, с. 1177—1179. [5]. Алексеев О. Л., Овчаренко Ф. Д. Исследование в области электроосмоса. I. О связи электроосмотического переноса с концен-

трацией избыточных ионов двойного электрического слоя. — Коллоид. журн., 1971, т. 33, № 1, с. 3—5. [6]. Влияние концентрации высокодисперсной твердой фазы на электроосмос/ О. Л. Алексеев, Ю. П. Бойко, Ф. Д. Овчаренко, И. Т. Проценко. — Коллоид. журн., 1974, 36, № 1, с. 121—123. [7]. Григоров О. Н. Руководство к практическим занятиям по коллоидной химии. — М.—Л.: Химия, 1964, с. 178. [8]. Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии. — Л.: Химия, 1974. [9]. Melzer J. — Das Papier, 1972, N. 7, p. 305—332. [10]. Poppel E. — Zellstoff und Papier, 1974, 23, N 2, p. 55—58. [11]. Strazding E. — Tappi, 1972, 55, N 12, p. 1691—1695.

Поступила 13 апреля 1983 г.

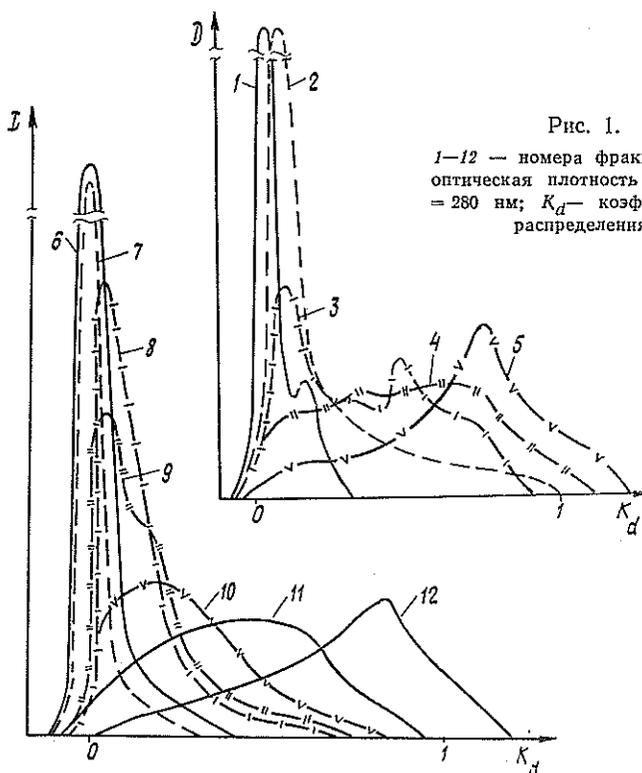
УДК 630*813.11 : 543.544.4

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ КОЭФФИЦИЕНТОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НА ГЕЛЕ ЭД-7,5 И МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССОЙ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ

Н. Д. БАБИКОВА, О. М. СОКОЛОВ

Архангельский лесотехнический институт

Установление зависимости между коэффициентом распределения при гель-фильтрации и молекулярной массой лигносульфонатов (ЛС) включало в себя определение коэффициента распределения эталонных фракций при аналитической гель-фильтрации [6] и вывод математической зависимости между коэффициентом распределения и молекулярной массой ЛС по методу, учитывающему полидисперсность эталонных образцов [5].



Аналитическое фракционирование фракций концентрата сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ) Архангельского ЦБК проводили на геле ЭД-7,5 с использованием в качестве элюента буферного раствора с рН 6,2. Кривые аналитической гель-фильтрации фракций ЛС натрия на геле ЭД-7,5 представлены на рис. 1. По кривым определяли коэффициенты распределения фракций, соответствующие абсциссе центра тяжести кривой K_d . Данные представлены в табл. 1.

Молекулярные массы фракций ЛС определяли на ультрацентрифуге методом неустановившегося равновесия [3]. Ранее [2] была установлена зависимость «кажущейся» молекулярной массы ЛС от скорости вращения ротора ультрацентрифуги. Поэтому для отдельных фракций ЛС и для исходного образца нами определены молекулярные массы при одной и той же концентрации ЛС в растворе электролита с рН 6,2, но при различных скоростях вращения ротора. Истинные значения молекулярных масс получены экстраполяцией на нулевую скорость вращения ротора. Данные также представлены в табл. 1.

Таблица 1

| Номер фракции | Среднемассовая молекулярная масса \bar{M}_w | Коэффициент распределения фракций ЛС-На на геле ЭД-7,5 |
|---------------|---|--|
| 1 | 104 000 | 0,042 |
| 2 | 80 000 | 0,096 |
| 3 | 74 000 | 0,250 |
| 4 | 20 000 | 0,400 |
| 5 | 21 000 | 0,590 |
| 6 | 425 000 | 0,050 |
| 7 | 122 000 | 0,070 |
| 8 | 72 900 | 0,100 |
| 9 | 57 200 | 0,230 |
| 10 | 41 800 | 0,300 |
| 11 | 34 500 | 0,400 |
| 12 | 26 800 | 0,660 |
| Исходный | 57 000 | 0,430 |

Используя данные табл. 1, рассчитали постоянные $A = 1,4812$ и $b = 0,0043690$ в уравнении $K_d^{1/3} = A - bM^{1/2}$ для гелей ЭД-7,5 по специально составленной программе для ЭВМ «Минск-32» [4].

Средняя относительная ошибка определения молекулярных масс ЛС методом гель-фильтрации на геле ЭД-7,5 составляет 10,7 %. В табл. 2 представлены среднемассовые молекулярные массы отдельных фракций ЛС-На, определенные на ультрацентрифуге и рассчитанные по данным гель-фильтрации по установленной зависимости для геля ЭД-7,5, и показаны отклонения опытных данных от расчетных. Для сравнения проведено фракционирование исследуемых фракций ЛС на

Таблица 2

| Опытные значения молекулярной массы \bar{M}_w | Коэффициент распределения K_d | Расчетные значения молекулярной массы \bar{M}_w | Относительная ошибка | Средняя относительная ошибка |
|---|---------------------------------|---|-------------------------|------------------------------|
| 72 900 | $\frac{0,045}{0,025}$ | $\frac{66 200}{72 700}$ | $\frac{0,0914}{0,0029}$ | } 0,107 0,089 |
| 57 200 | $\frac{0,064}{0,067}$ | $\frac{61 100}{69 600}$ | $\frac{0,0698}{0,0436}$ | |
| 41 800 | $\frac{0,126}{0,174}$ | $\frac{50 600}{44 800}$ | $\frac{0,2035}{0,0730}$ | |
| 34 500 | $\frac{0,325}{0,409}$ | $\frac{33 102}{30 100}$ | $\frac{0,0400}{0,1885}$ | |
| 26 800 | $\frac{0,545}{0,583}$ | $\frac{23 137}{23 600}$ | $\frac{0,1371}{0,1182}$ | |

Примечание. В числителе данные для гелей ЭД-7,5; в знаменателе — для сефадекса G-75.

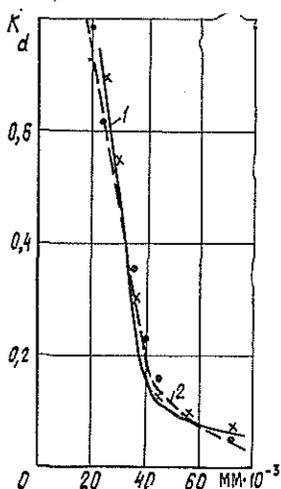


Рис. 2.

сефадексе G-75. По данным гель-фильтрации рассчитаны молекулярные массы (ММ) этих фракций по ранее выведенной зависимости для G-75. Из табл. 2 видно, что молекулярные массы, рассчитанные по данным гель-фильтрации на сефадексе G-75 и геле ЭД-7,5, близки к опытным.

Зависимости коэффициентов распределения K_d от молекулярных масс ММ для геля ЭД-7,5 (кривая 1) и сефадекса G-75 (кривая 2) представлены на рис. 2. Кривые зависимостей лежат близко друг от друга, следовательно, для определения молекулярных масс ЛС гель-фильтрацией можно пользоваться либо гелем G-75, либо ЭД-7,5 и соответствующими этим гелям зависимостями.

С целью изучения возможности замены сефадекса G-75, выпускаемого шведской фирмой, отечественными гелями типа ЭД сравнивали набухаемость гелей в различных растворителях, характер распределения по молекулярным массам ЛС и эффективность колонок, заполненных этими гелями. Гели хорошо набухают в воде, диметилсульфоксиде, хуже — в диметилформамиде и тетрагидрофуриловом спирте, причем степень набухания сефадекса в воде и диметилсульфоксиде значительно больше, чем геля ЭД-7,5. Поскольку четкость разделения тем больше, чем больше набухание геля, то на геле G-75 следует ожидать более четкого фракционирования ЛС по молекулярным массам, чем на геле ЭД-7,5.

Распределение ЛС по молекулярным массам определяли, пропуская образцы через аналитические колонки с гелем ЭД-7,5 и сефадексом G-75. Кривые представлены на рис. 3, из которого видно, что ха-

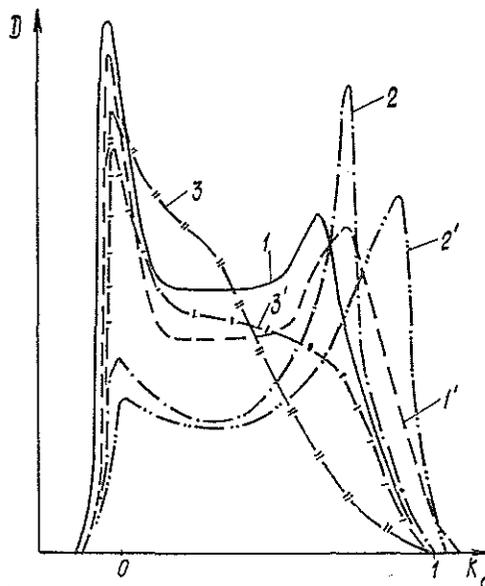


Рис. 3. Кривые гель-фильтрации образцов лигносульфонатов на геле ЭД-7,5 (1, 2, 3) и сефадексе G-75 (1', 2', 3').

1, 1' — ЛС натрия концентрата СДБ Архангельского ЦБК;
2, 2' — ЛС натрия сульфитного щелока Туринского ЦБК;
3, 3' — ЛС натрия, выделенный из концентрата щелока Туринского ЦБК.

рактир распределения ЛС по молекулярным массам на обоих гелях приблизительно одинаков, однако четкость разделения на G-75 больше, чем на ЭД-7,5.

Эффективность работы колонок, заполненных гелем ЭД-7,5 и G-75, сравнивали по разрешающей способности C_2/σ [1]. Дисперсию приборного уширения σ находили графически по хроматограммам декстрана. Для сефадекса G-75 $\sigma = 0,2$ мл, для ЭД-7,5 — 1,1 мл.

Разрешающая способность C_2/σ для сефадекса G-75 равна 6,35, для ЭД-7,5 — 1,17.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Нефедов П. П., Лавренко П. Н. Транспортные методы в аналитической химии полимеров. Л.: Химия, 1979, с. 130—137. [2]. Соколов О. М., Бабикова Н. Д., Попова В. Л. Определение молекулярных масс лигносульфонатов методом неустановившегося равновесия на ультрацентрифуге. — Химия древесины, 1977, № 5, с. 68—72. [3]. Соколов О. М., Богомолов Б. Д., Попова В. Л. Выбор условий фракционирования лигносульфонатов на сефадексе и определение их молекулярной массы на ультрацентрифуге. — Химия древесины, 1977, № 5, с. 64—67. [4]. Соколов О. М., Фесенко А. В. Расчет на ЭВМ «Минск-32» молекулярных масс и молекулярно-массовых распределений по данным гель-хроматографии: Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Химия древесины и основы ВМС». — Архангельск, 1979. — 32 с. [5]. Установление зависимости между молекулярным весом и коэффициентом распределения гель-хроматографии с учетом полидисперсности эталонных образцов/ О. М. Соколов, Б. Д. Богомолов, Н. Д. Бабикова и др. — В кн.: Хроматографический анализ в химии древесины. Рига, 1975, с. 74—78. [6]. Установление зависимости между коэффициентом распределения гель-фильтрации и молекулярной массой лигносульфонатов/ О. М. Соколов, Н. Д. Бабикова, Б. Д. Богомолов, В. Л. Попова. — Химия древесины, 1977, № 5, с. 73—77.

Поступила 13 мая 1983 г.

УДК 676.1.022.16

ОБ ОСНОВНЫХ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ СУЛЬФИТ-СПИРТОВЫХ ВАРОК ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ И ЕЛИ

Г. Ф. ПРОКШИН, Л. А. МИЛОВИДОВА, Г. В. КОМАРОВА,
Е. Г. ПОПОВА

Архангельский лесотехнический институт

Изучение основных закономерностей варок щепы ели с водно-спиртовыми растворами SO_2 по режиму без стадии пропитки на $110^\circ C$ [5] показало, что процесс делигнификации при этом отличается низкой избирательностью [2].

С целью выяснения влияния температурного режима на избирательность сульфит-спиртовых варок нами проведены варки древесины ели и березы при температурах 130, 135, $140^\circ C$ по графику, включающему стадию пропитки.

Варки проводили в глищериновой бане в автоклавах вместимостью 400 мл при жидкостном модуле 5 : 1. Использовали воздушно-сухую щепу (толщина 4 мм, длина 20—25 мм) лабораторного приготовления и варочный раствор следующего состава: спирт — вода в соотношении 1 : 1, концентрация SO_2 — 8,0 %. Температурный режим варок: подъем до $110^\circ C$ — 40 мин, стоянка на $110^\circ C$ — 60 мин, подъем до конечной температуры варки — 40 мин, продолжительность стоянки на конечной температуре — от 0 до 75 мин.

В древесине ели, использованной для варок, содержание лигнина составило 30,3, легкогидролизуемых углеводов (ЛГУ) — 13,1, экстрактивных веществ, определяемых экстракцией эфиром, — 1,86 %; в древесине березы: лигнина — 16,9, ЛГУ — 20,7, экстрактивных веществ — 3,2 %.

В полученных образцах целлюлозы определяли выход, содержание лигнина, ЛГУ и экстрактивных веществ.

Для некоторых образцов, делигнифицированных диоксидом хлора в мягких условиях [4], определяли содержание α -целлюлозы.

По методике, приведенной в работе [6], были рассчитаны основные кинетические показатели (константы скорости делигнификации при различных температурах, эффективная энергия активации).

Полученные результаты экспериментов по варке древесины ели приведены на рис. 1, 2.

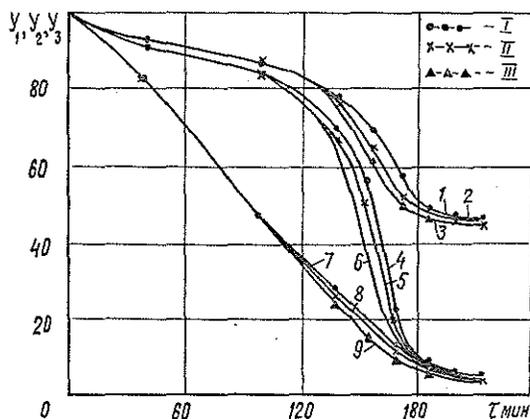


Рис. 1. Зависимость выхода целлюлозы Y_1 (кривые 1, 2, 3), содержания лигнина Y_2 (кривые 4, 5, 6) и легкогидролизуемых полисахаридов Y_3 (кривые 7, 8, 9) от продолжительности τ сульфит-спиртовой варки еловой древесины при различных температурах.

I — 130; II — 135; III — 140 °С.

Как видно из рис. 1, интенсивное растворение лигнина при варке древесины ели начинается после окончания часовой пропитки на 110 °С в период подъема температуры до конечной и стоянки на этой температуре, т. е. процесс растворения лигнина происходит так же, как при классической кислой сульфитной варке [8].

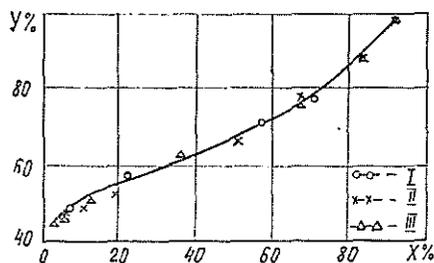
Растворение ЛГУ начинается сразу после повышения температуры, и к началу подъема температуры до конечной растворяется более 50 % ЛГУ.

Следовательно, снижение выхода на стадии заварки обусловлено, в основном, изменением содержания ЛГУ, а на стадии варки — уменьшением как содержания лигнина, так и ЛГУ.

Сопоставление результатов, представленных в данной работе, с полученными при варке без пропитки [2] показывает, что введение кратковременной пропитки повышает избирательность варочного процесса, хотя она и остается более низкой по сравнению с кислой водной сульфит-

Рис. 2. Зависимость выхода целлюлозы Y от содержания остаточного лигнина X для сульфит-спиртовой варки еловой древесины при различных температурах.

I — 130; II — 135; III — 140 °С.



ной варкой. Повышение температуры варки от 130 до 140 °С, в отличие от водной сульфитной варки, не влияет на избирательность варочного процесса (рис. 2).

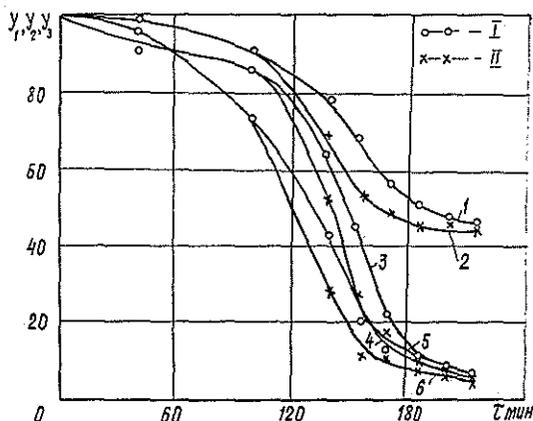
Анализ образцов еловой целлюлозы показал, что содержание экстрактивных веществ, независимо от температуры и продолжительности варки на конечной температуре, составляет 0,6—0,7 %, содержание α -целлюлозы в образце, делигнифицированном диоксидом хлора, составляет 88,9 %.

Следовательно, использование водно-спиртового раствора SO_2 в качестве варочной жидкости не оказало влияния на снижение смолистости целлюлозы по сравнению с кислой сульфитной варкой.

Расчет энергии активации и констант скоростей делигнификации для изучаемых температурных условий позволяет сделать следующие заключения.

Рис. 3. Зависимость выхода целлюлозы Y_1 (кривые 1, 2), содержания лигнина Y_2 (кривые 3, 4), легкогидролизуемых полисахаридов Y_3 (кривые 5, 6) от продолжительности τ сульфит-спиртовой варки березовой древесины при различных температурах.

I — 130; II — 135 °С.



Константы скоростей делигнификации возрастают при всех температурах варки до достижения степени делигнификации 80 %. Изменение энергии активации в исследованных интервалах температур по характеру соответствует изменению констант скоростей делигнификации. Абсолютные значения энергии активации при температурном интервале 135—140 °С выше, чем при 130—135 °С, но значительно ниже, чем для кислой сульфитной варки [3]. Аномально низкие значения энергии активации можно объяснить особенностью изменения кислотности водно-

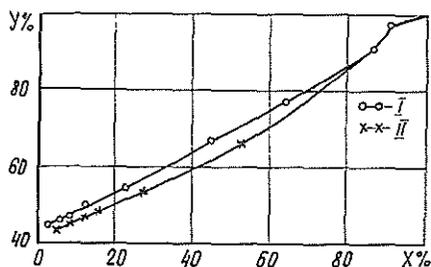


Рис. 4. Зависимость выхода целлюлозы Y от содержания остаточного лигнина X для сульфит-спиртовой варки березовой древесины при различных температурах.

I — 130; II — 135 °С.

спиртовых растворов SO_2 при повышении температуры. Как известно, повышение температуры приводит к резкому снижению рН этих растворов [1], что, в свою очередь, приводит к снижению эффективной энергии активации [3].

Сравнение результатов (рис. 1, 2 и 3, 4) показало, что сульфит-спиртовые варки древесины березы, по сравнению с варками древесины ели, отличаются большей скоростью растворения лигнина на стадии пропитки и большей избирательностью варочного процесса при удалении 60 % лигнина от исходного содержания. При более глубокой

Таблица 1

Влияние температуры и продолжительности сульфит-спиртовой варки древесины ели (в числителе) и березы (в знаменателе) на изменение константы делигнификации

| Количество лигнина, перешедшего в раствор | | Константа скорости делигнификации, ч^{-1} , для разных температур, $^{\circ}\text{C}$ | | |
|---|--------------------------|--|------|------|
| в начале этапа, x_1 , % | в конце этапа, x_2 , % | 130 | 135 | 140 |
| 35 | 50 | 1,31 | 1,43 | 2,25 |
| 40 | 50 | 1,56 | 1,46 | — |
| 50 | 60 | 2,97 | 3,34 | 3,82 |
| 50 | 60 | 2,23 | 2,06 | — |
| 60 | 70 | 3,83 | 4,31 | 4,79 |
| 60 | 70 | 3,12 | 4,87 | — |
| 70 | 80 | 4,05 | 4,42 | 4,88 |
| 70 | 80 | 3,04 | 2,70 | — |
| 80 | 90 | 2,10 | 2,47 | 3,46 |
| 80 | 90 | 1,47 | 2,16 | — |

Таблица 2

Изменение основных кинетических показателей сульфит-спиртовой варки древесины ели (в числителе) и березы (в знаменателе)

| Количество растворенного лигнина, % | Температурный коэффициент | Энергия активации, кДж/моль | Температурный коэффициент | Энергия активации, кДж/моль |
|-------------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | для температурного интервала, $^{\circ}\text{C}$ | | | |
| | 130—135 | | 135—140 | |
| 50 | 1,12 | 15,5 | 1,17 | 22,1 |
| 50 | 2,30 | 114,2 | — | — |
| 60 | 1,05 | 10,6 | 1,16 | 20,9 |
| 60 | 1,60 | 64,4 | — | — |
| 70 | 1,08 | 10,6 | 1,16 | 20,9 |
| 70 | 1,36 | 42,1 | — | — |
| 80 | 1,05 | 6,7 | 1,12 | 15,9 |
| 80 | 1,23 | 28,4 | — | — |
| 90 | 1,06 | 8,9 | 1,15 | 19,6 |
| 90 | 1,24 | 5,4 | — | — |

делигнификации избирательность варочного процесса для древесины ели выше, чем для древесины березы (сравнить рис. 2 и 4).

Повышение температуры от 130 до 135 °С приводит к более интенсивному растворению лигнина и ЛГУ при варке древесины березы, чем ели, и снижает избирательность варочного процесса (рис. 4).

Содержание экстрактивных веществ в образцах березовой целлюлозы оказалось высоким (2,3—2,4 %); при этом в раствор переходит не более 70—75 % этих веществ, тогда как при варке древесины ели количество растворившейся смолы составляет 80—85 %.

Сравнение кинетических параметров делигнификации древесины березы и ели (табл. 1 и 2) показало, что для древесины березы процесс делигнификации характеризуется более высокими значениями эффективной энергии активации. На этапах делигнификации, соответствующих 50—60 % удаленного лигнина, значения эффективной энергии активации близки к значениям, определенным для обычной сульфитной варки [7]. Для варок древесины березы в период стоянки на конечной температуре значения констант делигнификации близки к полученным для варок древесины ели при тех же температурах (130—135 °С), т. е. скорости растворения лигнина, остающегося в древесине ели и березы к моменту выхода на конечную температуру варки, примерно одинаковы.

В целом для сульфит-спиртовых варок древесины ели и березы, по сравнению с обычными сульфитными варками, характерны более низкая избирательность и, следовательно, более высокое содержание остаточного лигнина при меньшем выходе.

Для образцов еловой целлюлозы по сравнению с обычными сульфитными целлюлозами характерно более высокое содержание α -целлюлозы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бейтс Р. Определение рН. — Л.: Химия, 1968. — 182 с. [2]. Изучение основных закономерностей процесса делигнификации еловой древесины спиртовыми и водно-спиртовыми растворами SO_2 / Г. В. Комарова, Л. А. Миловинова, Г. Ф. Прокшин, В. И. Комаров. — В кн.: Хим. и механ. перераб. др-ны и древесных отходов. Л., 1981, вып. 7, с. 41. [3]. Лендъел П., Морвай Ш. Химия и технология целлюлозного производства. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. — 543 с. [4]. Практические работы по химии древесины и целлюлозы/ А. В. Оболенская, В. П. Щеголев, Г. Л. Аким и др. — М.: Лесн. пром-сть, 1965, с. 411. [5]. Примаков С. Ф. Делигнификация водно-спиртовыми растворами SO_2 . — Науч. тр. ВНИИБа, 1961, 46, с. 83. [6]. Розенбергер Н. А. Исследование процессов сульфитной варки целлюлозы при различных рН. — Науч. тр. ВНИИБа, 1965, вып. 50, с. 1—95. [7]. Розенбергер Н. А., Непенин Ю. Н. Сравнительное изучение делигнификации еловой березовой древесины: Материалы науч.-техн. конф., 1971, с. 93—98. [8]. Технология целлюлозы: В 3-х т. — М.: Лесн. пром-сть, 1976. Т. 1. Непенин Н. Н. Производство сульфитной целлюлозы. — 624 с.

