

на специальная расчетная модель. Проведенное с помощью ее моделирование динамических процессов указывает на необходимость введения в конструкцию подвеса срезающей головки упруго-амортизирующего устройства.

Проведенный нами анализ показывает, что при использовании силовых срезающих устройств затраты времени на срезание отдельного дерева будут в 2-4 раза меньше, чем, например, у машины ЛП-17 и в 8-12 раз ниже, чем у бензиномоторной пилы МП-5 "Урал".

#### Л и т е р а т у р а

1. Барановский В.А., Кушляев В.Ф. Валочно-трелевочная машина ЛП-17. - Лесная промышленность, 1976, № 5.
2. Лебедев Н.И., Вороницына Л.А. Результаты исследования следящего гидропривода для лесовалочных машин. - Научные труды МЛТИ, вып. 87. Химки, 1975.
3. Захаров В.В., Гершкович М.И. Безопилочное резание древесины, М., 1972.
4. Перфилов М.А. Многооперационные лесосечные машины. М., 1974.
5. Brian R. Prototype Tree Combine working with Chiparvestor. - Forest Industries, 1977, N8.
6. Putkisto K. Forestry and mechanization in Finland. Helsinki, 1974.
7. Brian R. John Deere harvester makes auspicious debut. - Forest Industries, 1977, N7.
8. Орлов С.Ф. и др. Расчет и проектирование специальных лесных машин. Лекции. Л., 1973.

УДК 634.0.848:634.0.371

Ю.В.Лебедев, Г.Д.Жуков

### ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПУНКТОВ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЛЕСА

Первичная обработка круглого леса осуществляется определенными комплектами машин непосредственно на лесосеке, на нижнем складе или во дворе потребителя. Требовалось так распределить объемы производства круглых сортиментов на нижних складах, перевозки их потребителям и объемы поставки хлыстов потребителям с выработкой у них необходимых сортиментов, чтобы денежные затраты по всему комплексу работ были минимальны, а стоимость товарной продукции и расчетная прибыль максимальны. В общем виде задача сформулирована следующим образом. Имеется  $n$  поставщиков и  $l$  потребителей круглого леса, из которых  $n_c$  поставляют сортименты  $l_c$  по-

требителям, остальные  $n_x$  поставщиков поставляют хлысты  $l_x$  потребителям. На каждом из  $n_c$  нижних складов выпускают сортаменты  $m$  видов,  $l_c$  предприятий-потребителей объединены в  $m$  групп в соответствии с видами перерабатываемых сортаментов; в каждой группе предприятий имеется  $P_i$  потребителей  $i$ -го сортамента. Требуется определить число поставщиков  $n_c$  и  $n_x$ , число потребителей  $l_c = \sum_{i=1}^m P_i$  и  $l_x$ , объемы поставки круглых сортаментов  $Q_{jci\tau}$  и хлыстов  $Q_{jxr}$ , удовлетворяющих экстремальному значению критерия оптимизации. Результаты расчетов определяют множество оптимальных параметров  $\{U\}$ , характеризующих размещение пунктов первичной обработки круглого леса:

$$\{U\} = \{U(n_c, n_x, l_c, l_x, Q_{jci\tau}, Q_{jxr})\};$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j_c = 1, 2, \dots, n_c; j_x = 1, 2, \dots, n_x;$$

$$\tau = 1, 2, \dots, P_i; r = 1, 2, \dots, l_x. \quad (1)$$

Выбор оптимального варианта производился по критериям: денежных затрат (3), стоимостям товарной продукции ( $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ ) и расчетной прибыли ( $\epsilon_3$  и  $\epsilon_4$ ). Первый применялся к системе лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий с заранее установленным ассортиментом выпускаемой продукции; иногда критерий 3 оказывается неэффективным с точки зрения хозрасчетных интересов самих предприятий. Критерии стоимости товарной продукции позволяли измерять глубину использования леса, учитывать качество хлыстов и сортаментов. Для оценки эффективности использования сырья приняты критерии:  $\epsilon_3$  - отношение расчетной прибыли ( $\Pi$ ) к объему потребленного сырья  $Q$  и  $\epsilon_4$  - отношение прибыли  $\Pi$  к стоимости потребленного сырья. Эти критерии наиболее полно отражают эффективность комплексного использования древесного сырья. Целевые функции имеют