Поступила 17 октября 1983 г.

УДК 630*92 : 632.95

НОВЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЗАГОТОВЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ОТ НАСЕКОМЫХ-КСИЛОФАГОВ

Г. И. МАССЕЛЬ, А. С. РОЖКОВ, А. И. МИХАЛЕВА,
А. Н. ВАСИЛЬЕВ, Б. А. ТРОФИМОВ

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО АН СССР
Иркутский институт органической химии СО АН СССР

Правила заготовки леса предусматривают своевременную вывозку его с лесосек и лесных складов. По нашим наблюдениям, в Прибайкалье повреждаемость заготовленной древесины сосны и лиственницы усачами на вырубках намного превышала допустимые ГОСТом нормы. Особенно большие убытки заготовленному лесу ксилофаги приносят в местах, отдаленных от железных дорог, где организуются склады длительного хранения.

| № п/п | Препарат | Плотность | | | | | |
|-------|--|----------------------------|-----|------|-----------|---|-----|
| | | Большой листовичный короед | | | Вершинный | | |
| | | по | | | | | |
| | | 1* | 2* | 3* | 1 | 2 | |
| I | 4, 5, 6, 7-Тетрагидроиндол | 2,3 | 2,4 | — | — | — | — |
| II | 1-Винил-2-метилпиррол | 1,7 | — | — | — | — | — |
| III | 1-Винил-2-этил-3-метилпиррол | 1,9 | — | — | — | — | — |
| IV | 1-Винил-2-метил-3-пропилпиррол | 1,6 | 2,3 | — | — | — | — |
| V | 1-Винил-2-метил-3-изопропилпиррол | 3,0 | 3,0 | — | — | — | — |
| VI | 1-Винил-2-метил-3-амилпиррол | — | — | — | — | — | 5,4 |
| VII | 1-Винил-2-фенилпиррол | 2,6 | 2,3 | 0,37 | — | — | — |
| VIII | 1-Винил-3-метил-2-фенилпиррол | 0,6 | 1,5 | — | — | — | — |
| IX | 1-Винил-2-метил-3-фенилпиррол | — | — | — | — | — | — |
| X | 1-Винил-2-п-этилфенилпиррол | — | — | — | — | — | — |
| XI | 1-Винил-2-фенил-3-гексилпиррол | — | — | — | — | — | — |
| XII | 1-Винил-2-фенил-3-амилпиррол | — | — | — | — | — | — |
| XIII | 1-Винил-2-фенил-3-нонилпиррол | 2,3 | — | — | — | — | — |
| XIV | 1-Винил-2-(2-тиенил) пиррол | 0,14 | — | — | — | — | — |
| XV | 1-Винил-3-пропил-2-(2-тиенил) пиррол | — | — | — | — | — | — |
| XVI | N-(α -Метоксиэтил)-2-фенилпиррол | 1,1 | — | — | — | — | — |
| XVII | 1-Винил-2-фенил-5-трифторацетилпиррол | — | — | — | — | — | — |
| XVIII | 1-(2-Бутилтиозил)-4, 5, 6, 7-тетрагидроиндол | 1,0 | — | — | — | — | — |
| XIX | 1-(2-Бутилтиозил)-2, 3-диметилпиррол | 5,5 | 1,5 | — | — | — | — |
| XX | 1-(2-Бутилтиозил)-2-фенил-3-амилпиррол | 2,0 | 0,5 | — | — | — | — |
| XXI | 1-(2-Этилтиозил)-2-фенил-3-амилпиррол | 2,0 | — | — | — | — | — |
| XXII | 1-(2-Изобутилтиозил)-2-фенилпиррол | — | — | — | — | — | — |
| | Контроль | 7,4 | 2,5 | 1,6 | — | — | 3,2 |

Примечание. Плотность поселения усачей определяли по числу личинок и углотность поселения их учитывали по числу особей на 1 дм². 1* — комель, 2* — се-

До недавнего времени защиту заготовленной древесины практически обеспечивали ее окоркой. При замене ручной окорки опрыскиванием древесины ядохимикатами производительность труда возрастает в 14—15 раз, а денежные затраты снижаются в 4—6 раз.

В нашей стране для защиты заготовленного леса в качестве инсектицидов и репеллентов в основном использовали ДДТ и гексахлоран (ГХЦГ). Однако ДДТ, из-за его способности аккумулироваться в органах растений и животных, в настоящее время снят с производства, а гексахлоран не полностью защищает древесину от вредителей, поскольку под действием солнечных лучей он очень быстро теряет свою токсичность и вымывается дождями.

В связи с этим изыскание препаратов, обладающих высокой репеллентной и инсектицидной активностью и селективно действующих на вредителей леса, но не токсичных для теплокровных животных и ихтиофауны рек, имеет первостепенное значение.

Разработанные в Иркутском институте органической химии СО АН СССР простые, одностадийные, основанные на доступном сырье способы получения 4, 5, 6, 7-тетрагидроиндола и 1-винилпирролов* позволили получить большой ряд этих соединений (I—XXII) и изучить их токсические, аттрактивные и репеллентные свойства.

Нами исследована токсичность синтезированных соединений для защиты заготовленной древесины от ксилофагов. Предусматривалось выяснить эффективность действия веществ, определить оптимальные нормы расхода для обработки поверхности штабеля древесины. Для этого срубленные деревья разделяли на отрезки и укладывали в ряды на расстоянии 3—4 м друг от друга. Неокоренные отрезки обрабатывали мелкокапельным опрыскивателем (с расходом 10 %-ного раствора препарата — 0,25 л/м²)

Таблица 1

| поселения насекомых | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|------|---|--------------|-----|-----|-----------------------|---|---|-------------------|---|---|---|
| короед | Черные хвойные усачи | | | Редкий рагий | | | Златка синяя сосновая | | | Сосновая смолевка | | | |
| стволу | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| — | — | — | — | 0,3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 8,3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 0,1 | — | — | 0,1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 1,5 | 1,7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4,9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 1,9 | 0,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 0,4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 0,56 | 1,0 | — | 0,7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 0,31 | 0,33 | — | 0,10 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 0,76 | 0,83 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 0,34 | 1,0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 0,57 | 1,7 | — | 1,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | 0,9 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2,6 | — | — | — | — | — | 0,4 | — | — | — | — | — | — | — |
| — | 0,4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,6 | — | 0,1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 7,5 | 0,9 | 0,2 | — | 1,2 | — | 0,2 | — | — | — | — | — | — | — |

лублений в древесину на 1 дм²; учеты короедов проведены на фазе молодых жуков, редина, 3* — вершина.

* Трофимов Б. А., Михалева А. И. Реакция кетоксимов с ацетиленом: новый общий метод синтеза пирролов. — Химия гетероциклических соединений, 1980, № 10, с. 1299—1312.

два раза: в первой декаде мая — перед летом весенней группы вредителей и в июне — перед летом летней группы. Детальный учет поселений ксилофагов проводили в конце августа.

В табл. 1 представлены результаты химической обработки неокоренной древесины сосны замещенными пирролами.

Как видно из данных табл. 1, двукратное опрыскивание неокоренной древесины соединениями II, III, XII позволяет значительно снизить плотность поселения насекомых по всему стволу. Максимальный токсический и репеллентный эффект эти препараты проявили по отношению к вершинному короеду, черным хвойным усачам, рагию ребристого и синей сосновой златке. Эти виды не обнаружены на обработанных участках стволов, однако на нижней стороне бревен, обработанных 1-винил-2-фенил-3-амилпирролом (XII), были найдены единичные поселения малого черного елового усача.

Препараты IX, XI, XVII показали привлекающее действие для большого листовичного и вершинного короедов, черных хвойных усачей и рагия ребристого. Аттрактивный эффект по отношению к вершинному короеду проявили 1-винил-2-метил-3-амилпиррол (VI), а к сосновой смолевке — 1-винил-2-фенил-3-нонил-пиррол (XIII). Плотность поселения жуков на бревнах, обработанных этими препаратами, превышала контроль.

Одновременно проводили испытание новых синтезированных соединений в качестве контактных инсектицидов на личинках продолговатого и шестизубого короедов и черных хвойных усачей. Испытывали чистые соединения. Вещества наносили на переднюю часть тела личинок. В каждом опыте использовали по 20 личинок, повторность опыта двукратная. Процент гибели подсчитывали через 1 и 24 ч. Наиболее токсичными для личинок шестизубого и продолговатого короедов оказались 1-винил-2-метилпиррол (II) и 1-винил-2-метил-3-пропилпиррол (IV), действие которых вызывало в течение 1 ч 100 %-ную гибель (табл. 2).

Максимальный токсический эффект (100 %-ная смертность через 24 ч) для шестизубого короеда установлен в опытах с 1-винилпирролами (II—VI), для продолговатого короеда — с соединениями I—IV, для черных хвойных усачей — с 1-винилпирролом (V); 80—90 %-ную смертность личинок усачей в опыте вызывают 4, 5, 6, 7-тетрагидроиндол (I) и 1-винил-2-этил-3-метилпиррол (III).

Для выяснения фумигантного действия паров синтезированных соединений на личинки черных хвойных усачей использовали чашки Петри, в которые помещали ватные тампоны, смоченные 2 мл препарата, и личинки усачей в сетчатых пакетах. Через 2 ч в чашках с парами тетрагидроиндола (I), 1-винил-2-метилпиррола (II) и 1-винил-2-этил-3-метилпиррола (III) смертность личинок составляла 46—50 %, а через 24 ч — от 78 до 91 %. При действии других веществ погибло от 9 до 25 % личинок (табл. 3).

Следовательно, нами установлено контактно-кишечное и фумигантное действие замещенных пирролов на имаго и личинки стволовых вредителей. Найдены новые, доступные и эффективные препараты 1-винил-2-метилпиррол (II), 1-винил-2-этил-3-метилпиррол (III) и 1-винил-2-фенил-3-амилпиррол (XII), обладающие высокой токсичной и репеллентной активностью, селективно действующие на вредителей леса.

Таблица 2

Эффективность контактного действия замещенных пирролов на личинки стволовых вредителей

| № п/п | Препарат | Смертность личинок, % | | | | |
|-------|---|-------------------------------------|-----|------------------------|-----|-------------------------------|
| | | шестизубого короэда | | продолговатого короэда | | усачей рода <i>Menochamus</i> |
| | | при действии препарата в течение, ч | | | | |
| 1 | 24 | 1 | 24 | 24 | | |
| I | 4, 5, 6, 7-Тетрагидроиндол | — | — | — | 100 | 87 |
| II | 1-Винил-2-метилпиррол | 87 | 100 | 100 | 100 | 77 |
| III | 1-Винил-2-этил-3-метилпиррол | 34 | 100 | — | 100 | 90 |
| IV | 1-Винил-2-метил-3-пропилпиррол | 100 | 100 | 67 | 100 | 65 |
| V | 1-Винил-2-метил-3-изопропилпиррол | 87 | 100 | 20 | 90 | 100 |
| VI | 1-Винил-2-метил-3-амилпиррол | 38 | 100 | 0 | 57 | 75 |
| VII | 1-Винил-2-фенилпиррол | 19 | 83 | 0 | 90 | 37 |
| VIII | 1-Винил-3-метил-2-фенилпиррол | 70 | 78 | 0 | 87 | 18 |
| IX | 1-Винил-2-метил-3-фенилпиррол | — | — | — | — | 20 |
| X | 1-Винил-2-п-этил-фенилпиррол | 25 | 78 | 0 | 63 | 66 |
| XI | 1-Винил-2-фенил-3-гексилпиррол | — | — | — | — | 0 |
| XII | 1-Винил-2-фенил-3-амилпиррол | 0 | 75 | 0 | 80 | 0 |
| XIII | 1-Винил-2-фенил-3-нонилпиррол | — | — | — | — | 20 |
| XIV | 1-Винил-2-(2-тиенил) пиррол | — | — | — | — | 50 |
| XV | 1-Винил-2-(2-тиенил)-3-пропилпиррол | — | — | — | — | 0 |
| XVI | N-(α -метоксиэтил)-2-фенилпиррол | — | — | — | — | 20 |
| XVII | 1-Винил-2-фенил-5-трифторацетилпиррол | — | — | — | — | 0 |
| XVIII | 1-(2-Бутилтиоэтил)-4, 5, 6, 7-тетрагидроиндол | 8 | 42 | 12 | 20 | 60 |
| XIX | 1-(2-Бутилтиоэтил)-2, 3-диметилпиррол | 11 | 45 | 0 | 17 | 77 |
| XX | 1-(2-Бутилтиоэтил)-2-метил-3-пропилпиррол | 26 | 86 | — | 2 | 62 |
| XXI | 1-(2-Этилтиоэтил)-2-фенил-3-амилпиррол | 0 | 44 | 0 | 50 | 11 |
| XXII | 1-(2-Изобутилтиоэтил)-2-фенилпиррол | 11 | 67 | 0 | 50 | 12 |

Таблица 3

Эффективность фумигантного действия замещенных пирролов на личинки черных хвойных усачей

| № п/п | Препарат | Смертность личинок, %, при действии препарата в течение, ч | |
|-------|---|--|----|
| | | 2 | 24 |
| I | 4, 5, 6, 7-Тетрагидроиндол | 50 | 78 |
| II | 1-Винил-2-метилпиррол | 50 | 81 |
| III | 1-Винил-2-этил-3-метилпиррол | 46 | 91 |
| IV | 1-Винил-2-метил-3-пропилпиррол | 0 | 12 |
| V | 1-Винил-2-метил-3-изопропилпиррол | 0 | 11 |
| VI | 1-Винил-2-метил-3-амилпиррол | 0 | 17 |
| VII | 1-Винил-2-фенилпиррол | 0 | 22 |
| VIII | 1-Винил-3-метил-2-фенилпиррол | 0 | 9 |
| X | 1-Винил-2-п-этилфенилпиррол | 12 | 25 |
| XII | 1-Винил-2-фенил-3-амилпиррол | 0 | 0 |
| XVIII | 1-(2-Бутилтиоэтил)-4, 5, 6, 7-тетрагидроиндол | 0 | 11 |
| XIX | 1-(2-Бутилтиоэтил)-2, 3-диметилпиррол | 0 | 0 |
| XX | 1-(2-Бутилтиоэтил)-2-метил-3-пропилпиррол | 0 | 12 |
| | Контроль | 0 | 0 |

Поступила 11 апреля 1983 г.

УДК 630*813

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТРАБОТАННОЙ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ В КАЧЕСТВЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК

Н. А. ВЕЛИЧКО, С. М. РЕПЯХ, Г. В. ТИХОМИРОВА

Сибирский технологический институт

В настоящее время уделяется внимание древесной зелени как дополнительному источнику кормов для сельскохозяйственных животных [2, 3, 6—9, 11, 13, 14]. Известен ряд работ по щелочной обработке древесных отходов [5, 12].

При комплексной переработке древесной зелени получается остаток, содержащий большое количество углеводов [10]. Такой остаток имеет низкую степень перевариваемости и непосредственно животным скормлен быть не может. Для изыскания возможностей использования отработанной древесной зелени в рационах разных видов сельскохозяйственных животных была проведена щелочная и ферментативная обработка.

Объектом исследования служила отработанная древесная зелень сосны. Измельченную зелень помещали в емкость, снабженную мешалкой, заливали щелочью (гидромуль 10) и обрабатывали при различных температурах, концентрациях щелочи, продолжительности обработки и выдержки. После этого образцы выдерживали на воздухе и определяли перевариваемость Y , %. По изменению последней судили о повышении питательной ценности корма при данной обработке.

Для нахождения оптимальных условий проведения обработки, на основании литературных данных и предварительно проведенных экспериментов, применяли математический метод планирования эксперимента [1]. В качестве независимых переменных факторов принимали: температуру X_1 , °С; концентрацию щелочи X_2 , %; продолжительность обработки X_3 , ч; продолжительность выдержки образца после щелочной обработки X_4 , сут. За постоянные факторы приняты модуль и частота вращения мешалки (500 об/мин). Путем математической обработки результатов опытов получено уравнение регрессии, адекватно отражающее результаты опытов:

$$Y = 42,1 + 1,15X_1 + 2,04X_2 + 1,24X_3 + 1,66X_4.$$

Условия проведения эксперимента представлены в табл. 1.

Матрица планирования эксперимента и условия ее реализации представлены в табл. 2.

Для нахождения оптимальных условий принят путь крутого восхождения с программой, приведенной в табл. 3. В этой таблице представлены матрица планирования эксперимента и условия ее реализа-

Таблица 1

Уровни факторов
и интервалы варьирования

| Независимый переменный фактор | Шаг | Значение фактора для уровня варьирования | | |
|-------------------------------|-----|--|-----|-----|
| | | -1 | 0 | +1 |
| X_1 °С | 35 | 20 | 55 | 90 |
| X_2 % | 3,5 | 1,0 | 4,5 | 8,0 |
| X_3 ч | 2 | 2 | 4 | 6 |
| X_4 сут | 4 | 2 | 6 | 10 |

Таблица 2

| Номер опыта | Температура X_1 , °С | Концентрация X_2 , % | Продолжительность обработки X_3 , ч | Продолжительность выдержки X_4 , сут | Перевариваемость Y , % |
|-------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | 90 | 8 | 6 | 10 | 47,22 |
| 2 | 20 | 8 | 6 | 10 | 46,32 |
| 3 | 90 | 1 | 6 | 10 | 41,70 |
| 4 | 20 | 1 | 6 | 10 | 41,77 |
| 5 | 90 | 8 | 2 | 10 | 45,35 |
| 6 | 20 | 8 | 2 | 10 | 43,95 |
| 7 | 90 | 1 | 2 | 10 | 42,38 |
| 8 | 20 | 1 | 2 | 10 | 41,65 |
| 9 | 90 | 8 | 6 | 2 | 45,30 |
| 10 | 20 | 8 | 6 | 2 | 43,25 |
| 11 | 90 | 1 | 6 | 2 | 42,82 |
| 12 | 20 | 1 | 6 | 2 | 38,55 |
| 13 | 90 | 8 | 2 | 2 | 43,00 |
| 14 | 20 | 8 | 2 | 2 | 38,95 |
| 15 | 90 | 1 | 2 | 2 | 38,32 |
| 16 | 20 | 1 | 2 | 2 | 33,45 |

Таблица 3

| Номер опыта | Температура X_1 , °С | Концентрация X_2 , % | Продолжительность обработки X_3 , ч | Продолжительность выдержки X_4 , сут | Перевариваемость, % | |
|-------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|--|---------------------|-------------------|
| | | | | | расчетная | экспериментальная |
| 17 | 90 | 8 | 6,0 | 10 | 48,10 | 48,22 |
| 18 | 96 | 9 | 6,3 | 11 | 48,65 | 49,90 |
| 19 | 96 | 10 | 6,6 | 12 | 49,12 | — |
| 20 | 96 | 11 | 7,0 | 13 | 49,64 | 50,50 |
| 21 | 96 | 12 | 7,3 | 14 | 50,29 | — |
| 22 | 96 | 13 | 7,6 | 15 | 50,72 | 51,70 |
| 23 | 96 | 14 | 7,9 | 16 | — | 50,30 |
| 24 | 96 | 15 | 8,2 | 17 | — | 48,82 |

ции с опытов 17—24. После 24-го опыта движение заканчивалось, поскольку изменение независимых переменных приводит к незначительному увеличению перевариваемости.

Оптимальные условия щелочной обработки древесной зелени: температура 90 °С, концентрация щелочи 8 %, продолжительность обработки 6 ч, продолжительность выдержки после щелочной обработки 10 дн. Жидкостный модуль 48 %. Перевариваемость древесной зелени при этих условиях составляет 48 %. Органолептические свойства такого кормового продукта следующие: цвет светло-коричневый, без запаха, механическая прочность пониженная, водопоглощение повышенное, рН 8—8,5.

Количественное содержание отдельных компонентов в обработанной щелочью древесной зелени в пересчете на абсолютно сухое вещество (в процентах): зольные вещества — 2,6; легкогидролизуемые полисахариды — 7,5; трудногидролизуемые полисахариды — 28,5; лигнинные вещества — 21,5. Данные по химическому составу свежей и отработанной древесной зелени приведены ранее [10]. Перевариваемость древесной зелени определяли по методу А. Р. Жукова [4], основанному на способности хлорфенольного раствора растворять органическое вещество корма в такой же степени, в какой оно переваривается в желудке животного.

В результате определений установлено, что в процессе обработки щелочью количественное содержание отдельных групп питательных веществ изменяется, но степень изменения содержания их неодинакова. Показатель перевариваемости увеличивается с 16 % у свежей древесной зелени до 48 % у обработанной щелочью.

На основании полученных результатов оработанную и обработанную щелочью древесную зелень можно рекомендовать в корм сельскохозяйственным животным.

Другой эффективный способ повышения питательной ценности древесных отходов — обработка их микроорганизмами. С этой целью в оработанную древесную зелень вносят питательные соли в следующих количествах, г/л: KNO_3 — $0,02 \div 2$; MgSO_4 — $0,01 \div 0,1$; FeSO_4 — $0,0005 \div 0,1$; KH_2PO_4 — $0,01 \div 1$; KCl — $0,01 \div 0,1$. Затем смесь подвергают воздействию острого пара в течение 30—50 мин и обрабатывают грибами *Penicillium viridoe* или *Panus tigrinus* при 28—30 °С в течение 10—15 сут. Жидкостный модуль 5. Перевариваемость обработанной микроорганизмами древесной зелени по сравнению со свежей увеличивается от 16 до 65,5 %. Содержание протеина составляет 10,7 % к абс. сухому веществу. Аминокислотный состав протеина следующий (в процентах): лизин — 0,83; гистидин — 0,24; аргинин — 0,28; аспарагиновая кислота — 1,67; треонин — 0,61; серин — 0,8; глютаминовая кислота — 1,53; пролин — 0,15; глицин — 1,15; аланин — 0,91; валин — 1,08; метионин — 0,07; изолейцин — 0,46; лейцин — 1,14; фенилаланин — 0,97. Биологическая ценность полученного корма на основании аминокислотного состава равна 47 %.

Такой способ обработки древесной зелени позволяет повысить ее перевариваемость до 63—65 %, способствуя более полному использованию зелени в народном хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. — М.: Статистика, 1974. — 191 с. [2]. Дмитренко А. П. Хвоя как заменитель корма для сельскохозяйственных животных. — Зап. Пушкинской зоотехнической лаборатории, 1943, 25. — 10 с. [3]. Дудкин М. С., Дарманьян П. М. Древесина и отходы ее переработки как кормовые продукты. — Химия древесины, 1978, № 1, с. 3—7. [4]. Жуков А. Р. Материалы о разработке производственного метода определения общей питательности кормов. — Тр. Саратовского зооветинститута, 1961, т. 10. [5]. Исследовать химический состав древесной зелени хвойных и лиственных пород, ее компонентов и продуктов переработки: Отчет по науч.-исслед. работе. Инв. № Б 884419. — Л., 1980. — 189 с. [6]. Ломакин А. М. Биологические свойства кормовых продуктов из отходов ели и сосны и их хозяйственная характеристика: Автореф. дис. . . канд. с.-х. наук. Петрозаводск, 1966. — 23 с. [7]. Медников Ф. А. Комплексное использование древесной зелени для получения лечебных препаратов и кормовых продуктов. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 3, с. 116—118. [8]. Проблемы использования отходов лесозаготовок и промышленной переработки древесины на корм: Сб. науч. тр. — Л.: ВАСХНИЛ, 1979. — 178 с. [9]. Производство и биологическая оценка витаминной муки из лесного сырья/ И. К. Иевинь, А. Р. Вальдман, А. А. Мацис и др. — В кн.: Тр. по витаминам из природного сырья. Уфа, 1971, с. 102—112. [10]. Состав древесной зелени хвойных/ С. М. Релях, Н. А. Чупрова, Н. А. Величко. — Химия древесины, 1982, № 3, с. 92—95. [11]. Темешевский Д. А. Комплексное использование недревесной продукции леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1976, с. 206—209. [12]. Тихомиров Г. П. Изучение кормовой ценности для животных древесных хлопьев и верхового торфа, обработанных щелочами: Автореф. дис. . . канд. с.-х. наук. — Минск, 1971. — 21 с. [13]. Эрнст Л. К., Науменко З. М. Биомасса леса и ее кормовое использование. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 91 с. [14]. Эрнст Л. К., Науменко З. М., Ладинская С. И. Кормовые продукты из отходов леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 166 с.

Поступила 5 сентября 1983 г.

УДК 547.913 : 582.475.4

НАСЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА ИЗ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

А. И. ЧЕРНОДУБОВ, Р. И. ДЕРЮЖКИН, Р. Д. КОЛЕСНИКОВА

Воронежский лесотехнический институт

При изучении живицы сосны обыкновенной [11] установлена высокая степень наследуемости ($H = 0,99-0,91$) таких компонентов, как α - и β -пиненов, мирцена и β -фелландрена. Некоторые авторы [3—10, 12] выявили, что синтез отдельных компонентов (α -пинена, Δ^3 -карена) находится под контролем единичных генов.

Цель наших исследований — выявить наследование состава эфирных масел из хвои индивидуальных деревьев сосны обыкновенной при семенном размножении.

Объектами изучения послужили географические культуры сосны обыкновенной, созданные проф. М. М. Вересиным в 1959 г. в Воронежском лесхозе. Подбирали 18 модельных деревьев различного географического происхождения, с которых можно было заготовить шишки. Извлеченные из них семена высели в тех же условиях, что и географические культуры. Выращенные 2-летние сеянцы выкопали 17 ноября 1974 г. Каждый вариант представлен 40—60 сеянцами, из хвои которых составляли средний образец и получали эфирное масло. В этот же день были заготовлены образцы хвои у модельных деревьев и также извлечено эфирное масло.

Методика извлечения и хроматографического анализа компонентов эфирного масла изложена нами ранее [1, 2].

Состав монотерпеновой фракции эфирных масел из хвои 17-летних модельных деревьев сосны обыкновенной различного географического происхождения и 2-летних сеянцев, выращенных из семян этих деревьев от свободного опыления, представлен в таблице.

Из данных таблицы можно заключить, что возраст растений не оказывает существенного влияния на качественный состав и количественное содержание компонентов монотерпеновой фракции эфирных масел из хвои. Наблюющиеся отклонения по количественному содержанию основных компонентов сравниваемых проб эфирных масел лежат в пределах стандартного отклонения. Состав эфирных масел из хвои сосны обыкновенной не изменяется при семенном размножении. Это подтверждает данные о том, что этот фактор генетически закреплен.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Чернодубов А. И., Колесникова Р. Д., Дерюжкин Р. И. Некоторые особенности эфирного масла подвидов сосны обыкновенной. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1976, № 5. [2]. Чернодубов А. И., Дерюжкин Р. И., Колесникова Р. Д. Состав эфирного масла и скипидара индивидуальных деревьев сосны обыкновенной. — Гидролиз. и лесохим. пром-сть, 1978, № 2. [3]. Чудный А. В. Изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной. — Растит. ресурсы, т. 13, вып. 2. [4]. Fisher G. S. Variation in composition of terpenes from slash pine. — Amer. chem. soc. D-4, Winter, Muting, Ariz., 1966. [5]. Hanover I. W. Inheritance of 3-carene concentration of *Pinus monticola*. — Forest sci., 1966, vol. 14, N 2. [6]. Hanover I. W. Genetics of terpenes. I. Gene control of monoterpenes levels in *Pinus monticola* Dougl.— Heredity, 1966, N 21(1). [7]. Hanover I. W. Genetic variance and interrelationships of monoterpenes in *Pinus monticola*. — Heredity, 1971, vol. 27(2). [8]. Hiltunen R. Variation and inheritance of some monoterpenes in *Pinus silvestris*. — Planta med., 1975, v. 28, N 3. [9]. Iuvonen S. Über die Terpenbiosynthes beeinflussenden Faktoren in *Pinus silvestris*. — Acta bot. fennica,

| Географическое происхождение | Возраст растительный, лет | Содержание компонентов в эфирном масле, % | | | | | | | | | | Терпеноиды | |
|------------------------------|---------------------------|---|--------|---------|--------|-----------------------|------------|---------|--------------|----------|------------|------------|--------|
| | | α-Пинен | Камфен | β-Пинен | Мирцен | Δ ³ -Карен | α-Терпинен | Лимонен | β-Фелландрен | l-Синеол | γ-Терпинен | | Циннол |
| Ленинградская обл. | 17 | 42,5 | 6,7 | 6,4 | 5,0 | 27,0 | Следы | 4,2 | 1,8 | 1,0 | Следы | — | 4,6 |
| | 2 | 41,6 | 8,2 | 9,8 | 5,7 | 24,6 | 1,1 | 3,8 | 1,6 | 1,1 | 0,6 | Следы | 1,9 |
| Новгородская » | 17 | 46,8 | 4,0 | 7,8 | 8,8 | 18,0 | 0,4 | 3,3 | 1,5 | 1,5 | 0,2 | — | 1,7 |
| | 2 | 54,4 | 5,9 | 5,3 | 8,8 | 17,5 | 1,9 | 1,9 | 0,8 | 1,6 | 0,4 | — | 1,5 |
| Владимирская » | 17 | 58,3 | 7,7 | 4,4 | 2,9 | 15,9 | 1,2 | 2,3 | 1,6 | 2,1 | 0,6 | — | 3,0 |
| | 2 | 57,5 | 7,7 | 4,2 | 3,9 | 15,3 | 2,4 | 4,1 | 1,3 | 1,9 | 0,7 | — | 1,0 |
| Горьковская » | 17 | 57,1 | 7,7 | 6,6 | 3,0 | 17,7 | Следы | 3,0 | 1,8 | 1,5 | Следы | — | 1,6 |
| | 2 | 54,3 | 7,4 | 9,0 | 4,2 | 20,2 | 1,0 | 2,0 | Следы | Следы | » | — | 1,9 |
| Гродненская » | 17 | 52,9 | 13,6 | 2,4 | 4,6 | 14,5 | 0,9 | 4,0 | 2,3 | 2,1 | 0,4 | — | 2,3 |
| | 2 | 51,0 | 8,2 | 2,7 | 5,9 | 19,9 | 1,2 | 3,9 | 2,2 | 2,2 | Следы | — | 2,8 |
| Черниговская » | 17 | 49,8 | 7,4 | 6,5 | 3,0 | 22,8 | 2,4 | 2,2 | 1,2 | 1,8 | 0,7 | — | 2,2 |
| | 2 | 46,5 | 7,7 | 8,1 | 3,2 | 22,7 | 3,2 | 3,6 | 1,5 | 1,1 | 0,4 | — | 2,0 |
| Воронежская » | 17 | 49,1 | 7,1 | 6,3 | 4,2 | 22,3 | 2,7 | 2,6 | 0,8 | 1,3 | 0,8 | Следы | 2,8 |
| | 2 | 46,3 | 7,0 | 6,2 | 6,2 | 21,3 | 2,0 | 5,0 | 0,9 | 2,7 | 0,8 | — | 3,6 |
| Свердловская » | 17 | 43,2 | 7,4 | 14,6 | 5,1 | 15,6 | 1,4 | 4,8 | 2,3 | 2,4 | 1,0 | — | 2,2 |
| | 2 | 46,0 | 7,6 | 14,5 | 6,2 | 12,4 | 1,9 | 3,6 | 2,0 | 2,3 | 1,5 | — | 2,0 |
| Челябинская » | 17 | 51,3 | 7,9 | 7,4 | 3,4 | 15,9 | 4,0 | 3,8 | 1,3 | 2,2 | Следы | Следы | 2,8 |
| | 2 | 51,6 | 7,0 | 10,2 | 5,0 | 17,4 | 1,0 | 3,0 | 1,0 | 2,0 | » | » | 1,8 |
| Тюменская » | 17 | 45,1 | 11,5 | 9,7 | 3,6 | 18,0 | 2,3 | 3,2 | 1,9 | 2,4 | 0,8 | — | 1,5 |
| | 2 | 42,8 | 9,3 | 10,7 | 4,4 | 22,6 | 0,7 | 4,5 | 0,9 | 0,9 | 0,4 | — | 2,8 |
| Томская » | 17 | 47,4 | 9,0 | 7,1 | 3,0 | 16,0 | 2,0 | 3,2 | 1,1 | 1,2 | 2,0 | Следы | 7,0 |
| | 2 | 48,0 | 9,1 | 9,3 | 4,8 | 19,2 | 3,6 | 2,3 | 1,1 | 0,9 | 0,3 | — | 1,4 |
| Бемипалатинская » | 17 | 45,6 | 6,9 | 5,7 | 5,4 | 17,2 | Следы | 5,9 | 4,0 | 7,1 | Следы | — | 2,2 |
| | 2 | 44,8 | 9,5 | 7,0 | 6,1 | 19,7 | 1,7 | 4,6 | 1,9 | 1,8 | 0,8 | — | 2,1 |
| Красноярский край | 17 | 40,8 | 7,6 | 10,2 | 3,0 | 22,2 | 2,5 | 3,7 | 2,1 | 3,8 | 1,7 | — | 2,4 |
| | 2 | 35,3 | 9,7 | 10,5 | 7,0 | 17,6 | 6,6 | 6,0 | 3,1 | 1,6 | 0,5 | — | 2,1 |

| Географическое происхождение | Возраст растений, лет | Содержание компонентов в эфирном масле, % | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|---|--------|---------|--------|-----------------------|------------|---------|--------------|------------|------------|---------|
| | | α-Пинен | Камфен | β-Пинен | Мирцен | Δ ⁸ -Карен | α-Терпинен | Лимонен | β-Фелландрен | 1,8-Цинеол | γ-Терпинен | п-Цимол |
| Хакасская авт. обл. | 17 | 48,1 | 6,7 | 7,7 | 3,0 | 20,3 | 1,3 | 1,9 | 1,2 | 2,5 | Следы | 7,3 |
| | 2 | 48,0 | 9,1 | 9,3 | 4,8 | 19,2 | 3,6 | 2,3 | 1,1 | 0,9 | — | 1,4 |
| Бурятская АССР | 17 | 45,0 | 7,5 | 5,5 | 7,9 | 21,2 | 3,6 | 1,4 | 0,1 | 2,1 | 0,1 | 5,5 |
| | 2 | 47,9 | 8,5 | 5,2 | 6,7 | 21,1 | 2,2 | 1,8 | 0,5 | 2,0 | 0,4 | 3,7 |
| ЛитССР | 17 | 35,0 | 15,7 | 5,3 | 8,4 | 29,1 | 0,6 | 1,2 | 0,8 | 1,5 | Следы | 2,7 |
| | 2 | 35,6 | 7,2 | 8,1 | 8,1 | 26,2 | 3,6 | 5,2 | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 3,1 |
| ЭССР | 17 | 36,1 | 6,3 | 11,7 | 4,7 | 25,4 | 3,2 | 3,6 | 1,6 | 1,4 | 1,8 | 4,2 |
| | 2 | 35,3 | 7,2 | 8,0 | 5,8 | 28,6 | 3,0 | 3,5 | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 4,5 |
| ЛатвССР | 17 | 30,6 | 5,2 | 6,1 | 8,0 | 25,1 | 7,4 | 4,9 | 4,0 | 4,3 | 1,7 | 2,7 |
| | 2 | 33,0 | 9,1 | 7,5 | 5,2 | 25,5 | 5,1 | 4,8 | 3,8 | 3,3 | 0,3 | 2,4 |

1966, N 71. [10]. Les terpenes du Pin maritime: aspects biologiques et genetiques (Ph. Baradat, C. Bernard-Dagon, C. Fillon et al.). — Ann. sci. forest, 1972, vol. 29, N 3. [11]. Squillace A. E. Inheritance of monoterpene composition in cortical oleoresin of slash pine. — Forest sci., 1971, vol. 17, N 3. [12]. Tobolsky I. I., Hanover I. W. Genetic variation in the monoterpenes of scotch pine. — Forest sci., 1971, N 17, N 3.

Поступила 16 мая 1983 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*116.64.003.1

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ
ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ ФУНКЦИЙ ЛЕСА

Т. А. КИСЛОВА

Львовский лесотехнический институт

Охрана природной среды с каждым годом приобретает все большее значение. Решения XXVI съезда КПСС предусматривают улучшение работы по охране природы, в том числе усиление борьбы с эрозией почв, а также расширение защитного лесоразведения.

Объем работ по созданию лесов мелиоративного назначения в настоящее время достигает немалых размеров, особенно в районах центра и юга страны.

Так, на Украине около половины всех ежегодно закладываемых культур — различные мелиоративные насаждения. Однако оценивается, главным образом, положительное воздействие леса на сельскохозяйственные угодья. Остальные же функциональные полезности леса, прежде всего его противоэрозионная и водоохранная роль, не получают экономического выражения и поэтому не учитываются в хозяйственной деятельности. Вместе с тем, леса, предназначенные для защиты почв от водной и ветровой эрозии, а рек и водоемов от заиления, составляют в целом по СССР свыше 60 % [5], а по Украине — 70 % всех лесных культур, создаваемых на землях колхозов и совхозов.

Отсутствие надлежащего учета функциональных полезностей леса в хозяйственной деятельности приводит к тому, что принимаемые хозяйственные решения зачастую оказываются не оптимальными, а в ряде случаев влекут за собой прямые убытки.

Исходя из общих установок «Методики определения экономической эффективности капитальных вложений» [2], а также «Временной методики определения эффективности затрат в мероприятия по охране окружающей среды» [1], мы разработали основные положения по экономической оценке противоэрозионных функций леса.

Основой экономической оценки средообразующей роли леса является экономический эффект, который получает народное хозяйство при использовании полезных свойств леса.

Материальным содержанием названного эффекта служит дополнительная или сохраняемая (предотвращаемый ущерб) продукция сельскохозяйственного, водохозяйственного и других производств, получение которой обусловлено положительным влиянием леса. Эта продукция в денежном выражении характеризует величину валового экономического эффекта. Чистый экономический эффект, получаемый после исключения из валового эффекта затрат на создание дополнительной (сохраняемой) продукции, представляет собой дифференциальную ренту, образующуюся в соответствующих хозяйствах. При создании специальных лесов мелиоративного назначения — это дифференциальная рента II, при использовании в аналогичных целях лесов Гослесфонда, независимо от их происхождения — естественных или искусственных — дифференциальная рента I.

Экономический эффект, получаемый от использования разнообразных полезностей леса, по своему содержанию является комплексным и разделяется на основной и сопутствующий. К основному относится эффект, характеризующий степень достижения поставленной цели, т. е. полезный результат, ради получения которого создается насаждение или ведется лесохозяйственное производство. Сопутствующим эффектом является побочный результат, достижение которого не ставится целью при осуществлении тех или иных затрат.

При использовании леса для борьбы с водной и ветровой эрозией основным эффектом являются предотвращаемые потери. В качестве сопутствующего эффекта выступает древесная продукция, создаваемая в процессе выращивания мелиоративных лесов, а также различного рода побочные лесные продукты. В случаях, когда положительное влияние противоэрозионных насаждений проявляется не только в защите почв от эрозии, но и в повышении урожайности на прилегающих сельскохозяйственных угодьях, возникает, кроме того, сопутствующий эффект в форме дополнительного дохода, получаемого от прибавки урожая. Его величина определяется по методике, принятой для полезационных лесных полос.

Затраты на уход за мелиоративным насаждением (рубки ухода, охрана и защита насаждения) после начала его эффективного влияния, т. е. после того, как оно начнет выполнять функции средств труда, по экономической природе аналогичны текущим расходам на поддержание основных фондов в работоспособном состоянии.

В связи с тем, что ущерб, предотвращаемый противоэрозионными насаждениями, довольно многообразен, более удобно определять его суммарную величину, обеспечиваемую насаждением в целом, а затем исчислять ее на 1 га площади насаждения. Сказанное в одинаковой мере относится и к дополнительному доходу от полезационного влияния

ΔY , которое оказывает противоэрозионное насаждение в целом, а также к потерям $P_{пл}$, связанным с сокращением площади сельскохозяйственных угодий, изымаемой под лесонасаждение. Последнее объясняется тем, что площадь $S_{л}$, занимаемая противоэрозионным насаждением, не всегда равна площади, исключаемой из сельскохозяйственного оборота, так как насаждение частично может размещаться на участках, не пригодных для сельского хозяйства.

Чистый экономический эффект, ежегодно получаемый от 1 га противоэрозионных насаждений $\mathcal{E}_{пр}$, в общем виде определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{пр} = \frac{ПП + \Delta Y - P_{пл}}{S_{л}} + P_{ср} + P_{п} - \mathcal{E}_{с}, \quad (1)$$

где $ПП$ — суммарная среднегодовая величина всех видов потерь от эрозии, предупреждаемых данным насаждением;

$P_{ср}$ — средний годичный прирост совокупной древесной продукции на 1 га насаждения в денежном выражении;

$P_{п}$ — среднегодовая прибыль от использования побочных лесных продуктов на 1 га насаждения;

$\mathcal{E}_{с}$ — среднегодовые затраты на содержание 1 га противоэрозионного насаждения и уход за ним после начала его эффективного влияния.

Формула (1), по существу, является выражением экономической оценки полезностей противоэрозионного насаждения в целом, а не его почвозащитной функции, оценка которой определяется величиной ос-

нового экономического эффекта $ПП$. Однако для правильной оценки названной полезности необходимо учитывать все элементы, понижающие эту оценку ($P_{пл}$, Z_c), а следовательно, и те элементы, которые сокращают это снижение или даже полностью погашают его, т. е. все виды сопутствующего эффекта (ΔU , $P_{ср}$, P_n).

Методика определения величины $ПП$ зависит от вида противозерозионного насаждения. Потери, связанные с исключением из сельскохозяйственного оборота площади $P_{пл}$, занимаемой под лесонасаждения, определяются по формуле:

$$P_{пл} = M(\underline{U} - C) S_n, \quad (2)$$

где M — средний за 3—4 года урожай выращиваемой здесь сельскохозяйственной культуры, ц на 1 га;

\underline{U} и C — соответственно закупочная цена и себестоимость 1 ц сельскохозяйственной продукции;

S_n — площадь сельскохозяйственных угодий, изымаемая под лесонасаждения.

Прирост совокупной древесной продукции $P_{ср}$ определяют по формуле

$$P_{ср} = \frac{D + P}{A}, \quad (3)$$

где D — денежная (таксовая) оценка древесного запаса противозерозионного насаждения на 1 га;

P — поступления от реализации лесопродукции, получаемой от рубок ухода за период выращивания насаждения;

A — возраст лесовосстановительной рубки противозерозионного насаждения.

Среднегодовая прибыль от использования побочных лесных продуктов, произрастающих на 1 га противозерозионного насаждения, P_n определяется по формуле:

$$P_n = (\underline{U}_n - C_n) \frac{M_n}{A}, \quad (4)$$

где \underline{U}_n и C_n — соответственно цена и себестоимость (затраты на заготовку) единицы объема побочных лесных продуктов, произрастающих в насаждении;

M_n — объем возможной заготовки этих продуктов на 1 га насаждения за период его выращивания до возраста A .

Затраты на содержание противозерозионного насаждения и уход за ним включают среднегодовые затраты на охрану насаждения за период его выращивания Z_0 , защиту Z_3 , проведение рубок ухода $Z_{р.у}$ и управление $Z_{упр}$:

$$Z_c = Z_0 + Z_3 + Z_{р.у} + Z_{упр}. \quad (5)$$

При определении срока окупаемости затрат необходимо учитывать величину лага T_0 , которая в данном случае складывается из двух периодов: 1) от закладки культур до смыкания их крон; 2) от смыкания крон до начала эффективного влияния противозерозионного насаждения. Общий срок окупаемости затрат на создание названного насаждения $T_{пр}$ определяют по формуле

$$T_{пр} = \frac{Z_{пр}}{Э_{пр}} + T_0. \quad (6)$$

В связи с тем, что противозерозийные насаждения выполняют роль основных средств, в частности, такую же, как и технические средства защиты от эрозии, для оценки сравнительной эффективности отдельных вариантов их создания правомерно применение показателя приведенных затрат: $C + E_n K$. Величина K представляет затраты на создание и выращивание 1 га насаждения до начала его эффективного влияния, т. е. $K = Z_{пр}$, а C — среднегодовую себестоимость сельскохозяйственной продукции или потребляемой воды, приходящихся на 1 га мелиоративного насаждения. С помощью показателя приведенных затрат мелиоративные насаждения сопоставляют с другими вариантами противозерозийной защиты (созданием гидротехнических сооружений и т. п.) в целях выбора наиболее целесообразного из них.

Изложенные общие методические положения по определению экономической оценки почвозащитных функций леса подлежат детализации применительно к конкретным почвозащитным функциям лесных насаждений по предупреждению овраго- и оползнеобразования, по закреплению подвижных песков, защите рек и водоемов от заиления, строений, транспортных путей и других объектов от разрушения и пр. Детализация должна касаться, главным образом, методических особенностей определения содержания и денежной оценки ущерба, причиняемого эрозией различным объектам.

Поскольку названный ущерб, предотвращаемый лесными насаждениями, представляет собой основной эффект, получаемый от использования почвозащитных функций леса, и, следовательно, определяет их экономическую оценку, большое значение приобретает тщательность и полнота учета всех видов предупреждаемых потерь. Кроме того, необходим возможно более полный учет сопутствующего эффекта. Имеющиеся соответствующие методики Союзгипролесхоза [4] и ВНИИЛМа [3] такого учета не предусматривают. В частности, методика ВНИИЛМа, определяющая основной эффект мелиоративного влияния леса через прирост земельной и водной дифференциальной ренты, не содержит необходимой расшифровки потерь, предупреждаемых насаждением и представляющих главное содержание ренты. В составе сопутствующего эффекта обе названные методики не предусматривают учета древесного запаса, создаваемого насаждениями мелиоративного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Временная методика определения эффективности затрат в мероприятия по охране окружающей среды. — Эконом. газ., 1980, № 33. [2]. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений. — Эконом. газ., 1981, № 2, 3. [3]. Методические рекомендации по экономической оценке лесов. — М.: ВНИИЛМ, 1976. — 33 с. [4]. Методические указания по определению экономической эффективности затрат на создание защитных лесных насаждений. — М.: Союзгипролесхоз, 1971. — 46 с. [5]. Павлов А. И. Современное состояние и проблемы защитного лесоразведения в СССР: Обзор. — М.: ЦБНТИлесхоз, 1979. — 29 с.

Поступила 21 сентября 1983 г.

УДК 630*24.003.13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РУБОК УХОДА В МОЛОДНЯКАХ

М. А. ЛОБОВИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Всестороннее определение экономической эффективности рубок ухода требует, наряду с измерением всех эффектов, установить нормативы трудовых, текущих, капитальных и приведенных затрат, отвечающие любой комбинации природных и производственных условий. Таких нормативов в настоящее время нет. Построение их по статистическим данным не представляется возможным, ввиду недостаточной полноты и точности последних [2].

Наиболее приемлемый, на наш взгляд, способ обоснования нормативов затрат — установление их не непосредственно на единицу физического объема работ на рубках ухода, а предварительно на смену работы каждой системы машин, агрегата, бригады или отдельного работника. Полученный норматив сменных затрат преобразуется в норматив затрат на единицу физического объема работ в самых разнообразных условиях производства простым умножением первого на норму времени исполнения работ, выраженную числом смен на единицу работ.

Такой подход к установлению нормативов затрат (не только текущих, но капитальных и приведенных) вполне возможен и может оказаться совершенно необходимым в отношении иных видов работ (или продукции) — всюду, где содержание и условия производства изменчивы.

На основании изложенного рекомендуем сменные текущие затраты определять по формуле

$$C = \sum_i (T_i K_i + \mathcal{E}_i) (1 + P) = \sum_i C_i, \quad (1)$$

где C — полные текущие затраты, р./см.;
 i — вид операции на рубках ухода;
 T — тарифные ставки, р./см.;
 K — коэффициент превышения зарплаты над тарифной ставкой, учитывающий премии, дополнительную зарплату, отчисления на соцстрах, районный коэффициент, р./р.;
 \mathcal{E} — услуги вспомогательных производств, р./см.;
 P — накладные и внепроизводственные расходы на 1 р. основных, р./р.;
 C_i — полные текущие затраты по i -той операции, р./см.

Исчислением сменных затрат на единицу физического объема работ достигается дифференциация текущих затрат по всем возможным комплексам условий производства, по которым установлены различающиеся нормы выработки (времени):

$$C_y = \sum_i \frac{C_i}{B_i} = \sum_i C_i H_i, \quad (2)$$

где C_y — удельные текущие затраты на рубках ухода, р./га;

B_i — выработка механизмов в определенных природных и производственных условиях по i -той операции, га/см.;

H_i — норма времени, см./га.

В качестве единицы физического объема работ на рубках ухода приняты гектары пройденного уходом леса.

Однако определение лишь текущих затрат для оценки эффективности организации рубок ухода недостаточно. Необходимо получить удельные показатели фондоемкости и приведенных затрат.

Фондоемкость определяют по формуле

$$\Phi_y = \sum_i \frac{B_i}{D_i} H_i = \sum_i \Phi_i H_i, \quad (3)$$

где Φ_y — удельная фондоемкость системы машин (агрегатов), р./га;

B_i — балансовая стоимость агрегата, используемого на i -той операции, р.;

D_i — годовой объем работ соответствующего механизма, используемого на i -той операции, выражающийся в количестве отработанных в году смен, см./год;

Φ_i — удельная фондоемкость сменного объема работ, р./см.

Приведенные затраты могут быть выражены в общепринятой форме

$$P_y = \sum_i (C_i + 0,15K_i) H_i, \quad (4)$$

где P_y — удельные приведенные затраты, р./га.

Показатель трудовых затрат определяют как сумму трудоемкостей отдельных операций

$$TE_y = \sum_i H_i \chi_i, \quad (5)$$

где TE_y — трудоемкость производства рубок ухода, чел.-см./га;

χ_i — количество рабочих, занятых на i -той операции, чел.

Все предложенные формулы предполагают в качестве одной из расчетных величин использовать нормы времени исполнения работ. Эти нормы можно получить из действующих нормативов или из наблюдений. Но для решения задач в общем виде эти однозначно определенные величины недостаточно удобны и не дают точных значений для всех комбинаций условий. Желательно моделировать нормы времени как функции природных и производственных условий

$$H = f(V, L, l \dots),$$

где V, L, l — комплекс природных и производственных условий.

На нормы времени исполнения отдельных операций влияет множество факторов. Среди них всегда можно выделить несколько определяющих, нормообразующих.

Найдя модели норм времени отдельных операций и подставив их в исходные формулы (2) — (5), получим многофакторные модели трудовых, текущих, капитальных и приведенных затрат.

Для построения конкретных моделей затрат и определения экономической эффективности рубок ухода в молодняках был использован эксперимент заготовки целодеревенной щепы, т. е. щепы из всей надземной части дерева, включая зелень.

В этом эксперименте, проводившемся в Рига-Юрмальском леспромхозе Латвийской ССР, первоначально срезали деревья кусторезом «Секор-3» и пакетировали вручную у мест валки. Пачки деревьев подтаскивали до волока лошадью с арочной воло-

Таблица 1

| Операции | Средство труда | Трудоемкость, см./га | Текущие затраты, р./га | Фондоёмкость, р./га | Приведенные затраты, р./га |
|---|------------------------------------|--|---|--|---|
| Валка | «Секор-3» Лошадь с волокушей | 0,6 + 0,078V | 11,52 + 1,499V | 0,88 + 0,115V | 11,66 + 1,516V |
| Подгаскивание к волоку | | 0,125V | 1,957V | 0,720V | 2,065V |
| Трелевка деревьев до верхнего склада | «Форвардер» | 0,028V + 0,04V | 3,297V + 4,710V | 8,577V + 12,254V | 4,583V + 6,548V |
| Производство щепы на верхнем складе передвижной рубительной машиной | «Валмет ТТ-1000ТУ» | 0,0285V | 2,989V | 5,261V | 3,779V |
| Итого франко-верхний склад | | 0,6 + 0,259V + + 0,04V | 11,52 + 9,742V + + 4,71V | 0,88 + 14,673V + + 12,254V | 11,66 + 11,943V + + 8,548V |
| Вывозка щепы | Щеловоз | 0,023V + 0,00047LV | 1,400V + 0,0286LV | 1,095V + 0,0223LV | 1,565V + 0,0319LV |
| Итого франко-пункт реализации | | 0,6 + 0,282V + + 0,04V + + 0,00047LV | 11,52 + 11,142V + + 4,71V + 0,0286LV | 0,88 + 15,768V + + 12,254V + 0,0223LV | 11,66 + 13,508V + + 6,548V + + 0,0319LV |

Примечание. V — объем выборки, м/га; l — расстояние трележки; км; L — расстояние вывозки, км. Расстояния подгаскивания древесины до волока приняты равным 100 м.

кушей. Трелевка на верхний склад осуществлялась новым финским трелевочным трактором типа «Форвардер», оборудованным челюстным захватом и прицепной тележкой. Полученную с помощью передвижной рубительной машины «Валмет ТТ-1000ТУ» щепу вывозили щеповозом к сортировщику щепы СЩ-1 в Калснаве на расстоянии 150 км, где разделяли на три фракции: древесную зелень, кондиционную и некондиционную щепу.

Построенные по указанной технологии модели операционных и суммарных затрат приведены в табл. 1.

Рассчитанные по построенным моделям для дальнейших исследований показатели текущих затрат приведены в табл. 2. Они исчислены на 1 га пройденного уходом леса при расстоянии вывозки щепы 150 км, но для удобства последующих выводов пересчитаны на 1 м³ вырубаемой древесины.

Таблица 2

| Объем выруб-ки, м ³ /га | Текущие затраты на рубки ухода при расстоянии трелевки, м | | | | | | | |
|------------------------------------|---|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|-----------|---------------------|
| | до 200 | | 201—400 | | 401—600 | | более 600 | |
| | на 1 га | на 1 м ³ | на 1 га | на 1 м ³ | на 1 га | на 1 м ³ | на 1 га | на 1 м ³ |
| A 2 | 43,28 | 21,64 | 45,16 | 22,58 | 47,04 | 23,52 | 48,92 | 24,46 |
| 4 | 75,04 | 18,76 | 78,80 | 19,70 | 85,56 | 20,64 | 86,32 | 21,58 |
| Б 6 | 108,80 | 17,80 | 112,44 | 18,74 | 118,08 | 19,68 | 123,72 | 20,62 |
| 8 | 138,56 | 7,32 | 146,08 | 18,26 | 153,60 | 19,20 | 161,12 | 20,14 |
| 10 | 170,30 | 7,03 | 179,70 | 17,97 | 189,10 | 18,91 | 198,50 | 19,85 |
| 12 | 202,08 | 6,84 | 213,36 | 17,78 | 224,64 | 18,72 | 235,92 | 19,66 |
| 14 | 233,80 | 16,70 | 246,96 | 17,64 | 260,12 | 18,58 | 273,28 | 19,52 |
| 16 | 265,60 | 16,60 | 280,64 | 17,54 | 295,68 | 18,48 | 311,36 | 19,46 |
| 18 | 297,36 | 16,52 | 314,28 | 17,46 | 331,20 | 18,40 | 348,12 | 19,34 |
| 20 | 329,00 | 16,45 | 347,80 | 17,39 | 336,60 | 18,33 | 385,40 | 19,27 |
| 22 | 360,80 | 16,40 | 381,48 | 17,34 | 402,16 | 18,28 | 422,84 | 19,22 |
| 24 | 392,64 | 16,36 | 415,20 | 17,30 | 437,76 | 18,24 | 460,32 | 19,18 |
| 26 | 424,32 | 16,32 | 448,76 | 17,26 | 473,20 | 18,20 | 497,64 | 19,14 |
| 28 | 456,12 | 16,29 | 482,44 | 17,23 | 508,76 | 18,17 | 535,08 | 19,11 |
| Свыше 28 | 487,80 | 16,26 | 516,00 | 17,20 | 544,20 | 18,14 | 572,24 | 19,08 |

Цена 1 м³ отсортированной по фракциям щепы в условиях Латвии составляет 19,28 р./м³. С учетом издержек и прибыли на сортировке щепы ее цена «франко-сортировщик» должна быть снижена до 15,11 р./м³. При такой цене на рубках ухода нет экономически доступных ресурсов, поскольку во всех случаях издержки выше (табл. 2).

Однако следует учесть, что древесина — не единственный продукт рубок ухода. Главный их продукт — ухоженный лес, и правильная оценка эффективности может быть получена отношением к затратам обоих видов эффектов: как выручки от реализации, так и лесоводственного эффекта [1].

Госбюджетные ассигнования с экономической точки зрения являются оплатой издержек предприятий на получение этого лесоводственного эффекта. Он не снижается при проведении рубок ухода с использованием древесины. Следовательно, не должно сохраниться и финансирование рубок из бюджета, и поэтому расчет их экономической эффективности должен учитывать как выручку от реализации, так и бюджетные ассигнования.

В Юрмальском леспромхозе на проведение рубок ухода в молодняках без реализации древесины расходуется 5,02 р./м³ бюджетных средств. Реализуя древесину по цене 15,11 р./м³, леспромхоз должен

иметь суммарный доход в размере 20,13 р./м³. При такой цене практически вся масса ресурсов становится экономически доступной. На табл. 2 она ограничена сверху линией А.

С учетом нормативной доли прибыли текущие затраты предприятия не должны превышать 17,5 р./м³ (20,13/1,15). Экономически доступные ресурсы в этом случае располагаются под линией Б.

Следовательно, выручка от реализации древесины не компенсирует всех издержек на проведение рубок ухода в молодняках. Рентабельность достигается лишь в случае, если к этой выручке добавляются операционные средства на проведение ухода.

В настоящее время увеличение реализации древесины не дает предприятию ощутимой выгоды. Выручка от реализации поступает на счет мобилизации собственных оборотных средств предприятия, и на эту величину сокращаются бюджетные ассигнования. Такой порядок существует для того, чтобы не создавать у предприятий экономического интереса в увеличении заготовки древесины в ущерб качеству ухода. С другой стороны, он ограничивает инициативу предприятий в развитии рубок ухода.

Госбюджетные ассигнования должны не тормозить, а стимулировать развитие и качественное проведение рубок ухода с помощью таких средств, как погектарные ставки, стандарты качества и соответствующая система санкций и поощрений за их нарушение или соблюдение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белоусов А. С. Экономическая организация рубок ухода в молодняках: Дис. . . канд. эк. наук. — Л.: ЛТА, 1976. [2]. Смелник А. Н. Исследование условий эффективного использования ресурсов маломерной древесины и отходов: Дис. . . канд. эк. наук. — Л.: ЛТА, 1978.

Поступила 4 октября 1983 г.

УДК 630*79 : 338.4

КЛАССИФИКАЦИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОБЪЕДИНЕНИЙ

А. П. ПЕТРОВ, А. А. ЗИМИНА

Ленинградская лесотехническая академия

Успешное решение проблемы комплексного использования древесного сырья невозможно без дальнейшего совершенствования форм организации лесозаготовок и деревообработки на основе оптимального сочетания концентрации, комбинирования и кооперирования производств. Большое разнообразие природных и экономических условий, свойственное лесной промышленности, требует применения различных организационных форм заготовки и переработки древесного сырья.

Важнейшее направление совершенствования организации производства в отрасли — переход на двух- и трехзвенную структуру управления, что привело к образованию новой формы организации комплексного использования древесного сырья — лесозаготовительно-деревообрабатывающих объединений (ЛДО). Их особенность заключается в том, что в едином хозяйственном звене экономически, организационно и технологически соединяются добывающие и перерабатывающие произ-

водства. Несмотря на то, что практика функционирования подобных объединений в ряде районов страны (БССР, Свердловской области, Бурятской АССР) указывает на их прогрессивность и эффективность, существует ряд проблем, требующих неотложного решения в экономическом плане.

Одна из таких задач — совершенствование методов экономической оценки деятельности различных типов ЛДО, классификация которых может быть осуществлена по следующим признакам:

1) объем внутреннего потребления древесины, представляющий собой количество круглых лесоматериалов, используемых предприятиями объединения в качестве сырья для деревообработки и на производственные нужды в необработанном виде;

2) экономическая организация, характеризующая степень распределения функций основного хозяйственного звена между самим объединением и его структурными подразделениями;

3) технологическая централизация производства, под которой следует понимать степень концентрации процессов раскряжевки, сортировки и переработки древесины в одном месте;

4) вид сырья, поставляемого лесозаготовительными предприятиями в пункты его переработки;

5) способ доставки сырья в перерабатывающие пункты.

В таблице приведены возможные типы ЛДО в зависимости от данных признаков.

| Признак классификации | Тип ЛДО |
|--|---|
| Объем внутреннего потребления древесины | <ol style="list-style-type: none"> 1) С полным потреблением заготовленного сырья 2) С частичным вывозом собственного сырья (объем внутреннего потребления меньше объема лесозаготовок) 3) С завозом сырья со стороны (объем внутреннего потребления больше объема лесозаготовок) 4) С частичным вывозом собственного сырья и завозом древесины со стороны |
| Экономическая организация | <ol style="list-style-type: none"> 1) Все лесозаготовительные предприятия юридически самостоятельные 2) Все лесозаготовительные предприятия — филиалы 3) Часть лесозаготовительных предприятий — филиалы, часть — юридически самостоятельные |
| Технологическая централизация производства | <ol style="list-style-type: none"> 1) С полной технологической централизацией 2) С частичной технологической централизацией 3) С технологической централизацией на уровне структурных подразделений |
| Вид сырья | <ol style="list-style-type: none"> 1) С поставкой древесины в хлыстах 2) С поставкой древесины в сортаментах 3) Со смешанной поставкой сырья (в хлыстах и сортаментах) |
| Способ доставки сырья | <ol style="list-style-type: none"> 1) С прямой доставкой сырья непосредственно во двор потребителя (прямая автовывозка) 2) С доставкой сырья с предварительной перевалкой 3) Со смешанным способом доставки сырья |

При разработке методов экономической оценки деятельности ЛДО за основу должна быть принята существующая система показателей оценки хозяйственной деятельности промышленных предприятий. Вместе с тем специфика новой формы организации производства требует иного подхода к определению результатов и затрат в условиях функционирования ЛДО. Существующая система показателей должна совер-

шенствоваться в направлении перенесения основного акцента на оценку результатов деятельности объединений по конечной продукции.

Под конечной продукцией ЛДО следует понимать определенную совокупность продуктов деревообработки и круглых лесоматериалов, произведенных в объединении и предназначенных к реализации на сторону, а также круглых лесоматериалов, используемых внутри объединения на производственные нужды в необработанном виде. В конечную продукцию не входят: круглые лесоматериалы, заготавливаемые и перерабатываемые внутри объединения, и продукция деревообработки, предназначенная для внутреннего потребления (например, технологическая щепка для плит, черновые мебельные заготовки и т. д.).

Суммарный объем конечной продукции может быть определен лишь в денежном выражении. Однако в основе стоимостной оценки лежит прямой счет выпуска конечной продукции по развернутой номенклатуре. Таким образом, конечной продукции в натуральном выражении должна соответствовать стоимостная оценка результатов деятельности ЛДО по товарной конечной продукции (ТКП). Показатель товарной конечной продукции может быть определен по формуле

$$ТКП = \sum_{i=1}^m Q_i \varphi_i + \sum_{j=1}^n Q_j \varphi_j + \sum_{k=1}^p Q_k \varphi_k - \varphi_d, \quad (1)$$

где Q — объем продукции в натуральном выражении;
 φ — цена единицы продукции, р.-к.;
 i — вид продукции деревообработки;
 j — вид круглых лесоматериалов, потребляемых внутри объединения;
 k — вид круглых лесоматериалов, поставляемых за пределы объединения;
 φ_d — стоимость сырья, поставленного со стороны, р.

Использование показателя товарной конечной продукции позволяет избежать повторного счета древесного сырья, дает возможность определить непосредственный вклад объединения в создание реальных потребительных стоимостей.

Для оценки финансовых результатов деятельности ЛДО большое значение приобретает показатель прибыли от реализации конечной продукции. Учитывая применение цен франко-станция отправления и франко-станция назначения для сырья, общую прибыль объединения (Π_0) можно определить по формуле:

$$\Pi_0 = ТКП - C_{л/з} - C_{л/о} - S, \quad (2)$$

где $ТКП$ — стоимость конечной продукции;
 $C_{л/з}$ — полная себестоимость продукции лесозаготовок;
 $C_{л/о}$ — себестоимость продукции деревообработки за вычетом стоимости сырья;
 S — сумма ценностных скидок, применяемых для перехода от цен франко-станция назначения к ценам франко-станция отправления.

В условиях функционирования ЛДО представляется необходимым определять себестоимость продукции путем формирования эксплуатационных затрат по всем переделам работ в расчете на единицу конечной продукции.

При определении себестоимости целесообразно выделять следующие укрупненные переделы работ: комплекс лесосечных и верхне-

складских операций; вывозка хлыстов в составе лесозаготовительного предприятия на его нижний склад или к промежуточным станциям (лесовозный транспорт сырья); внешний транспорт сырья; биржево-складские работы и переработка древесного сырья.

Расчет эксплуатационных затрат по переделам работ должен осуществляться применительно к условиям производственной деятельности каждого предприятия объединения, участвующего в создании конечной продукции.

Себестоимость производства отдельных видов конечной продукции для каждого предприятия ЛДО может быть определена по формуле

$$c_{ij} = (c_{лj} + c'_{тj} + c_{6j} + c_{тj}) n_{ij} + c_{дij}, \quad (3)$$

где c_{ij} — себестоимость производства единицы конечной продукции i -того вида в j -том пункте;
 $c_{лi}$, $c'_{тj}$, c_{6j} — соответственно себестоимость лесосечных работ, вывозки хлыстов в составе лесозаготовительного предприятия и биржево-складских работ для j -того пункта;
 $c_{тj}$ — производственные затраты на внешнем транспорте сырья для j -того пункта;
 n_{ij} — расход сырья на производство единицы конечной продукции i -того вида в j -том пункте;
 $c_{дij}$ — затраты по переработке сырья в расчете на единицу конечной продукции i -того вида в j -том пункте.

Расчет эксплуатационных затрат на лесосечных, биржево-складских работах, лесовозном транспорте и в деревообработке должен осуществляться по методике, в максимальной степени приближенной к применяемому на практике методам калькулирования себестоимости лесопродукции и продукции деревообработки. Учет затрат на внешнем транспорте сырья может быть осуществлен на основе расчетных ставок себестоимости (по методике Института комплексных транспортных проблем).

Если один и тот же вид конечной продукции производится несколькими предприятиями объединения, то его себестоимость рассчитывается следующим образом:

$$c_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij} Q_{ij}}{\sum_{j=1}^n Q_{ij}}, \quad (4)$$

где c_i — себестоимость производства единицы конечной продукции i -того вида в целом по объединению;
 Q_{ij} — объем выпуска конечной продукции i -того вида в j -том пункте;
 n — число предприятий, производящих i -тый вид конечной продукции.

На основании показателей себестоимости отдельных видов конечной продукции определяется полная себестоимость всего объема конечной продукции, произведенной в объединении ($C_{кп}$):

$$C_{кп} = \sum_{i=1}^m c_i Q_i, \quad (5)$$

где Q_i — объем выпуска конечной продукции i -того вида в целом по объединению.

Прибыль объединения при таком методе определения текущих затрат рассчитывают как разность между товарной конечной продукцией и полной себестоимостью ее производства.

$$П_0 = ТКП - \sum_{i=1}^m c_i Q_i. \quad (6)$$

Таким образом, введение прямого счета затрат на конечную продукцию позволяет контролировать их структуру по переделам работ и отдельным видам продукции, а также определять общие эксплуатационные затраты ЛДО на создание конечной продукции.

Поступила 4 октября 1983 г.

УДК 657.471.1 : 658.581

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УРОВНЯ БЕЗОТКАЗНОСТИ СУЧКОРЕЗНОЙ МАШИНЫ ЛП-30Б

Ф. П. ПОПОВ, Г. Д. КИРЮХИН, В. В. ПАНЕВ

ЦНИИМЭ, Сыктывкарский механический завод

Уровень безотказности оборудования существенно влияет на эффективность его использования. Это влияние проявляется через изменение эксплуатационных затрат на содержание техники и годовой фонд эффективного времени машины (Φ).

Величина эффективного годового фонда времени машины может быть выражена следующим образом:

$$\Phi = \frac{PD\beta d\gamma(1 - K_{т.о} - K_{орг})}{\gamma^P + \tau_{тр}}, \quad (1)$$

где P — наработка на отказ, маш.-ч;
 D — возможное число дней работы в году;
 β — коэффициент сменности;
 d — продолжительность смены, ч;
 γ — среднее количество ремонтников, занятых на устранении отказов, чел.;
 $\tau_{тр}$ — средняя трудоемкость устранения отказа, чел.-ч;
 $K_{т.о}$ — коэффициент, учитывающий простои в техническом обслуживании;
 $K_{орг}$ — коэффициент, учитывающий организационные и технологические простои.

Из формулы (1) и анализа экономической эффективности повышения надежности [1] следует, что одним из основных факторов, влияющих на эксплуатационные затраты, является наработка на отказ. С другой стороны, опыт показывает, что повышение надежности техники требует значительных материальных затрат. Известны два подхода к определению оптимальной безотказности. Первый из них основан на минимизации затрат отдельно в каждой из сфер: либо в производственной, либо в эксплуатационной. Более общим является метод определения оптимальной наработки на отказ с учетом затрат при производстве машин и их эксплуатации, так как он позволяет учитывать суммарный

народнохозяйственный эффект от применения техники [2]. Нами принят второй подход.

Следовательно, оптимальная наработка на отказ есть величина, при которой суммарные затраты в сфере производства и эксплуатации минимальны.

Анализ затрат завода-изготовителя, направленных на повышение надежности машин, показал, что суммарные затраты практически не зависят от годового выпуска и могут быть определены из выражения:

$$Z_{\Sigma} = Z_p + Z_o + Z_{\Pi} + Z_{\tau}, \quad (2)$$

где Z_p — суммарные затраты на разработку более совершенных узлов, агрегатов, систем, р.;

Z_o — суммарные затраты на изготовление опытных образцов машин, узлов, агрегатов, систем, р.;

Z_{Π} — суммарные затраты на испытание опытных образцов машин, узлов, агрегатов, систем, р.;

Z_{τ} — суммарные затраты на совершенствование технологической подготовки производства, изготовление оснастки и инструмента, р.

Для определения зависимости $Z_{\Sigma} = f(P)$ были проанализированы данные завода по затратам, направленным на повышение надежности сучкорезных машин за период с 1975 г. по 1980 г. Эта зависимость описывается следующим уравнением регрессии:

$$Z_{\Sigma} = 0,03P^3 - 1,1P^2 + 24,9P - 106,4. \quad (3)$$

Затраты в сфере эксплуатации на устранение отказов при определенном уровне безотказности определяют по формуле

$$Z_{j\beta} = N_j \beta A, \quad (4)$$

где N_j — число отказов за нормативный ресурс одной машины при j -том уровне безотказности;

β — средний ущерб от отказа при j -том уровне безотказности, р./отказ;

A — число машин в парке при j -том уровне безотказности.

Средний ущерб от отказа

$$\beta = \frac{\sum_{j=1}^{N_j} Z_{\tau p}}{N_j}, \quad (5)$$

где $\sum_{j=1}^{N_j} Z_{\tau p}$ — суммарные затраты на текущий ремонт за ресурс машины при j -том уровне безотказности, р.;

N_j — число отказов за ресурс при j -том уровне безотказности.

Суммарные затраты на текущий ремонт определяются по формуле

$$\sum_{j=1}^{N_j} Z_{\tau p} = \sum_{j=1}^{N_j} Z_{\text{з.ч}} + \sum_{j=1}^{N_j} Z_{\text{р.р}},$$

где $\sum_{j=1}^{N_j} Z_{\text{з.ч}}$ — суммарные затраты на запасные части при устранении отказов за ресурс, р.;

$\sum_{j=1}^{N_j} \mathcal{Z}_{p,p}$ — заработная плата ремонтных рабочих за ресурс, p .

Фактические данные по эксплуатационным затратам взяты по информации, поступившей из опорных предприятий Минлесбумпрома СССР за период 1975—1980 гг. Учитывали все отказы: конструкционные, производственные и эксплуатационные. Парк подконтрольных машин за указанный период составил 21 шт. Данные обрабатывали в соответствии с [3].

Суммарные затраты, связанные с устранением отказов при j -том уровне безотказности, пропорциональны парку машин. Поэтому при определении оптимальной безотказности машин необходимо учитывать тенденцию изменения парка.

Зависимость $\mathcal{Z}_s = f(P)$ может быть аппроксимирована уравнением гиперболы и, например, для парка 500 машин выражается уравнением:

$$\mathcal{Z}_s = \frac{34045}{P}. \quad (6)$$

Таким образом, суммарные затраты в сферах эксплуатации и производства:

$$\mathcal{Z} = \frac{34045 - 106,4P + 24,9P^2 - 1,1P^3 + 0,03P^4}{P}. \quad (7)$$

Оптимальное значение наработки на отказ в этом случае

$$0,09P^4 - 2,2P^3 + 24,9P^2 - 34045 = 0 \quad (8)$$

и составит 30 маш.-ч (рис. 1).

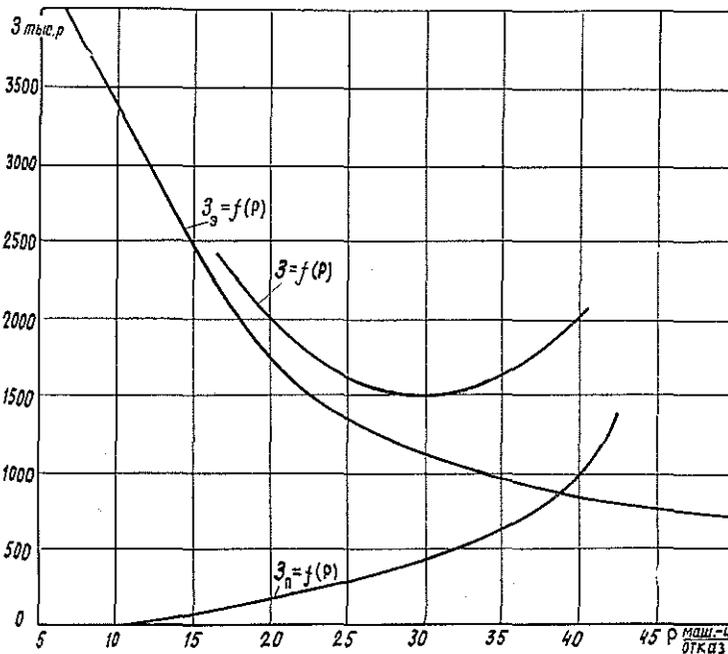


Рис. 1. Суммарная и составляющие функции затрат в сфере эксплуатации и изготовления в зависимости от безотказности.

Затраты, связанные с устранением отказов, для любого парка могут быть определены следующим образом:

$$Z_0 = Z_{э.м} П, \quad (9)$$

где $Z_{э.м}$ — затраты в сфере эксплуатации, отнесенные к одной машине, р.;

$П$ — парк машин в эксплуатации, шт.

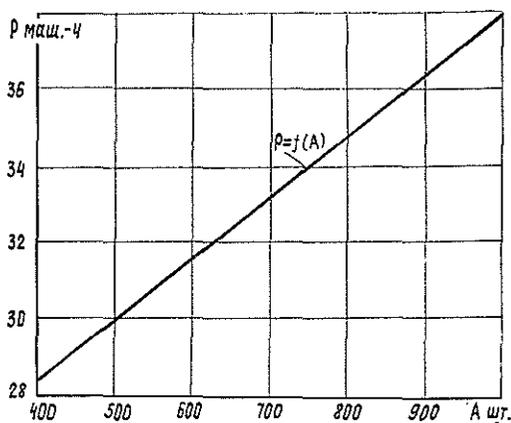


Рис. 2. Зависимость безотказности от парка машин.

Зависимость оптимальной наработки на отказ машины ЛП-30Б от их наличия в эксплуатации представлена на рис. 2.

Выводы

1. Предложена методика обоснования оптимального уровня безотказности, учитывающая затраты в сферах эксплуатации и изготовления машин и их число в парке.

2. С увеличением парка машин в эксплуатации требования к их безотказности должны повышаться. Для ЛП-30Б при парке 500 шт. оптимальная наработка на отказ составит 30 маш.-ч, при парке 1000 шт. — 38 маш.-ч.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Методические указания по обоснованию нормативов безотказности лесосечных машин. — Химки: ОНТИ ЦНИИМЭ, 1977. [2]. Плоткин Я. Д. Экономика качества и надежности измерительных приборов. — М.: Стандартгиз, 1976. [3]. РТМ 1113—3—73. Лесозаготовительные машины и оборудование. Методика расчета показателей надежности. — Химки: ОНТИ ЦНИИМЭ, 1973.

Поступила 29 марта 1983 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*561.1

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ НА ПРИРОСТ КУЛЬТУР СОСНЫ ПО ВЫСОТЕ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

В. П. ПРОХОРОВ, Н. А. БАБИЧ, П. А. ФЕКЛИСТОВ

Архангельский лесотехнический институт

К настоящему времени накоплен значительный опыт в исследовании влияния температуры воздуха, осадков и других метеофакторов на радиальный прирост древесных пород. Особенно много научных публикаций по этому вопросу появилось в связи с интенсивной разработкой проблем дендроклиматологии.

В то же время крайне мало работ, посвященных анализу взаимосвязи годичного прироста по высоте с метеофакторами в течение многих вегетационных периодов. В опубликованных работах по Европейскому Северу рассматривается сезонный рост сосны, ели и березы в молодом возрасте ([5, 7] и др.) и прирост по высоте за непродолжительный период ([1, 6] и др.).

Из литературы известно, что прирост по высоте у сосны в первую очередь определяется условиями ассимиляции прошлого года, выражающимися в запасах резервных веществ. Однако точный анализ влияний внешних факторов на рост в высоту очень затруднен из-за сложности сочетаний разнообразно меняющихся факторов. Рост в высоту неотделим от общего роста растений. Только в редких случаях доминирует какой-либо фактор, и тогда он определяет рост в высоту. В бореальных условиях этим фактором является температура, в сухих зонах — влажность [4].

Наши исследования проведены весной 1980 г. в Плесецком лесхозе Архангельской области (средняя подзона тайги) в 31-летних культурах сосны, созданных посадкой двухлетних сеянцев и посевом местных семян. Обработка почвы заключалась в формировании насыпных площадок размером $0,5 \times 0,5$ м с последующим измельчением и перемешиванием верхней части минеральных горизонтов и органики. В такие площадки высаживали по одному сеянцу. Площадки расположены рядами. Первоначальная густота посадок — 5550 шт./га, посевов — 1550 площадок на 1 га. В посадках формируется чистый по составу сосняк II класса бонитета, а в посевах — чистый сосняк II—III классов бонитета. Почва на обоих участках — подзол маломощный, контактно-глеевый, развивающийся на моренном карбонатном суглинке. Пробные площади заложены с учетом требований ГОСТа 16128—70 в однородных по живому напочвенному покрову и микрорельефу условиях, в наиболее характерных по составу и густоте участках культур. Их краткая таксационная характеристика приведена в табл. 1.

Таблица 1

Краткая таксационная характеристика
исследованных культур

| Метод создания | Средние | | Число деревьев, шт./га | Абсолютная площадь полнота, м ² /га | Запас стволовой древесины, м ³ /га |
|-------------------|---------|------|------------------------------|---|--|
| | H м | D см | | | |
| Посев | 9,7 | 9,8 | 3060 | 26,2 | 152 |
| Посадка | 11,4 | 12,1 | 2160 | 27,6 | 165 |

Работа выполнена с применением метода математического планирования натуральных исследований. Годичный прирост по высоте определяли по мутовкам при помощи теодолита Т-30, который располагали в междурядьях. Учетные деревья выбирали пропорционально числу деревьев в ступенях толщины. В дальнейшую обработку вошли данные о приростах деревьев II и III классов Крафта за последние 22 года (16 деревьев в посадках и 12 — в посевах). Всего выполнено 616 измерений. Прирост деревьев

подчиненного полога не учитывали, так как он зависит не только от метеофакторов, но и от угнетающего действия деревьев господствующего полога.

Полевой материал обработан методами вариационной статистики [2]. Результаты обработки свидетельствуют о том, что наиболее высокая корреляционная зависимость существует между годовичными приростами по высоте и температурой предыдущего года. Связь прироста с температурой года вегетации практически отсутствует, $r \pm m$ изменяется от $+0,18 \pm 0,25$ до $-0,25 \pm 0,23$ (табл. 2), поэтому в дальнейшем мы рассматриваем только связь прироста по высоте с погодными условиями предыдущего года.

Таблица 2

Связь прироста сосны по высоте со среднемесячными температурами

| Метод создания культур | Июнь | Июль | Август | Июнь + июль | Июль + август | Июнь + июль + август |
|------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------------|
| Предыдущий год | | | | | | |
| Посадка | $0,70 \pm 0,13$ | $0,89 \pm 0,05$ | $0,50 \pm 0,19$ | $0,91 \pm 0,04$ | $0,84 \pm 0,07$ | $0,90 \pm 0,05$ |
| Посев | $0,61 \pm 0,16$ | $0,91 \pm 0,04$ | $0,37 \pm 0,21$ | $0,87 \pm 0,06$ | $0,79 \pm 0,09$ | $0,82 \pm 0,08$ |
| Год вегетации | | | | | | |
| Посадка | $0,18 \pm 0,25$ | $-0,19 \pm 0,24$ | — | $-0,02 \pm 0,25$ | — | — |
| Посев | $0,08 \pm 0,25$ | $-0,25 \pm 0,23$ | — | $-0,12 \pm 0,25$ | — | — |

Установлено, что характер изменения приростов как в посадках, так и в посевах одинаков, различны только абсолютные приросты. Так, во всех случаях увеличению или уменьшению температуры июля предыдущего года соответствует аналогичное возрастание или падение прироста (рис. 1), коэффициент сходства 100 %. Связь между температурой июля предыдущего года и приростом текущего года прямая (рис. 2).

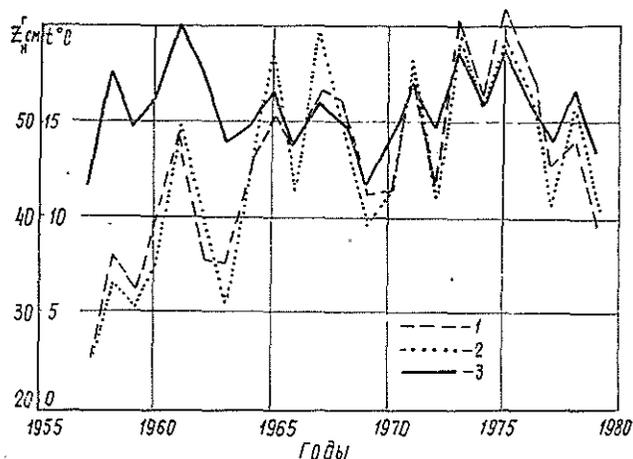


Рис. 1. Динамика годовичного прироста по высоте у сосны.

1 — посадки; 2 — посевы; 3 — среднемесячная температура июля предыдущего года.

Математические модели этой зависимости выражаются уравнениями прямой: в посадках

$$Z_H^p = 2,82t + 5,8; \text{ ошибка } \pm 2,9 \text{ см};$$

в посевах

$$Z_H^p = 3,36t - 2,8; \text{ ошибка } \pm 3,1 \text{ см}.$$

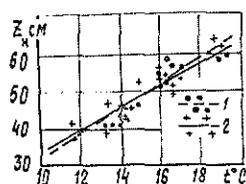


Рис. 2. Связь годовичного прироста сосны по высоте за 1964—1979 гг. со среднемесячной температурой июля предыдущего года.

1 — посевы; 2 — посадки.

Зависимость между годовыми приростами по высоте и средними температурами нескольких летних месяцев предыдущего года (июнь + июль, июль + август, июнь + июль + август) характеризуется в целом более высокими коэффициентами корреляции, чем по каждому месяцу отдельно (см. табл. 2).

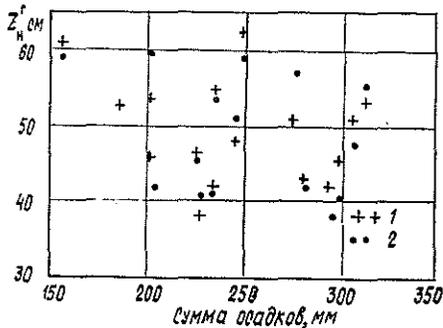
Наличие тесных связей прироста сосны по высоте в насаждениях естественного происхождения с температурой вегетационного периода предыдущего года отмечено Т. Л. Богдановой [1] в средней подзоне тайги Коми АССР. По ее данным, зависимость между суммой осадков предыдущего года и приростом по высоте выражается одновершинной кривой с корреляционным отношением $0,50 \pm 0,26$. Максимум прироста наблюдается после года с осадками, соответствующими среднему многолетнему значению.

В условиях южной подзоны тайги Вологодской области связь годового прироста по высоте со средними температурами и количеством осадков по ряду периодов не выявлена. Прирост имеет незначительную прямую зависимость от температуры за период III декада мая — II декада июня в зеленомошной группе типов леса и от количества осадков в лишайниковой [3, с. 55].

В изученных нами культурах сосны прирост по высоте практически не зависит от осадков ни за отдельные месяцы и ни за несколько вместе взятых месяцев вегетационного периода как предыдущего, так и текущего года. На рис. 3 показана типичная для изученных насаждений картина связи прироста с осадками.

Таким образом, в условиях средней подзоны тайги Архангельской области нами выявлена тесная прямая связь прироста культур сосны по высоте с температурой предыдущего вегетационного периода, особенно июля. Зная количественные характеристики этой связи, можно прогнозировать на год вперед годичный прирост по высоте.

Анализ литературы и результаты наших исследований позволяют заключить, что в таежных условиях Европейского Севера с продвижением на север в меридиональном направлении все большее влияние на годичный прирост по высоте оказывает таковой метеофактор, как температура воздуха вегетационного периода предыдущего года.



УДК 621.825 : 630* : 65.011.54

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КУЛАЧКОВЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ МУФТ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

В. Р. КАРАМЫШЕВ

Воронежский лесотехнический институт

Для защиты от перегрузок многих лесохозяйственных машин (сажалки СЛТ-2, ЛМГ-2, СВН-1А, лесопосадочная машина СЛП-2, фрезерный культиватор КФУ-1,5, площадкоделатель навесной ПН-1-0,8, ямокопатель КЯУ-100 и др.) применяют кулачковые предохранительные муфты. Рабочими элементами таких муфт являются зубья, выполненные заодно с полумуфтами или в виде сменных зубчатых шайб, усилия на которых создаются с помощью цилиндрических винтовых пружин сжатия.

Многими исследователями [3—7] и др.) показано, что кулачковые предохранительные муфты в ряде случаев работают неудовлетворительно и требуют совершенствования. Одним из недостатков муфт является их низкая чувствительность.

В Воронежском лесотехническом институте разработана новая кулачковая предохранительная муфта, отличающаяся при достаточной простоте конструкции более высокой чувствительностью [2].

Муфта (рис. 1) состоит из ведущей полумуфты 13, ведомой полумуфты 10, между которыми помещены сменные кулачковые шайбы 11 и 12, и фланца 8 с нажимными элементами 3. Каждый нажимной элемент 3 содержит две пружины: цилиндрическую 2 и фасонную коническую 4, установленные на штыре 1 и разделенные друг от друга фланцем 8. Затяжка пружин 2 и 4 производится регулировочной гайкой 9. Ведущая полумуфта 13 посажена на вал 14 свободно, а полумуфта 10 и фланец 8 — на шпонке 5 (или на шлицах) с возможностью осевого перемещения. Фиксация фланца 8 в сборе с нажимными элементами 3 осуществляется гайкой 6 со стопором 7.

При нормальной работе крутящий момент передается от ведущей полумуфты 13 через кулачковые шайбы 12 и 11 на ведомую полумуфту 10 и далее на вал 14. В случае перегрузки вал 14 и полумуфта 10 останавливаются, а зубья шайб 12 и 11 выходят из зацепления, воздействуя через полумуфту 10 на нажимные элементы 3, в результате чего муфта срабатывает с последующей пробуксовкой. При воздействии полумуфты 10 на нажимные элементы 3 их штыри 1 перемещаются, разгружая фасонные конические пружины 4 и сжимая цилиндрические пружины 2. В этом случае характеристика нажимного элемента будет нелинейной, с монотонно убывающей жесткостью, а чувствительность муфты повышается.

Для доказательства этого пристроим друг к другу линейную характеристику цилиндрической пружины и нелинейную — фасонной конической (рис. 2). Задавая перемещением λ штырей нажимного элемента при выключении муфты, откладываем его значение от точек А и В влево (отрезок АС и ВD). Так как натяжение фасонной конической пружины уменьшается, а цилиндрической — возрастает, то, выполняя построение, показанное на рис. 2 стрелками, получим отрезок EF, который и дает нагрузку P, соответствующую перемещению λ . Повторяя многократно такие построения, по ряду найденных значений P и λ строят характеристику нажимного элемента, которая представлена на рис. 3 (кривая 1). Из рис. 3 видно, что нажимной элемент муфты имеет нелинейную, монотонно убывающую характеристику.

Чувствительность кулачковых предохранительных муфт характеризуется коэффициентом чувствительности $K_{\text{ч}}$ [7], представляющим отношение нагрузки (момента) $P_{\text{б}}$

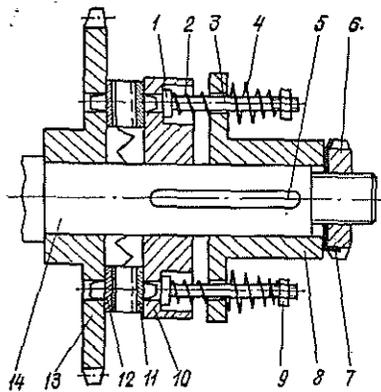


Рис. 1. Принципиальная конструктивная схема муфты.

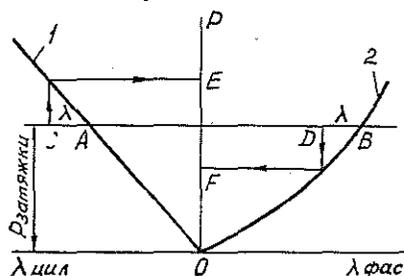


Рис. 2. Построение характеристики нажимного элемента разработанной муфты.

1 — характеристика цилиндрической пружины; 2 — характеристика фасонной конической пружины.

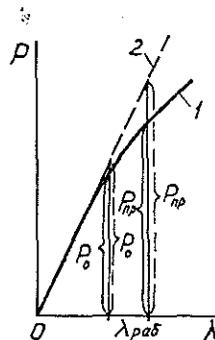


Рис. 3. Характеристики нажимных элементов.

1 — разработанная муфта; 2 — обычная муфта.

при которой начинается процесс выключения, к нагрузке (моменту) $P_{пр}$, при которой происходит полное выключение:

$$K_{ч} = \frac{P_0}{P_{пр}}$$

Чем ближе это отношение к единице, тем чувствительнее муфта.

Нанеся на рис. 3 характеристику нажимного элемента обычной кулачковой предохранительной муфты лесохозяйственных машин (показано пунктиром), можно видеть, что отношение $P_0/P_{пр}$ у разработанной муфты значительно ниже, чем у обычной. Поэтому и чувствительность ее выше.

На специальном стенде, предназначенном для исследования различных типов предохранительных муфт [1], были проведены сравнительные испытания обычной кулачковой предохранительной муфты и разработанной нами. Муфты имели одинаковые зубчатые шайбы, изготовленные штамповкой из стали 20Х, и были отрегулированы на один и тот же момент. Оценивали чувствительность и точность срабатывания исследуемых муфт.

Опыты показали, что при одинаковой точности срабатывания обеих муфт чувствительность разработанной муфты на 21—23 % выше, чем у обычной. Следовательно, использование такой муфты в лесохозяйственных машинах более целесообразно, так как на ее выключение требуется примерно в 1,2 раза меньше дополнительной нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 836546 (СССР). Стенд для испытания предохранительных муфт/ В. Р. Карамышев. — Оpubл. в Б. И., 1981, № 21. [2]. А. с. 979744 (СССР). Кулачковая предохранительная муфта/ В. Р. Карамышев, В. А. Тройнин. — Оpubл. в Б. И., 1982, № 45. [3]. Казачок Б. К. К вопросу надежности кулачковых предохранительных муфт. — В кн.: Повышение надежности и долговечности сельскохозяйственных машин. М.: ОНТИ, 1969. [4]. Нартов П. С., Карамышев В. Р. К расчету динамических нагрузок в элементах лесных машин, защищенных предохранительными муфтами. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 1. [5]. Попов Е. М., Карамышев В. Р. Защита сельскохозяйственных машин от перегрузок. — В кн.: В помощь сельскохозяйственному производству. Воронеж: Коммуна, 1970, вып. 2. [6]. Решетов Д. Н., Лопаткин М. Г. Динамические нагрузки в приводе с кулачковой предохранительной муфтой. — Изв. высш. учеб. заведений. Машиностроение, 1967, № 2. [7]. Тепенкичев В. К. Предохранительные устройства от перегрузки станков. — М.: Машиностроение, 1968.

УДК 628.517.2 : 674.053

РАСЧЕТ ЗАЩИТНОЙ РЕШЕТКИ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩЕГО СЛОЯ ОГРАДИТЕЛЬНОГО КОЖУХА КРУГЛОЙ ПИЛЫ

Н. Н. ЧЕРЕМНЫХ, А. Н. ПЕТРОВ

Уральский лесотехнический институт

Один из путей снижения шума деревообрабатывающего оборудования — введение в конструкцию слоя звукопоглощающего материала (ЗПМ). В общем случае в качестве ЗПМ для оградительных кожухов круглых пил можно применять войлок, поролон, проволоку-путанку и т. п. Однако при этом во всех случаях должна быть обеспечена защита слоя ЗПМ от механического повреждения или засмаливания опилками. С этой целью можно применять отражательное устройство типа жалюзи [1, 3].

Механическое повреждение слоя ЗПМ или его засмаливание приводит к резкому снижению звукопоглощающих свойств внутренней поверхности кожуха пилы, т. е. к ликвидации шумозащитных свойств такой конструкции. Это сводит на нет усилия по улучшению акустических характеристик станков и линий с круглыми пилами при использовании метода звукопоглощения. Следовательно, защитное отражательное устройство, предохраняя слой ЗПМ, способствует акустической долговечности машины, т.е. поддержанию пониженного шумового режима в течение длительного времени, следствием чего является меньшая утомляемость работающих и поддержание заданного уровня производительности труда.

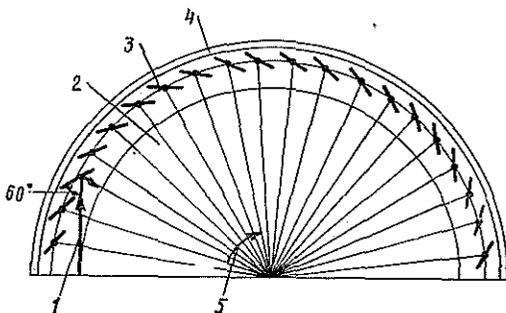


Рис. 1.

На рис. 1 изображено сечение кожуха круглой пилы. По внутреннему периметру кожуха расположен слой ЗПМ 4, присоединенный к корпусу, например, путем наклеивания. Заслонки-отражатели 3 представляют собой металлические пластины. Они крепятся к корпусу кожуха так, чтобы плоскость заслонки образовала угол 60° с направлением касательной к пильному диску 2. При этом движущиеся по касательной к окружности диска опилки после соударения с заслонкой отражаются обратно к пильному диску (можно полагать, что соударения частиц древесины с заслонкой упругие и угол отражения частиц равен углу падения). В области «факела» (область наиболее вероятного движения опилок, охватывающая угол порядка 40° от точки выхода пильного диска из заготовки [2]) плотность расположения заслонок может быть увеличена. Такое расположение заслонок позволяет перекрыть все направления движения опилок и обеспечить их эффективное отражение от слоя ЗПМ. (Цифрой 1 на рис. 1 обозначена траектория движения опилок, 5 — направление вращения пильного диска).

Через угол α обозначим угол между прямыми, проведенными из центра диска через центры двух соседних заслонок (угловой шаг расположения заслонок) (рис. 2). Оптимальная величина угла α зависит от радиуса пильного диска R , длины заслонок l и расстояния (радиального) от центра пильного диска до центра заслонки R_1 . Приведем метод расчета угла α , применимый при выполнении условия

$$\sqrt{R_1^2 - R^2} \gg l. \quad (1)$$

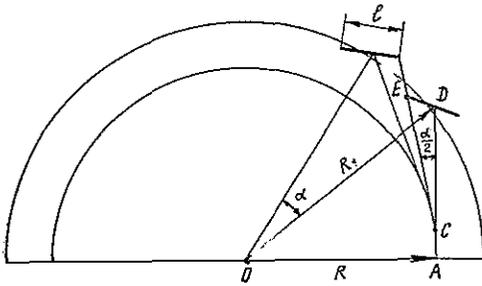


Рис. 2. Расчетная схема к определению параметров защитной решетки.

При этом условии отрезок AC мал по сравнению с AD (рис. 2) и при расчетах можно положить, что $CD = AD$. Касательная CE (проведенная через край заслонки — точку E) образует угол $\alpha/2$ с касательной AD ; $\angle DEC = 60^\circ - \alpha/2$; $\angle CDE = 60^\circ$. По теореме синусов для $\triangle CDE$ имеем

$$\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\frac{l}{2}} = \frac{\sin \left(60^\circ - \frac{\alpha}{2}\right)}{\sqrt{R_1^2 - R^2}},$$

откуда

$$\sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{l \sin 60^\circ}{2\sqrt{R_1^2 - R^2}}, \quad (2)$$

так как $60^\circ \gg \alpha/2$, если выполнено условие (1).

В качестве примера вычислим угол α , задав следующие величины: $R = 200$ мм; $R_1 = 220$ мм; $l = 15$ мм.

При этом $\sqrt{R_1^2 - R^2} \approx 92$ мм, что намного больше, чем $l = 15$ мм, т. е. условие (1) выполнено.

Подставив численные значения R_1 , R , l в формулу (2), получим

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{15 \cdot 0,86}{2 \cdot 92} \approx 0,07,$$

откуда $\alpha = 8^\circ$.

Если требуется определить оптимальную длину заслонки, то следует задать угол α . Например, полагая значение угла $\alpha = 20^\circ$ при тех же значениях $R_1 = 220$ мм и $R = 200$ мм, из формулы (2) получим

$$l = 2\sqrt{R_1^2 - R^2} \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \left(60^\circ - \frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{2\sqrt{420 \cdot 20} \sin 10^\circ}{\sin 50^\circ} \approx 40 \text{ мм.}$$

Общее число заслонок n можно определить по формуле

$$n = \varphi/\alpha, \quad (3)$$

где φ — центральный угол сектора кожуха, обычно равный 180° .

Габаритный радиус кожуха R_2 без учета толщины его стенки определяют по следующей формуле:

$$R_2 = R + \Delta_1 + l \cos 60^\circ + \Delta_2 + L, \quad (4)$$

где

- R — радиус пыльного диска;
- Δ_1 — зазор между пыльным диском и внутренним краем заслонки;
- $l \cos 60^\circ = l/2$ — проекция длины заслонки на радиальное направление;
- Δ_2 — зазор между внешним краем заслонки и звукопоглощающим слоем;
- L — толщина звукопоглощающего слоя.

Предложенный метод расчета защитной решетки звукопоглощающего слоя из условия отражения опилок от решетки позволяет конструировать шумозащитный кожух пилы, обеспечивающий надежную защиту звукопоглощающего слоя от пескоструйного действия опилок.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 482288 (СССР). Ограждение пильной рамки лесопильной рамы/ Н. Н. Черемных. — Оpubл. в Б. И., 1975, № 32. [2]. Русак О. Н., Милохов В. В. Борьба с пылью на деревообрабатывающих предприятиях. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 150 с. [3]. Черемных Н. Н. Расчет параметров защитной решетки звукопоглощающей панели. — Сборник НИИМАШа, 1976, № 3, с. 10—14.

УДК 668.473 : 678.742

ПЛАСТИФИКАЦИЯ КОМПОЗИТА ПОЛИЭТИЛЕН — ДРЕВЕСНАЯ МУКА

В. Я. ПОЛУЯНОВИЧ, А. И. ЛАМОТКИН, Б. А. ГУРЬЯН

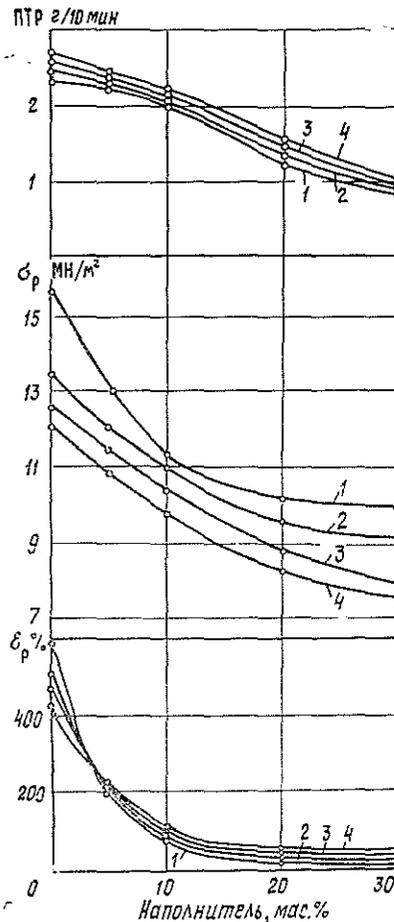
Белорусский технологический институт

Повышенная вязкость расплава наполненных полимеров затрудняет переработку их в изделия существующими методами. Улучшить технологичность наполненного полимера можно введением пластификаторов [1, 5]

Зависимости показателя текучести расплава (ПТР), разрушающего напряжения при растяжении σ_p и относительного удлинения при разрыве ϵ_p пластифицированно-наполненного полиэтилена от содержания наполнителя и пластификатора в системе.

1 — без пластификатора;
2 — пластификатор 0,5 мас. %;
3 — пластификатор 1 мас. %;
4 — пластификатор 3 мас. %.

В качестве пластификаторов наполненного полиэтилена применяют различные соединения, в том числе и продукты лесохимических производств: политерпены, талловый пек, талловое масло, модифицированное малеиновым ангидридом [2, 3]. Перечисленные вещества (за исключением таллового пек) отличаются высокой стоимостью, что ограничивает использование их для пластификации наполненных композитов. Представляло интерес оценить пластифицирующее действие эфиров вторичных жирных спиртов фракции C_{14} — C_{17} и терпено-малеинового аддукта на свойства наполненного полиэтилена. Эфиры вторичных жирных кислот и терпено-малеинового аддукта — недефицитные продукты, и технологический процесс их получения отличается простотой аппаратного оформления и несложностью технологии. В качестве пластификатора использовали эфир, имеющий температуру кипения 648—668 К, кислотное число 13 мг КОН/г, условную вязкость по ВЗ-4 при 373 К — 18 с. Объектом исследования служил полиэтилен низкой плотности (ПНП) марки 10803-020, наполненный древесной мукой.



Композиционный материал получали смешением ПНП с предварительно высушенной до установления постоянной массы при 333 К древесной мукой и пластификатором на вальцах при температуре 423 К. Из вальцованного полотна прессованием при 433 К готовили пластины, из которых вырубанием получали образцы для изучения свойств. Испытания на растяжение производили на разрывной машине РМИ-60 при скорости деформирования 100 мм/мин. Показатель текучести расплава определяли с помощью прибора ИИРТ при 463 К и нагрузке 21,19 Н. Результаты исследования приведены на рисунке.

Как видно из рисунка, введение пластифицирующих добавок эфиров вторичных жирных спиртов фракции C_{14} — C_{17} и терпено-малеинового аддукта в наполненный древесной мукой ПНП повышает показатель текучести расплава композита. Так, если ПНП, наполненный 20 мас. % древесной муки, имел показатель текучести расплава 1,25 г/10 мин, то введение в систему дополнительно 3 мас. % исследуемого пластификатора повышает этот показатель до 1,64 г/10 мин, т. е. более чем в 1,3 раза. Повышение показателя текучести расплава наполненного полиэтилена с введением пластификатора объясняется тем, что последний, как отмечалось ранее [3, 5], распределяясь в системе по поверхности частиц наполнителя и границам надмолекулярных структур, играет роль смазки, в результате чего течение осуществляется легче. Можно отметить, что пластифицирующие добавки исследуемых эфиров, улучшая текучесть композиционного материала, должны вызвать снижение энергозатрат в процессе переработки композита в изделия.

При введении пластифицирующих добавок разрывная прочность наполненного древесной мукой ПНП снижается по сравнению с непластифицированными композициями полиэтилена. Это согласуется с ранее полученными данными применительно к другим составам наполненного ПНП, где также наблюдалось снижение прочности композита в присутствии пластификатора [3, 4, 6]. Относительное удлинение при разрыве наполненного ПНП при пластификации повышается.

На основании проведенных исследований установлено, что использование эфиров вторичных жирных спиртов фракции C_{14} — C_{17} и терпено-малеинового аддукта позволяет регулировать свойства наполненного древесной мукой полиэтилена. Полученные материалы можно применять для изготовления изделий технического назначения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вольфсон С. А. Композиционные полимерные материалы сегодня и завтра. — М.: Знание, 1982. — 64 с. [2]. Полуянович В. Я. Пластификация наполненных полиолефинов. — Производство и переработка пластмасс и синтетических смол, 1982, № 3, с. 1—4. [3]. Полуянович В. Я., Ключев Ю. П. Использование модифицированного таллового масла для пластификации наполненного полиэтилена. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 4, с. 105—108. [4]. Ревяко М. М., Полуянович В. Я. Исследование влияния малых добавок битумов на физико-механические свойства композиций полиэтилен — асбест. — Изв. АН БССР. Сер. физ.-техн. наук, 1972, № 1, с. 133—135. [5]. Ревяко М. М., Полуянович В. Я. О пластификации наполненного полиэтилена. — ДАН БССР, 1972, 16, № 8, с. 726—728. [6]. Ревяко М. М., Полуянович В. Я. Модификация наполненного полиэтилена с целью улучшения технологических свойств. — Общая и прикладная химия, 1974, № 6, с. 130—135.

УДК 630*813.14

ДЕСОРБЦИЯ ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗ ПРИ РАЗМОЛЕ ЛИСТВЕННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Г. П. СУХАНОВА, Е. В. НОВОЖИЛОВ, Б. Д. БОГОМОЛОВ

Архангельский лесотехнический институт

При изучении влияния расхода моносльфитного щелока на процесс сорбции гемицеллюлоз целлюлозными волокнами [3] установлено, что степень сорбции значительно возрастает при увеличении концентрации гемицеллюлоз в растворе. Однако необходимо знать, насколько прочно связаны сорбированные гемицеллюлозы с целлюлозными волокнами.

Важная технологическая операция — размол, при котором некоторая часть органических веществ целлюлозы растворяется [4, 5]. Механическое воздействие в процессе размолы целлюлозы может привести к десорбции части сорбированных гемицеллюлоз. Установлено, что при размолу до 30 °ШР из белой сульфитной целлюлозы удалась 13 % сорбированных гемицеллюлоз [2]. По данным Уолкера [6], степень де-

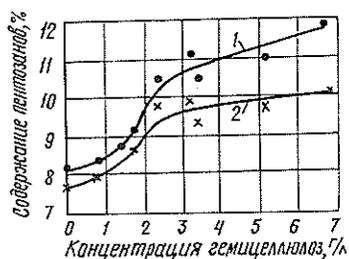


Рис. 1. Содержание пентозанов в целлюлозе (кривая 1) и в отливках (кривая 2) в зависимости от концентрации гемицеллюлозы при обработке.

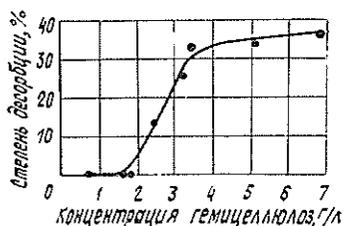


Рис. 2. Степень десорбции пентозанов при размоле целлюлозы.

сорбции переосажденных пентозанов возрастала с 6,5 до 10 % при увеличении продолжительности размола от 10 до 30 мин.

В настоящей работе поставлена задача определить устойчивость переосажденных из моносультитного щелока гемицеллюлоз в процессе размола сульфатной небеленой лиственничной целлюлозы. Целлюлозу обрабатывали моносультитным щелоком при различной концентрации гемицеллюлоз в растворе — от 0,8 до 6,8 г/л. Состав и свойства исходного и полученных образцов приведены в работе [3]. Размол проводили на центробежном размалывающем аппарате (ЦРА) до степени помола 60 °ШР при 6 %-ной концентрации массы. Отливки массой одного квадратного метра 75 г готовили на листоотливном аппарате Рапид-Кётен. О степени десорбции судили по уменьшению содержания пентозанов в отливках по сравнению с неразмолотыми образцами целлюлозы. Как видно из рис. 1, при размоле исходной целлюлозы было удалено 4,8 % пентозанов от их первоначального содержания. При расчете степени десорбции гемицеллюлоз это количество вычитали из общего количества растворенных пентозанов.

При концентрации гемицеллюлоз от 0,8 до 1,7 г/л сорбция идет в незначительной степени. Так как при этом количество пентозанов, растворившихся из обработанных образцов, не выше, чем при размоле исходной целлюлозы, то десорбцию можно считать равной нулю (рис. 2). С дальнейшим ростом концентрации гемицеллюлоз в растворе сорбция пентозанов резко возрастает. Однако чем больше сорбированных гемицеллюлоз содержит целлюлоза, тем больше их растворяется при размоле. Это объясняется различиями в прочности сорбционных связей, возникающих при адсорбции из разбавленных и умеренно концентрированных растворов полимеров [1]. В последнем случае эти связи менее прочны, что сказывается на величине десорбции.

При увеличении содержания сорбированных пентозанов с 2,2 до 3,6 % степень десорбции возрастает с 14 до 37 %, в то время как содержание прочно связанных пентозанов относительно постоянно и достигает 1,9—2,3 % от целлюлозы. Более высокие значения десорбции, полученные в настоящем исследовании, связаны, главным образом, с жесткими условиями размола.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Липатов Ю. С., Сергеева Л. М. Адсорбция полимеров. — Киев: Наукова думка, 1972. — 194 с. [2]. Новожилов Е. В. Изучение сорбции гемицеллюлоз моносультитного щелока технической целлюлозой: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Л., 1979. [3]. Суханова Г. П., Новожилов Е. В., Богомолов Б. Д. Влияние расхода моносультитного щелока при обработке лиственничной целлюлозы на ее выход и показатели качества. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 96—99. [4]. Lindström T., Ljunggren S., A. de Ruvo and Söremark Ch. Dissolution of carbohydrates and lignin during beating of kraft pulps. — Svensk papperstidning, 1978, N 12, s. 397—402. [5]. Muránska E. Sledování rozpustného podílu bunicin při mletí. — Sborník Vyskumných prac Z odbory a papiera, 1968, N 13, p. 121—127. [6]. Walker E. F. Effect of the uronic acid carboxyls on the sorption of 4-O-methylglucuronoxarabinoxylans and their influence on papermaking properties of cellulose fibers. — Tappi, 1965, vol. 48, N 5, p. 298—303.

УДК 541.49

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ Cr (III), Al (III) и Ti (III) С МАННОЗОЙ

В. И. КРУПЕНСКИЙ

Ухтинский индустриальный институт

Высокая каталитическая активность ионов хрома, алюминия и титана (III) в реакциях дегидратации пентоз и гексоз общеизвестна [4, 5]. На ряде примеров показано, что эти реакции включают в качестве промежуточной стадии образование комплекса между катионом-катализатором и молекулой моносахарида [2, 3]. Однако в литературе мы почти не нашли сведений относительно состава и устойчивости комплексов углеводов с ионами металлов. В данной работе спектрофотометрически исследовано комплексообразование в кислой среде ионов Cr (III), Al (III) и Ti (III) с маннозой.

Использовали хлориды квалификации «ч. д. а.», D (+)-маннозу «4». Кислотность раствора (pH 1,5) контролировали прибором pH-121, ионную силу ($\mu = 1,0$) поддерживали с помощью NH_4Cl . Оптические характеристики растворов измеряли на приборе «Specord UV-VIS».

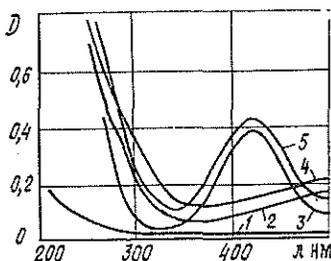


Рис. 1. Спектры поглощения.

1 — манноза, $2 \cdot 10^{-2}$ М;
2 — TiCl_3 , $2 \cdot 10^{-2}$ М; 3 — CrCl_3 ,
 $2 \cdot 10^{-2}$ М; 4 — $[\text{TiCl}_3] : [\text{манноза}] =$
 $= 1 : 1$, $[\text{TiCl}_3] = 2 \cdot 10^{-2}$ М; 5 —
 $[\text{CrCl}_3] : [\text{манноза}] = 1 : 1$,
 $[\text{CrCl}_3] = 2 \cdot 10^{-2}$ М; $\mu =$
 $= 1,0$ (NH_4Cl); pH 1,5; 20 ± 1 °C;
 $l = 1$ см.

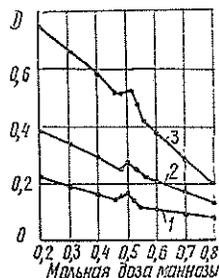


Рис. 2. Диаграммы изо-мольярных серий.

1 — $[\text{AlCl}_3] + [\text{манноза}] =$
 $= 1 \cdot 10^{-2}$ М, $\lambda = 220$ нм;
2 — $[\text{CrCl}_3] + [\text{манноза}] =$
 $= 2 \cdot 10^{-2}$ М; $\lambda = 430$ нм;
3 — $[\text{TiCl}_3] + [\text{манноза}] =$
 $= 1 \cdot 10^{-2}$ М, $\lambda = 350$ нм;
 $\mu = 1,0$ (NH_4Cl); pH 1,5;
 20 ± 1 °C; $l = 1$ см.

Найдено, что оптическая плотность смесей CrCl_3 , AlCl_3 или TiCl_3 с маннозой превышает суммарное поглощение отдельных компонентов в тех же условиях. Некоторые изменения наблюдаются в электронных спектрах поглощения хлоридов при добавлении маннозы (рис. 1). Эти факты указывают на комплексообразование между маннозой и катионами Cr^{3+} , Al^{3+} , Ti^{3+} . Используя метод изомольярных серий, во всех случаях получили максимум оптической плотности при соотношении компонентов 1 : 1 (рис. 2), что доказывает образование монокомплекса между молекулой маннозы и ионом Cr^{3+} , Al^{3+} либо Ti^{3+} . Измерение кислотности растворов солей до и после введения избытка маннозы показало, что комплексообразование не сопровождается выделением ионов H_3O^+ из молекул углевода. Эффективные константы нестойкости монокомплексов рассчитаны по методу разбавления (А. К. Бабко [1]). Расчет приведен в таблице.

Следовательно, спектрофотометрическими методами изучено комплексообразование маннозы с ионами Cr^{3+} , Ti^{3+} и Al^{3+} в кислой среде и найдено, что во всех случаях

Расчет эффективных $K_{\text{нест}}$ монокомплексов маннозы с Cr (III), Al (III), Ti (III)

| Катлон λ нм; l см | Разбавле- ние, во сколько раз | $C_{\text{компонентов}}$ моль/л | D | Δ | α | $K_{\text{нест}}$ |
|--------------------------------|--|------------------------------------|-------|----------|----------|----------------------|
| Cr ³⁺ 210; 1 | 0 | $5,00 \cdot 10^{-5}$ | 0,500 | — | — | — |
| | 1 : 2,25 | $2,20 \cdot 10^{-5}$ | 0,190 | 0,140 | 0,280 | $5,45 \cdot 10^{-6}$ |
| | 1 : 4 | $1,25 \cdot 10^{-5}$ | 0,090 | 0,280 | 0,280 | $5,45 \cdot 10^{-6}$ |
| | 1 : 6,25 | $0,80 \cdot 10^{-5}$ | 0,050 | 0,312 | 0,250 | $4,20 \cdot 10^{-6}$ |
| Cr ³⁺ 230; 3 | 0 | $5,00 \cdot 10^{-5}$ | 1,050 | — | — | — |
| | 1 : 2,25 | $2,20 \cdot 10^{-5}$ | 0,390 | 0,140 | 0,280 | $5,45 \cdot 10^{-6}$ |
| | 1 : 4 | $1,25 \cdot 10^{-5}$ | 0,200 | 0,238 | 0,238 | $3,75 \cdot 10^{-6}$ |
| | 1 : 6,25 | $0,80 \cdot 10^{-5}$ | 0,090 | 0,466 | 0,311 | $7,05 \cdot 10^{-6}$ |

$$\text{Средняя } K_{\text{нест}} = (5,22 \pm 1,21) \cdot 10^{-6}$$

| | | | | | | |
|----------------------------|----------|----------------------|-------|-------|-------|----------------------|
| Ti ³⁺ 280; 1 | 0 | $5,00 \cdot 10^{-4}$ | 0,800 | — | — | — |
| | 1 : 2,25 | $2,20 \cdot 10^{-4}$ | 0,330 | 0,072 | 0,145 | $1,23 \cdot 10^{-5}$ |
| | 1 : 4 | $1,25 \cdot 10^{-4}$ | 0,155 | 0,180 | 0,180 | $1,98 \cdot 10^{-5}$ |
| | 1 : 9 | $0,55 \cdot 10^{-4}$ | 0,060 | 0,325 | 0,163 | $1,58 \cdot 10^{-5}$ |
| Ti ³⁺ 315; 1 | 0 | $5,00 \cdot 10^{-3}$ | 1,040 | — | — | — |
| | 1 : 2,25 | $2,20 \cdot 10^{-3}$ | 0,450 | 0,028 | 0,056 | $1,67 \cdot 10^{-5}$ |
| | 1 : 4 | $1,25 \cdot 10^{-3}$ | 0,245 | 0,058 | 0,058 | $1,76 \cdot 10^{-5}$ |
| | 1 : 9 | $0,55 \cdot 10^{-3}$ | 0,100 | 0,135 | 0,068 | $2,44 \cdot 10^{-5}$ |

$$\text{Средняя } K_{\text{нест}} = (1,78 \pm 0,43) \cdot 10^{-5}$$

| | | | | | | |
|----------------------------|----------|----------------------|-------|-------|-------|----------------------|
| Al ³⁺ 220; 3 | 0 | $5,00 \cdot 10^{-3}$ | 0,480 | — | — | — |
| | 1 : 2,25 | $2,20 \cdot 10^{-3}$ | 0,160 | 0,250 | 0,500 | $2,50 \cdot 10^{-3}$ |
| | 1 : 4 | $1,25 \cdot 10^{-3}$ | 0,060 | 0,500 | 0,500 | $2,50 \cdot 10^{-3}$ |
| | 1 : 6,25 | $0,80 \cdot 10^{-3}$ | 0,020 | 0,740 | 0,493 | $2,40 \cdot 10^{-3}$ |

$$\text{Средняя } K_{\text{нест}} = (2,47 \pm 0,22) \cdot 10^{-3}$$

образуются монокомплексы, эффективные константы нестойкости которых при pH 1,5 и $\mu = 1,0$ соответственно равны $(5,22 \pm 1,21) \cdot 10^{-6}$, $(1,78 \pm 0,43) \cdot 10^{-5}$ и $(2,47 \pm 0,22) \times 10^{-3}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бабко А. К. Физико-химический анализ комплексных соединений в растворах. — Киев: Изд-во АН УССР, 1955, с. 119. [2]. Крупенский В. И., Долгая Т. В., Корольков И. И. Определение состава и устойчивости комплекса хрома (III) с ксилозой и глюкозой. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 4, с. 161—162. [3]. Крупенский В. И., Микуш Н. П. Определение состава и устойчивости комплекса Ti (III) с ксилозой и глюкозой. — Химия древесины, 1977, № 4, с. 110. [4]. Леванова В. П., Шарков В. И. Влияние солей на образование и распад сахара при гидролизе полисахаридов. — Гидролиз и лесохим. пром-сть, 1956, № 7, с. 3. [5]. Лопатина Т. Ф. Исследование природы каталитического действия солей алюминия и хрома на распад моносахаридов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Л., 1971.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 061.75

ВТОРЫЕ СУКАЧЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

19 октября 1983 г. в Москве были проведены Вторые ежегодные чтения памяти акад. В. Н. Сукачева, которые по своей проблематике были тесно связаны с общими вопросами, интересовавшими Владимира Николаевича и разрабатывавшимися им в разные годы.

Одним из первых объектов исследований В. Н. Сукачева были болота. Болотам он посвятил известную монографию, которую с интересом прочитал В. И. Ленин и отозвался о ней с похвалой.

В докладе Н. И. Пьявченко были охарактеризованы условия образования болот разного типа, рассматриваемых как специфические биогеоценозы, изучены процессы почвообразования в болотах и участие в этих процессах растительности и почвенных беспозвоночных.

В. Н. Сукачев рассматривал болото как «тип земной поверхности, где факторы литосферы, педосферы, атмосферы и биосферы в своем взаимодействии создают одно единое целое, один определенный ландшафт». Болотный массив почти всегда представлен не одним, а группой взаимосвязанных биогеоценозов. В основе функционирования и развития болотных биогеоценозов лежит взаимодействие их компонентов друг с другом, смежными биогеоценозами и внешней средой.

Специальные исследования водного режима болот разного типа, о которых рассказал Н. И. Пьявченко, привели его к выводу о неодинаковой роли верховых и низовых болот в создании гидрологического режима местности, в поддержании стока грунтовых и речных вод.

Болота служат лишь аккумуляторами воды, поступающей из различных источников. Основной объем воды они расходуют на испарение, поэтому роль их в питании рек незначительна. После осушения объем стока с болота несколько возрастает. Поэтому осушение торфяников и заболоченных земель может оказаться целесообразным с хозяйственной точки зрения.

Взаимодействие функционирующих болотных биогеоценозов с соседними неболотными, в основном лесными биогеоценозами, проявляется главным образом в наступлении болот на леса. Но в сухие периоды заболачивание нередко приостанавливается и создаются благоприятные условия для наступления леса на болото — формирование на открытом болоте древесного яруса. Смену безлесных биогеоценозов лесными В. Н. Сукачев (1926) рассматривал как заключительную в эволюции верхнего торфяника под влиянием естественного дренажа. Дальнейшее направление смен полностью зависит от состояния водного режима.

В докладе был дан подробный анализ закономерностей потоков вещества и энергии в болотных биогеоценозах на основе многолетних исследований.

Б. Д. Абатуров рассказал о деятельности растительноядных млекопитающих в экосистемах полупустынь, где они выступают мощной преобразующей силой, от которой зависит функционирование экосистемы в целом и отдельных ее компонентов. Роль растительноядных млекопитающих в экосистемах аридных территорий проявляется в химических преобразованиях (расщепление растительной органики, создание новых форм органических веществ и т. д.) и в выполнении механической работы (выедание фитомассы, рожаящая деятельность, вытаптывание и т. д.).

В яркой форме значение деятельности млекопитающих прослеживается на процессах динамики экосистем. Влияние млекопитающих на экзогенные факторы (роющая деятельность) обеспечивает более интенсивное поступление влаги в почву, рассоление исходно засоленных почв и, в конечном итоге, вызывает активную мелиорацию засоленной почвенной толщи. Характерно, что специфический для полупустыни недостаток атмосферных осадков обеспечивает особый локальный (пятнистый) характер такой мелиорации: благодаря нормам грызунов, происходит концентрация поступающей влаги на небольшой площади.

Интересны приведенные Б. Д. Абатуровым материалы по влиянию копытных на динамику первичной продуктивности травяного покрова в аридных зонах. Было показано, что в ряде случаев выпас определенной степени интенсивности не только не снижает, но даже приводит к повышению первичной продуктивности травянистых ассоциаций в сравнении с невыпасаемыми участками.

Участие животных в природных процессах служит ярким примером явления, когда включение в экосистему казалось бы незначительного, но активно действующего

элемента может коренным образом изменить ход развития всего ландшафта. Изучение естественных механизмов, которыми регулируется деятельность такой активной силы, как дикие животные, и обеспечивается устойчивость экосистем, позволит наиболее эффективно управлять экосистемами и корректировать воздействие хозяйственной деятельности человека на окружающую природу.

Сообщение Е. Н. Иерусалимова касалось сложного комплексного влияния листохвоегрызущих насекомых на световой, тепловой и водный режимы в лесном биогеоценозе. Листовой и хвоей лесных деревьев питаются многие виды насекомых, но наиболее существенное биогеоценозическое значение имеют личинки бабочек и пилильщиков, реже — некоторые жесткокрылые. Периодически создаются условия для их массового размножения, и насекомые могут почти полностью уничтожить листву (хвою) на значительной площади леса. Деревья по-разному реагируют на повреждение крон: некоторые вскоре восстанавливают листву, не проявляя внешних признаков ослабления, другие погибают. В обоих случаях часть деревьев лесного сообщества уменьшает свое угнетающее воздействие, и другие растения используют это время для ускоренного развития. Механизм воздействия лесных филлофагов на биогеоценоз можно представить в виде цепи взаимосвязанных и последовательных изменений физиологического состояния растительных элементов и ценозической среды всего лесного биогеоценоза.

Потеря листвы и хвои ведет к значительному изменению всех физиологических функций дерева и, следовательно, к уменьшению его ценозической роли. На состояние неповреждающихся членов лесного сообщества, в первую очередь, влияет изменение световой обстановки под пологом. Снижение транспирации ведет к уменьшению потребления влаги из почвы. Это способствует улучшению условий корневого питания ранее угнетенных деревьев и кустарников.

В большинстве случаев одновременно с изменением состояния древесной части лесного сообщества под действием повреждения крон изменяется состояние травяного покрова, а также подроста, временно входящего в его состав. Там, где развит промежуточный ярус подлеска и кустарников, большая часть световой энергии достается на его долю и не доходит до напочвенного покрова.

Рассматривая различные примеры воздействия филлофагов на лесной биогеоценоз, автор отметил, что при достаточной силе воздействия, которое наблюдается практически на любой стадии развития лесного сообщества, филлофаги оказывают существенное влияние на сукцессионный процесс, что должно учитываться при биогеоценозических исследованиях.

Н. К. Остроумова

Институт биологии развития АН СССР

УДК 630*(477)

ЛЕСА УКРАИНЫ XVI—XVII вв.

Изучение истории лесов в настоящее время становится одной из актуальных проблем. Ему посвящено большое количество работ, однако леса Украины XVI—XVII вв. не нашли достаточного освещения. Монография Ф. К. Арнольда [1] написана популярно, содержит мало конкретных данных и представляет собой скорее вступление к поставленному вопросу. Краткие сведения о местонахождении и хищническом истреблении деревьев украинскими, литовскими и польскими феодалами, монастырями, купцами и предпринимателями приводятся в исследованиях Д. И. Багалия [2], А. М. Лазаревского [3], П. М. Лукьянова [9], А. Г. Слюсарского [12], А. А. Шафонского [14].

Определенный интерес представляет работа С. А. Генсрука и В. С. Бондаря [5], где показано использование украинских лесов во времена феодализма, изменение лесистости и помещены две карты — современная и за XVII в., составленная Г. Болланом [3].

В настоящей статье рассматриваются пункты и реки, где в XVI—XVII вв. произрастали леса, приводятся названия наиболее крупных массивов, устанавливается общая площадь. Работа является частью комплексных исследований по проблеме истории лесов.

В XVI—XVII вв. большие лесные массивы находились на Волыни, Западной Украине, Житомирщине и Черниговщине. В ревизии «пущ и звериных переходов» Великого княжества Литовского за 1559 г. отмечается [17], что пущи на украинских землях, входивших в это время в состав княжества, занимали территорию от Западного Буга и Припяти до Чернобыля, Киева и Белой Церкви, с другой стороны — от степей

Брацлавщины и Винничины до Ратного, Камень-Каширского, Дубровицы, Олевска, Овруча, Городни, Новгород-Северского. Сплошную полосу лесов представляло Правобережное Полесье. Здесь они находились возле Любомля, Ковеля, Владимир-Вольнска, Луцка, Дубного, Здолбуновского, Острога, Корца, Рокитного, Коростеня, Малина, Радоща, Коростышева, Житомира, Ружина, Ржищева, Фастова, Василькова. Вторая полоса шла параллельно первой возле городов Белз, Самбор, Жидачев, Калуш, Галич, Броды, Тереховля, Полонное, Городок, Староконстантинов, Винница, Тульчин, Богуслав, Умань, Черкассы, Чигирин. Густо покрыт треугольник Летичев — Хмельниц — Винница [15].

Много лесов находилось на Волыни. Наибольшим из них был лес, известный в источниках под названием «Цвет». Он начинался возле Западного Буга и доходил до Радомышльского Полесья и состоял главным образом из хвойных деревьев. В его состав входили леса Антоновец, Верба, Витовец, Гурба, Дубна, Клеванец, Ковель, Конатана, Корец, Крушда, Кунева, Мирополь, Новомалин, Ньюнскый, Ольшощкий, Острог, Острополь, Плужной, Пулина, Радзивилов, Славута, Степанский, Стебельский, Судилковец, Трояновский, Хунковский, Черногогородской, Черторныйский, Четвертинский, Шепетовский, Цуманский, Фоенский. Лесом покрыта территория Ратненского старства. Наибольшим был Мартынов лес, расположенный возле сел Трутного, Коровичи, озера Свитязь.

Ревизия старств Русского воеводства за 1565 г. сохранила интересные сведения о лесах Западной Украины. В Самборском старстве обширные леса находились в Озиминском «Ключе» (группа сел), в Сяноцкой земле — в горах и по берегам рек. На территории Галицкого старства они занимали берега рек Днестр и Липа, опускаясь к Городенскому, Калушскому и Коломыйскому старствам. В верховьях Сана и Серета, на склонах Украинских Карпат росло много буковых и елово-пихтовых деревьев с примесью явора и дуба [16]. В долине Днестра и его притоков располагались смешанные леса с преобладанием граба и бука. В предгорьях Закарпатья, в междуречье Прута и Черемоша встречались иногда небольшие массивы дубовых, смешанно-широколиственных деревьев и рощ; между Прутом и Днестром они большими группами простирались до Днестровского лимана.

В Брацлавском и Киевском воеводствах (1570 г.) на правом берегу реки Рось находились Каневские леса, Коростенские опускались к югу и доходили до Черного леса, где брала начало река Ингулец. В источниках более позднего времени (1622 г.) часть их упоминается в верховьях р. Гнилой Тикич под названием Богатырские [3]. На Молочной, притоке реки Рось, находился Лобачевский лес. Известны леса и к западу от Киева, по реке Ирпень, к югу от Канева, между реками Рось и Тясмин, Горный Тикич и Тясмин, а также по правой стороне последнего до верховьев рек Ингулец и Ингул [10]. Бассейн течения реки Соб был покрыт обширным Кошильским лесом, который занимал территорию между реками Сорока и Соб. Недалеко от Жорнищ находились Гоголевский, Кудрявский, Рущевский, Толстой, Христиковский леса, на правом берегу Буга, ниже Брацлава, — лес Печенеж, между реками Бершадь и Удичь — Уманский.

Большие леса в 1572 г. находились возле Кагарлыка и Россавы, под Черкассами. В бассейнах мелких притоков рек Тясмин и Вьсь размещался Лебединский лес [4]. Ниже Винницы деревья росли по берегам рек Южный Буг, Рова и далее до Вороновицы. Между Погребницами и Прилуками, от реки Рось до Десны, располагался известный Поромылевский лес.

На Черниговщине полоса лесов проходила между реками Десной и Сеймом, по южным притокам Днепра, опускаясь к реке Трубеж, к верховьям Снова, Сейма, Удая, Остра. В источниках упоминаются пуши возле населенных пунктов Зазыме и Погребы, между Светильниковом и Гоголевым. Леса находились по левой стороне Днепра, течению реки Десны, до впадения в нее Сейма, проходя широкой полосой вблизи Киева. На Левобережье основные массивы размещались главным образом вдоль рек. Группы лесов занимали верховья рек Остер, Перевоз, Супой, по берегу левой стороны Сейма близ Батурина, Конотопа, возле Ржищева и Терехтемирова. Далее на восток лежали степи, в которых лишь кое-где встречались березовые, дубовые, осинные рощи, произраставшие вблизи реки Ворсклы, в районе местечек Лютенки, Гадля и Опошня.

Леса и поля чередовались по левому берегу Северного Донца. Они начинались недалеко от Оскола [7] и кончались возле Змиева, поблизости Чугуева. Здесь находились леса Изюмский, Теплицкий, Черкасский и другие, по берегам рек Бабца, Ворскла, Лопань, Мерло, Песел, Сула, Теплица, Харьков, Хорол. Большие группы произрастали по берегам Сулы и ее притокам Удай и Перевоз [13]. Между Сулою и Терном размещались Корневский, Козельский и Гранивский леса. Черный Гнилицкий простирался по берегам рек Бутица и Лопань. Леса находились по берегам рек Березовая, Белая и Айдарь вблизи Харькова. Большие площади леса занимали между реками Орель, Самара и на Олешских песках, простираясь в длину на 200 км, ширину — на 20 км. Распространенными деревьями был дуб, клен, берест, ясень, липа; на песчаных грунтах — хвойные [11]. В степях ольха, лещина, верба занимали заповы [6] и берега рек. Вдоль

реки Орель заплывные леса доходили до Днепровского лимана и устья Днепра. Наибольшим был лес под названием «Великий луг», простиравшийся в длину почти на 75 км и ширину — на 25 км. На возвышенностях росли дубы, в низинах — осина и верба. Ниже одиннадцатого порога на Днепре находился Таволжанский остров длиной 1,5 км, шириной 100 м. На нем произрастала таволога — дерево, отличающееся большой твердостью. Ниже тринадцатого порога располагался остров Хортица, укрытый дубовым лесом.

Если принять во внимание, что в XVI—XVII вв. леса покрывали большую часть территории Украины, за исключением степной зоны и чрезмерно заболоченных мест, и интенсивных вырубок для хозяйственной и промышленной деятельности не производилось, то можно предположить, что общая площадь лесов составляла свыше 12 млн. га.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Арнольд Ф. К. История лесоводства в России, Франции и Германии.—Спб., 1895. [2]. Багалый Д. И. Материалы по истории колонизации и быта степной окраины Московского государства в XVII—XVIII столетиях. — Харьков, 1886. [3]. Боплан Г. Описание Украины. — Спб., 1832. [4]. Гаенко Н. К. К статистике лесов Европейской России. — Спб., 1888. [5]. Генсірук С. А., Бондар В. С. Лісові ресурси України, їх охорона і використання. — Киев: Урожай, 1973. [6]. Гурский В. Я. Лесоразведения на песках Харьковской губернии. — Петроград, 1915. [7]. Кирьянов М. М. Историко-статистическое обозрение Херсонской губернии: Материалы по статистике Российской империи. Т. 1. — Спб., 1839. [8]. Лазаревский А. М. Описание старой Малороссии. Т. 1. — Киев, 1888. [9]. Лукьянов П. М. История химических промыслов и химической промышленности России до конца XIX века. Т. 2. — М.—Л.: Госполитиздат, 1949. [10]. Ляскоронский В. Г. Иностранные карты и атлас XVI—XVII веков, относящиеся к Южной Руси. — Чтения в историческом обществе Нестора-летописца. Кн. 12. Киев, 1898. [11]. Семенова-Тянь-Шанская А. М. Изменение растительного покрова лесостепи русской равнины в XVI—XVII вв. под влиянием деятельности человека. — Бот. журн., 1957, т. 42, № 9. [12]. Слюсарский А. Г. Социально-экономическое развитие Слобожанщины XVII—XVIII веков. — Харьков: Ки.-газ. изд-во, 1964. [13]. Срединский Н. К. Краткий исторический очерк лесоразведения в южных степях. — Харьков, 1887. [14]. Шафонский А. А. Черниговского наместничества топографическое описание. — Киев, 1851. [15]. Dunin-Karłowcki J. Z moich wspomnień. Т. 2. — Warszawa, 1901. [16]. Kontny P. Materiały do historii lasów w Karpatach Wschodnich. — Sylwan, 1938, h. 56, Nr. 3—4. [17]. Opisanie lasów Krolewstwa Polskiego. Т. 1. — Warszawa, 1854.

Н. М. Стришенец

Тернопольский финансово-экономический институт

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630*68(049.3)

УЧЕБНИК ПО ЭКОНОМИКЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Вышел в свет учебник для вузов по организации, планированию и управлению лесохозяйственными предприятиями*. Со времени выхода последнего учебника по этому предмету прошло более десяти лет. За этот период произошли существенные изменения в системе планирования работы предприятий, главным образом, в появлении новых показателей плана, нацеленных на конечные результаты деятельности низовых структурных подразделений. Совершенствовались формы и методы организации и управления предприятиями. Были приняты и успешно претворялись в жизнь важные постановления КПСС и советского правительства по актуальным проблемам развития экономики СССР.

Новый учебник включает все основные разделы по организации, планированию и управлению лесохозяйственными предприятиями, предусмотренные программой высших учебных заведений для специальности «Лесное хозяйство». Авторам удалось отразить в полной мере требования, предъявляемые на современном этапе к повышению эффективности и качества работы низового звена отрасли, показать основные пути достижения этих целей.

В работе широко использованы труды классиков марксизма-ленинизма, решения съездов партии и пленумов ЦК КПСС, а также положения Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик. Заметно стремление авторов отразить последние достижения научно-технического прогресса, лесоводственной и лесоэкономической науки, передового производственного опыта.

По вопросам организации производства главное внимание в книге обращается на требования Основ лесного законодательства, положения о предприятии. Раскрывается сущность социалистического лесохозяйственного предприятия, его целевое назначение и особенности деятельности. Авторы впервые дают характеристику сложившихся типов предприятий лесного хозяйства в нашей стране по лесам I, II и III групп, т. е. в зонах разной интенсивности лесохозяйственного производства. Приводится опыт деятельности лесохозяйственных объединений, лесопромышленных комплексов. Более широко освещены вопросы о роли лесоустройства в организации, ведении и повышении эффективности производства.

Поскольку в лесном хозяйстве основными средствами производства являются земли государственного лесного фонда и сами леса, в работе большое внимание обращается на лучшую организацию их использования, повышение продуктивности и качества земель и лесных насаждений. С этой целью даются не только методические рекомендации, показатели, но и приводятся данные о положительном производственном опыте, достижениях научно-технического прогресса.

Значительное место отведено в учебнике научной организации труда применительно к условиям работы по лесовыращиванию и в промышленном хозрасчетном производстве лесхозов. В отличие от предыдущих изданий в новом учебнике изложены экономические, психофизиологические и социальные задачи НОТ, приведены некоторые нормативы, а также основные положения по внедрению передовых приемов и методов труда. Рассмотрены вопросы организации работы по планированию, определению экономической эффективности и внедрению мероприятий НОТ.

В главах, посвященных планированию, материал приводится на основе требований, изложенных в постановлении ЦК КПСС о совершенствовании хозяйственного механизма. Удачно показана роль прогнозов и перспективного планирования для предприятий лесного хозяйства. Подробно описаны разделы техпромфинплана в полном соответствии с типовой методикой его разработки. Отражены особенности разработки техпромфинплана по бюджетной и хозрасчетной деятельности лесхозов. Наряду с технико-экономическим планированием, дана методика оперативно-производственного планирования на предприятиях лесного хозяйства: его этапы, особенности при разработке и реализации плановых заданий в лесничествах, промышленных цехах, при ведении побочного и подсобного хозяйства.

Авторам учебника во многом удалось показать органическую связь учета и отчетности в лесхозах, анализа их производственно-хозяйственной деятельности с процес-

* Янушко А. Д., Воронин И. В., Кожухов Н. И. Организация, планирование и управление предприятиями лесного хозяйства. — М.: Лесн. пром-сть, 1983.

сом управления предприятием. Подробно изложены вопросы техники и технологии управления в современных условиях, основы делопроизводства. Наряду с административными и экономическими, освещены социально-психологические методы управления.

На наш взгляд, учебник не лишен некоторых недостатков. Так, отдельные положения (например описание программно-целевого подхода к управлению) рассматриваются в масштабах отрасли, что приводит к некоторому дублированию с учебником по экономике лесного хозяйства. Вероятно, в связи с ограниченным объемом книги, методы технического нормирования описываются довольно упрощенно. Это же можно отнести и к некоторым параграфам анализа хозяйственной деятельности предприятий. Имеют место редакционные погрешности.

В целом новый учебник следует оценить вполне положительно. Книга написана доступным языком и может быть полезна как студентам вузов, так и практическим работникам.

Н. М. Гвоздев

Уральский лесотехнический институт

УДК 632.9 : 635.9

ЦЕННОЕ ПОСОБИЕ ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ *

Специалисты по защите растений, прежде всего цветоводы и лесоводы, получили новый справочник. Книга состоит из двух частей. В общей части даны новейшие сведения о вредителях, возбудителях болезней и сорняках цветочно-декоративных и лесных растений, подчеркнута их вредоносность; здесь же отмечены абиотические факторы, вызывающие повреждения растений.

В справочнике в краткой форме и в то же время достаточно подробно описаны главнейшие пестициды, способы их использования и дозировки. Особенно ценно то, что авторы включили в этот перечень и препараты, которые готовятся из повсеместно доступных источников — растений, сок которых обладает активностью против вредителей и болезней.

В специальной части дана характеристика симптомов поражения и приведены меры борьбы с вредителями, патогенами и сорняками. При этом авторы ориентируют специалистов на комплексную (интегрированную) систему защиты, предусматривающую использование агротехнического, биологического и химического методов. Здесь даны сведения о вредителях и болезнях цветочных растений, древесных пород, газонных трав и оранжевых растений.

В конце справочника даны приложения, в том числе вспомогательная таблица для приготовления растворов и смесей препаратов, таблица совместимости пестицидов. Очень полезно наличие в справочнике списков на русском и латинском языках названий растений, вредителей и возбудителей болезней, что значительно упрощает практическое его использование. В книге имеются цветные и черно-белые иллюстрации, которых, к сожалению, явно недостаточно. Улучшили бы книгу также краткие сведения о прогнозировании болезней и появлении вредителей в целях выбора оптимальных сроков химической защиты.

В целом издание такой книги следует рассматривать как событие в декоративном растениеводстве и лесоводстве, так как она значительно облегчает поиск соответствующих рекомендаций и способствует оперативной и доступной защите растений от вредителей, патогенов и сорняков.

И. И. Минкевич

Ленинградская лесотехническая академия

* Вредители и болезни цветочно-декоративных растений/ Под ред. Ю. В. Синадского. — М.: Наука, 1982. — 504 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|---|
| <i>С. Н. Коган.</i> Курсом научно-технического прогресса | 3 |
|--|---|

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

| | |
|--|----|
| <i>П. В. Воропанов.</i> Единство синхронных изменений морфологических признаков с возрастом физических деревьев и средних деревьев в насаждениях | 5 |
| <i>С. Н. Свалов.</i> Применение обобщенного гамма-распределения для моделирования строения древостоев | 10 |
| <i>А. Г. Савченко.</i> Типы горельников в насаждениях сосны крымской | 13 |
| <i>А. С. Чиндяев.</i> Динамика почвенно-грунтовых вод в осушенных лесах на Среднем Урале | 16 |
| <i>В. М. Ивонин.</i> Научные основы агролесомелиорации эродированных склонов | 20 |
| <i>Ю. И. Стахеев, В. И. Ярков.</i> Энергетические качества лесохозяйственных тракторов при работе в составе комплексных агрегатов | 25 |
| <i>В. К. Курьянов, А. Д. Лозовой, М. С. Сухорослов.</i> Влияние автомобильной дороги на элементы экологической системы | 30 |

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

| | |
|--|----|
| <i>В. И. Жабин, В. В. Шелкунов.</i> О контактных напряжениях между колесом и рельсом при действии нормальной и касательной нагрузок | 33 |
| <i>С. И. Морозов, М. В. Попов.</i> Применение метода подобия при исследовании устойчивости температурно-напряженного пути | 38 |
| <i>Я. Т. Кизицкий, Н. В. Матишин.</i> Об устойчивости грузовой каретки на башмаке промежуточной опоры подвесной лесотранспортной установки | 42 |
| <i>В. М. Галимов.</i> О маятниковых колебаниях груза грейферного лесопогрузчика | 47 |
| <i>А. А. Фаденков.</i> Влияние упругости пакета хлыстов на колебания лесовозного автопоезда | 51 |

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

| | |
|---|----|
| <i>Н. Ф. Ковалев, Б. Н. Новик.</i> Обоснование кинематических соотношений элементов конструкции однооборотной спиральной пилы протяжного типа | 56 |
| <i>В. Л. Усачев, Ю. М. Стахеев.</i> Исследование изгиба диска круглой пилы, опертого в трех точках по контуру, методом конечных элементов | 60 |
| <i>В. С. Ясинский, А. В. Кучин.</i> Методика расчета бокового смещения бревен и брусьев при рамной распиловке | 64 |
| <i>С. И. Грицишин.</i> Соотношение объемов зерна, связки и пор в абразивных цилиндрах для обработки плитных материалов | 66 |
| <i>А. М. Боровиков, С. А. Кабаков.</i> Пиломатериалы с гарантируемой прочностью | 69 |
| <i>Г. И. Торговников, С. Д. Кодеба.</i> Сушка древесной стружки в сверхвысокочастотном электромагнитном поле | 75 |
| <i>П. И. Потеряев, С. П. Агеев.</i> Статистические параметры режимов электропотребления древесноподготовительного производства целлюлозно-бумажного комбината | 78 |

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

| | |
|---|----|
| <i>О. Л. Алексеев, В. М. Шевченко, А. Т. Безнис.</i> Метод электроосмотического переноса для изучения электроповерхностных свойств волокнистых материалов | 83 |
| <i>Н. Д. Бабикова, О. М. Соколов.</i> Установление зависимости между коэффициентом распределения на геле ЭД-7,5 и молекулярной массой лигносульфонатов | 86 |
| <i>Г. Ф. Прокшин, Л. А. Миловидова, Г. В. Комарова, Е. Г. Попова.</i> Об основных кинетических параметрах сульфит-спиртовых варок древесины березы и ели | 89 |
| <i>Г. И. Массель, А. С. Рожков, А. И. Михалева, А. Н. Васильев, Б. А. Трофимов.</i> Новые средства защиты заготовленной древесины от насекомых-ксилофагов | 94 |

| | |
|---|-----|
| Н. А. Величко, С. М. Репях, Г. В. Тихомирова. Возможность использования отработанной древесной зелени в качестве кормовых добавок | 98 |
| А. И. Чернодубов, Р. И. Дерюжкин, Р. Д. Колесникова. Наследование состава эфирного масла из хвои сосны обыкновенной | 101 |

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

| | |
|---|-----|
| Т. А. Кислова. Основные положения по экономической оценке противозерозионных функций леса | 104 |
| М. А. Лобовиков. Определение экономической эффективности рубок ухода в молодняках | 108 |
| А. П. Петров, А. А. Зилина. Классификация и экономическая оценка деятельности лесозаготовительно-деревообрабатывающих объединений | 112 |
| Ф. П. Попов, Г. Д. Кирюхин, В. В. Панев. Обоснование оптимального уровня безотказности сучкорезной машины ЛП-30Б | 116 |

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

| | |
|---|-----|
| В. П. Прохоров, Н. А. Бабич, П. А. Феклистов. Влияние температуры воздуха и осадков на прирост культур сосны по высоте в условиях средней подзоны тайги Европейского Севера | 120 |
| В. Р. Карамышев. Совершенствование кулачковых предохранительных муфт лесохозяйственных машин | 123 |
| Н. Н. Черемных, А. Н. Петров. Расчет защитной решетки звукопоглощающего слоя оградительного кожуха круглой пилы | 125 |
| В. Я. Полуянович, А. И. Ламоткин, Б. А. Гурьян. Пластификация композита полиэтилен — древесная мука | 127 |
| Г. П. Суханова, Е. В. Новожиллов, Б. Д. Богомолов. Десорбция гемицеллюлоз при размоле лиственничной целлюлозы | 128 |
| В. И. Крупенский. Спектрофотометрическое изучение комплексообразования Сг (III), Al (III) и Ti (III) с маннозой | 130 |

ИСТОРИЯ НАУКИ

| | |
|---|-----|
| Н. К. Остроумова. Вторые Сукачевские чтения | 132 |
| Н. М. Стриженец. Леса Украины XVI—XVII вв. | 133 |

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

| | |
|---|-----|
| Н. М. Гвоздев. Учебник по экономике предприятия | 136 |
| И. И. Минкевич. Ценное пособие по защите растений | 137 |

| | |
|--------------------|-----|
| Рефераты | 142 |
|--------------------|-----|

CONTENTS

- S. N. Kogan.* The policy of scientific and technical progress 3

FORESTRY

- P. V. Voropanov.* Synchronous age change unity of morphological characteristics of physical and mean trees in plantations 5
- S. N. Svalov.* The use of generalized gamma-distribution for modelling stand structure 10
- A. G. Savchenko.* Types of burnt places in stands of *Pinus pallasiana* 13
- A. S. Chindyaev.* Dynamics of soil and subsoil waters in drained forests of the Middle Urals 16
- V. M. Ivonin.* Scientific basis of agroforest melioration of eroded slopes 20
- Yu. I. Stakheev, V. I. Yarkov.* Power qualities of forestry tractors when working as a part of complex aggregates 25
- V. K. Kuryanov, A. D. Lozovoy, M. S. Suchoroslov.* Influence of automobile road on the ecological system elements 30

FOREST EXPLOITATION

- V. I. Zhabin, V. V. Shchelkunov.* On contact wheel-rail strains under the action of normal and tangent loads 33
- S. I. Morozov, M. V. Popov.* The use of similarity method when investigating the stability of temperature-strained railroad 38
- Ya. T. Kinitsky, N. V. Matiishin.* On load slide stability on the shoe of intermediate support of timbertransporting device 42
- V. M. Galimov.* On pendulous oscillations of load of a grapple loader 47
- A. A. Fadenkov.* Influence of tree length bundle elasticity on oscillation of log trucks 51

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

- N. F. Kovalev, B. N. Novik.* The foundation of kinematic correlations of construction elements of single-turn rip saw 56
- V. L. Vsachev, Yu. M. Stachiev.* Investigating the turn of a circular saw disc supported in three contour points by the method of finite elements 60
- V. S. Yasinsky, A. V. Kuchin.* The method of calculating side displacement of logs and cants at log frame sawing 64
- S. I. Gritsishin.* Correlation of grain size, adhesive and pores in abrasive cylinders for board material processing 66
- A. M. Borovikov, S. A. Kabakov.* Sawn timber of guaranteed strength 69
- G. I. Torgovnikov, S. D. Kodeba.* Drying wood shavings in superhigh frequency electromagnetic field 75
- P. I. Poterayev, S. P. Ageev.* Statistic parameters of electroconsumption regimes of wood-preparing at pulp and paper mill 78

CHEMICAL WOODWORKING

- O. L. Alekseev, V. M. Shevchenko, A. T. Beznis.* The method of electroosmotic transfer for studying electrosurface properties of fibrous materials 83
- N. D. Babikova, O. M. Sokolov.* Determination of coefficient distribution dependence from lignosulphanat molecular mass using gel ED-7,5 86
- G. F. Prokshin, L. A. Milovidova, G. V. Komarova, E. G. Popova.* On principal kinetic parameters of sulphite-alcohol pulpings of birch and spruce 89
- G. I. Massel, A. S. Rozhkov, A. I. Michaleva, A. N. Vasiliev, B. A. Trofimov.* New protection means against xylophagous insects in stored wood 94
- N. A. Velichko, S. M. Repyakh, G. V. Tichomirova.* Possibility of using waste needles in the form of fodder additions 98

- A. I. Chernodubov, R. I. Deryuzhkin, R. D. Kolesnikova.* Investigation of the essential oil composition in *Pinus silvestris* needles 101

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

- T. A. Kislova.* Basic principles by economic estimation of anti-erosion forest functions 104
- M. A. Lobovikov.* Determination of economic efficiency of cleaning cuttings in young stands 108
- A. P. Petrov, A. A. Zimina.* Classification and economic estimate of the activity of logging and wood working units 112
- F. P. Popov, G. D. Kiryukhin, V. V. Panev.* The grounds for optimum level of faultlessness of delimiting machine LP-30B 116

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

- V. P. Prokhorov, N. A. Babich, P. A. Feklistov.* The influence of rain and air temperature on the height increment of pine cultures in the conditions of middle taiga subzone in European North 120
- V. R. Karamyshev.* Improvement of cam safety clutches of forestry machines 123
- N. N. Cheremnykh, A. N. Petrov.* Calculating the safety guard of soundabsorbing layer of the circular saw hood 125
- V. Ya. Poluyanovich, A. I. Lamotkin, B. A. Guryan.* Polyethelen-wood flour composite plastification 127
- G. P. Sukhanova, E. B. Novozhilov, B. D. Bogomolov.* Desorption of hemicelluloses at milling larch cellulose 128
- V. I. Krupensky.* The spectrophotometric studying of complexformations Cr (III), Al (III), and Ti (III) with mannose 130

HISTORY OF SCIENCE

- N. K. Ostroumova.* The second Sukachev readings 132
- N. M. Strishenets.* Forests of Ukraine in the XVI—XVII centuries 133

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

- N. M. Gvozdev.* Textbook on the economics of an enterprise 136
- I. I. Minkevich.* Valuable on plants protection 137

- Referates 142

РЕФЕРАТЫ

УДК 630*56

Единство синхронных изменений морфологических признаков с возрастом физических деревьев и средних деревьев в насаждениях. ВОРОПАНОВ П. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 5—9.

При изучении таблиц хода роста насаждений установлено, что с увеличением возраста средние деревья изменяют морфологические признаки в том же направлении и в тех же количественных показателях, как любое физическое дерево при равенстве исходных коэффициентов по диаметру $(K_D = \frac{DA-n}{DA})$. Табл. 2.

Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*566 : 519

Применение обобщенного гамма-распределения для моделирования строения древостоев. СВАЛЮВ С. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 10—13.

На примере распределения численностей деревьев по ступеням толщины в основных молодняках показано, что модель обобщенного гамма-распределения дает лучшие результаты, чем распределение Вейбулла. Показана схема расчета оценок параметров обобщенного гамма-распределения методом моментов и приведены необходимые для расчета таблицы. Табл. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*435

Типы горельников в насаждениях сосны крымской. САВЧЕНКО А. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 13—15.

На основе классификации горельников И. С. Мелехова (1948) изучены типы горельников в насаждениях сосны крымской и установлены диагностические признаки для их прогнозирования. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*385.1

Динамика почвенно-грунтовых вод в осушенных лесах на Среднем Урале. ЧИНДЯЕВ А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 16—19.

Рассматриваются результаты пятилетнего изучения динамики почвенно-грунтовых вод в результате осушения. Анализируются влияние осадков на уровни воды. Рекомендуются оптимальные расстояния между каналами для еловых и сосновых осушаемых древостоев. Табл. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК [630*266 + 626.8](571.1)

Научные основы агролесомелиорации эродированных склонов. ИВОНИН В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 20—25.

Сформулировано понятие, определены цели противоэрозионных инженерно-биологических систем (ПИБС) и условия их успешного функционирования. Показана главенствующая роль защитных лесных насаждений среди других элементов систем. Предложена математическая модель пространственного строения ПИБС. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 631.31

Энергетические качества лесохозяйственных тракторов при работе в составе комплексных агрегатов. СТАХЕЕВ Ю. И., ЯРКОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 25—30.

Рассмотрена тяговая динамика лесохозяйственных агрегатов, состоящих из трактора и одного или двух орудий задней и фронтальной навески. Приведено уравнение движения агрегата, составленное для анализа внешней динамики и выбора параметров, подлежащих экспериментальному исследованию. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК (630*15+630*18) : 625.7/8

Влияние автомобильной дороги на элементы экологической системы. КУРЬЯНОВ В. К., ЛОЗОВОЙ А. Д., СУХОРОСЛОВ М. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 30—32.

Дана качественная и количественная оценка влияния автомобильной дороги на элементы окружающей среды (растительный и животный мир). Приведены рекомендации по проектированию автомобильных дорог с учетом фактора окружающей среды. Ил. 2.

УДК 531.3 : 625.143

О контактных напряжениях между колесом и рельсом при действии нормальной и касательной нагрузок. ЖАБИН В. И., ЩЕЛКУНОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 33—37.

Приведены результаты расчета компонентов напряжений, возникающих в рельсе Р24 при совместном действии нормальной и касательной нагрузок от колеса узкоколейного тепловоза ТУ7. Рассчитаны изобары вертикального нормального; продольного горизонтального нормального (распора), касательного и главных нормальных напряжений σ_2 и σ_1 . Выяснено, что максимальные сжимающие напряжения превышают предел текучести рельсовой стали. Появление зоны растяжения, ведущее к изменению напряженного состояния всестороннего сжатия, вызывает пластическое течение материала рельса. Ил. 9. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 625.31.001.24

Применение метода подобия при исследовании устойчивости температурно-напряженного пути. МОРОЗОВ С. И., ПОПОВ М. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 38—42.

Рассматриваются общие принципы подобия верхнего строения температурно-напряженного железнодорожного пути. Приведены соотношения подобия, с помощью которых расчетные или аналитические значения, полученные для одного типа пути, могут быть пересчитаны для другого типа пути. Рассмотрен пример применения соотношений подобия. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 625.57

Об устойчивости грузовой каретки на башмаке промежуточной опоры подвесной лесотранспортной установки. КИНИЦКИЙ Я. Т., МАТИИШИН Н. В. Изв.

высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 42—47.

Рассматриваются результаты теоретических исследований устойчивого движения грузовой каретки в зоне опорных багмаков. Установлена количественная зависимость критической скорости движения каретки с грузом от длины каретки и угла наклона трассы. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*377.1 : 621.86.063.2

О маятниковых колебаниях груза грейферного лесопогрузчика. ГАЛИМОВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 47—51.

Экспериментально исследовано влияние маятниковых колебаний грейфера с грузом на устойчивость и производительность погрузчика. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 629.11.012.814

Влияние упругости пакета хлыстов на колебания лесовозного автопоезда. ФАДЕНКОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 51—55.

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния упругости и жесткости пакета хлыстов на колебательный процесс и динамическую нагруженность осей автопоезда КраЗ-255Л4+ГКБ-9383. Показано, что при импульсном воздействии на оси автопоезда (при переходных процессах) пакет гибких хлыстов оказывает большее влияние на колебательную связь между осями автопоезда, чем пакет жестких хлыстов. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.931-412.001.24

Обоснование кинематических соотношений элементов конструкции однооборотной спиральной пилы протяжного типа. КОВАЛЕВ Н. Ф., НОВИК Б. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 56—60.

Приведена классификация инструментов для поперечной распиловки древесины. Описана конструкция однооборотной спиральной пилы протяжного типа и аналитически выведен вид спирали режущего профиля инструмента. Приведены формулы, выражающие кинематические соотношения между отдельными элементами конструкции инструмента и позволяющие производить его расчет при конструировании. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.05 : 621.9.02

Исследование изгиба диска круглой пилы, опертго в трех точках по контуру, методом конечных элементов. УСАЧЕВ В. Л., СТАХИЕВ Ю. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 60—64.

Приведены формулировка задачи и результаты решения ряда числовых примеров. Вычисления выполняли на ЭВМ с помощью пакета прикладных программ. Результаты сравниваются с данными аналитических расчетов. Определены прогибы диска в характерных точках. Оценено напряженное состояние пил по ГОСТу 980-80. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.093.6-412.001.5

Методика расчета бокового смещения бревна и брусьев при рамной распиловке. ЯСЕНСКИЙ В. С., КУЧИН А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 64—66.

В статье описана методика определения боковых смещений бревна и бруса при рамной распиловке и приведены результаты экспериментальных исследований. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 621.921 : 674.815

Соотношение объемов зерна, связи и пор в абразивных цилиндрах для обработки плитных материалов. ГРИЦИШИН С. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 66—69.

Получена математическая зависимость твердости абразивных цилиндров от объема абразивного зерна, объема связи и зернистости и установлены соотношения объемов зерна, связки и пор в инструменте. Приведены оптимальные значения твердости абразивных цилиндров для обработки древесностружечных, льноостровых плит и плит из стеблей хлопчатника. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.093.2 : 691.116

Пиломатериалы с гарантируемой прочностью. БОРОВИКОВ А. М., КАБАКОВ С. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 69—74.

Получены показатели прочности и упругости пиломатериалов 4- и 5-го сортов по ТУ 13-316-76, исследована зависимость предела прочности при статическом изгибе от модуля упругости, а также с учетом параметров сучков и ширины годичных слоев. Установлено, что часть пиломатериалов 4- и 5-го сортов из сосны и ели по своим прочностным и упругим показателям сопоставима с пиломатериалами, применяемыми в строительстве. Прочность пиломатериалов наиболее эффективно оценивать по модулю упругости с учетом суммарной площади проекций сучков. Материалы исследованный использованы при пересмотре ГОСТа 21554.3-76. Ил. 2. Табл. 4. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 674.047.354

Сушка древесной стружки в сверхвысокочастотном электромагнитном поле. ТОРГОВНИКОВ Г. И., КОДЕБА С. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 75—78.

Изложены преимущества сушки стружки в СВЧ электромагнитном поле, заключающиеся в автоматическом выравнивании влажности, обусловленном изменением диэлектрических свойств древесины в процессе сушки. Приведены результаты опытов по кинетике сушки стружки при различных плотностях потока СВЧ излучения. Сделаны выводы о целесообразности применения энергии СВЧ поля на конечной стадии сушки от влажности 10—15%. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 676 : 658.26

Статистические параметры режимов электропотребления древесноподготовительного производства целлюлозно-бумажного комбината. ПОТЪРЯЕВ П. И., АГЕЕВ С. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 78—82.

Многие действующие инструктивные материалы по планированию и нормированию электропотребления базируются на использовании коэффициентов спроса или использования отдельных механизмов. Однако эти коэффициенты на деле оказываются устаревшими ранее, чем попадают в каталоги. Поэтому элементы систем электроснабжения зачастую оказываются работающими не в расчетных условиях. В статье приведены графики

электрических нагрузок и их анализ методами дисперсионного анализа. Показано, что статистический характер режимов электропотребления — достаточно устойчивый процесс. Приведены дисперсионные характеристики процесса. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 666.198 + 621.359.2

Метод электроосмотического переноса для изучения электроповерхностных свойств волокнистых материалов. АЛЕКСЕЕВ О. Л., ШЕВЧЕНКО В. М., БЕЗНИС А. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 83—86.

Разработаны прибор и методика для исследования электроосмотических свойств волокнистых материалов с целью получения информации об их электроповерхностных и гидрофильных свойствах. Ил. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630*813.11 : 543.544.4

Установление зависимости между коэффициентом распределения на геле ЭД-7,5 и молекулярной массой лигносульфонатов. БАБИКОВА Н. Д., СОКОЛОВ О. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 86—89.

Для фракций концентрата сульфитно-дрожжевой бражки Архангельского ЦБК определены коэффициенты распределения по данным гель-фильтрации на геле ЭД-7,5 и молекулярные массы — методом неуставившегося равновесия на ультрацентрифуге. На основании опытных данных рассчитаны постоянные зависимости типа $K_d^{1/2} = A - bM^{1/2}$ для геля ЭД-7,5. Ил. 3, Табл. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 676.1.022.16

Об основных кинетических параметрах сульфит-спиртовых варок древесины березы и ели. ПРОКШИН Г. Ф., МИЛОВИДОВА Л. А., КОМАРОВА Г. В., ПОПОВА Е. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 89—93.

Изучено влияние температуры сульфит-спиртовых варок древесины ели и березы на изменение величины эффективной энергии активации, константы делигнификации и избирательность варочного процесса. Ил. 4, Табл. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*92 : 632.95

Новые средства защиты заготовленной древесины от насекомых-ксилофагов. МАССЕЛЬ Г. И., РОЖКОВ А. С., МИХАЛЕНКО А. И., ВАСИЛЬЕВ А. Н., ТРОФИМОВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 94—97.

Установлено контактно-кишечное и фунгицидное действие замеченных пирролов на имаго и личинки стволовых вредителей. Найдены новые, доступные и эффективные препараты, обладающие высокой токсичной и репеллентной активностью, селективно действующие на вредителей леса, но не токсичные для теплокровных животных и ихтиофауны рек. Двукратное опрыскивание неокоренной древесины этими соединениями позволяет значительно снизить повреждаемость заготовленного леса насекомыми. Табл. 3.

УДК 630*813

Возможность использования отработанной древесной зелени в качестве нормовых добавок. ВЕЛИЧКО Н. А., РЕПЯХ С. М., ТИХОМИРОВА Г. В. Изв. высш.

учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 98—100.

Найдены оптимальные условия щелочной обработки отработанной древесной зелени сосны с целью увеличения перевариваемости. Количественно определено содержание отдельных компонентов в отработанной щелочью древесной зелени. На основании полученных результатов древесную зелень можно рекомендовать в качестве добавки в корм сельскохозяйственным животным. Для повышения питательной ценности древесной зелени проведена обработка ее микроорганизмами. Табл. 3. Библиогр. список: 13 назв.

УДК 547.913 : 582.475.4

Наследование состава эфирного масла из хвои сосны обыкновенной. ЧЕРНОДУБОВ А. И., ДЕРЮЖКИН Р. И., КОЛЕСНИКОВА Р. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 101—103.

Рассматривается наследование состава эфирного масла из хвои у 2-летнего потомства сосны обыкновенной, выращенного из семян от свободного опыления. Установлено, что возраст растений не оказывает существенного влияния на качественный состав и количественное содержание компонентов монотерпеновой фракции эфирных масел. Табл. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630*116.64.003.1

Основные положения по экономической оценке противозернозных функций леса. КИСЛОВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 104—107.

Излагаются основы экономической оценки одной из важнейших полезностей леса — его противозернозных функций. Приводятся формулы для определения оценки. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*24.003.13

Определение экономической эффективности рубок ухода в молодняках. ЛОБОВИКОВ М. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 108—112.

Разработана методика и построены многофакторные модели трудовых, текущих, капитальных и приведенных затрат, а также определена эффективность одного из вариантов приведения рубок ухода в молодняках. Табл. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*79 : 338.4

Классификация и экономическая оценка деятельности лесозаготовительно-древнообрабатывающих объединений. ПЕТРОВ А. П., ЗИМИНА А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 112—116.

Приведены возможные признаки классификации ЛДО и типы объединений в зависимости от этих признаков. Рассмотрены основные направления совершенствования системы показателей, применяемой для экономической оценки деятельности ЛДО. Табл. 1.

УДК 657.471.1 : 658.581

Обоснование оптимального уровня безотказности сучкорезной машины ЛП-30Б. ПОПОВ Ф. П., КИРЮХИН Г. Д., ПАНЕВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 116—119.

Изложена методика определения оптимальной безотказности сучкорезной машины ЛП-30Б. Определены зависимости затрат в эксплуатации и производстве от наработки на отказ. Показано, что с ростом парка машин требования к безотказности должны повышаться. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*561.1

Влияние температуры воздуха и осадков на прирост культур сосны по высоте в условиях средней подзоны тайги Европейского Севера. ПРОХОРОВ В. П., БАБИЧ Н. А., ФЕКЛИСТОВ П. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 120—122.

Проанализировано влияние температуры воздуха и осадков на прирост сосны по высоте. Выявлена тесная прямая связь прироста сосны с температурой воздуха предыдущего вегетационного периода, особенно июля. С количеством осадков такой связи не установлено. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 621.825 : 630* : 65.011.54

Совершенствование кулачковых предохранительных муфт лесохозяйственных машин. КАРАМЫШЕВ В. Р. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 123—124.

Описаны существующие конструкции кулачковых предохранительных муфт лесохозяйственных машин и отмечены их недостатки. Приведены устройство и работа новой кулачковой предохранительной муфты. Графически и экспериментально доказано, что муфта имеет нелинейную, монотонно убывающую характеристику и обладает более высокой чувствительностью. Ил. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 628.517.2 : 674.053

Расчет защитной решетки звукопоглощающего слоя оградительного кожуха круглой пилы. ЧЕРЕМНЫХ Н. Н., ПЕТРОВ А. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 125—127.

Предложен метод расчета размеров защитной решетки типа жалюзи для звукопоглощающего слоя оградительного кожуха круглой пилы из условия отражения опилок от решетки с целью обеспечения защиты звукопоглощающего слоя от пескоструйного действия опилок. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 668.473 : 678.742

Пластификация композита полиэтилен — древесная мука. ПОЛУЯНОВИЧ В. Я., ЛАМОТКИН А. И., ГУРЬЯН Б. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 127—128.

Изучено влияние пластифицирующих добавок эфиров вторичных жирных спиртов фракции C_{14} — C_{17} и терпено-малеинового аддукта на свойства наполненного древесной мукой полиэтилена низкой плотности. Установлено, что пластификация позволяет регулировать свойства наполненного композита. Ил. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*813.14

Десорбция гемицеллюлоз при размоле лиственной целлюлозы. СУХАНОВА Г. П., НОВОЖИЛОВ Е. В., БОГОМОЛОВ Б. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 128—129.

При размоле целлюлозы происходит десорбция гемицеллюлоз, пересажженных из моносультитного щелока на целлюлозные волокна. При концентрации гемицеллюлоз при обработке от 0,8 до 1,7 г/л десорбция сорбированных пентозанов практически равна нулю. Дальнейший рост концентрации гемицеллюлоз приводит к увеличению количества сорбированных пентозанов, однако одновременно увеличивается степень их десорбции. Содержание прочно связанных пентозанов относительно постоянно. Ил. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 541.49

Спектрофотометрическое изучение комплексообразования Cr (III), Al (III) и Ti (III) с маннозой. КРУПЕНСКИЙ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 130—131.

Спектрофотометрическими методами изучено комплексообразование маннозы с ионами хрома (III), алюминия (III) и титана (III) в кислой среде. Найдено, что во всех случаях образуются монокомплексы, причем комплексообразование не сопровождается выделением ионов H_3O^+ из молекул моносахарида. Эффективные константы нестойкости, найденные методом разбавления, при pH 1,5 и μ 1,0 соответственно равны $(5,22 \pm 1,21) \times 10^{-6}$, $(1,78 \pm 0,43) \cdot 10^{-5}$ и $(2,47 \pm 0,22) \times 10^{-3}$. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 061.75

Вторые Сукачевские чтения. ОСТРОУМОВА Н. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 132—133.

УДК 630*(477)

Леса Украины XVI—XVII вв. СТРИШЕНЕЦ Н. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 133—135.

Рассмотрено размещение лесов на территории Украины в XVI—XII вв., приведены названия наиболее крупных из них, установлена общая площадь лесных массивов. Библиогр. список: 17 назв.

УДК 630*68(049.3)

Учебник по экономике предприятия. ГВОЗДЕВ Н. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 136—137.

УДК 632.9 : 635.9

Ценное пособие по защите растений. МИНКЕВИЧ И. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 2, с. 137.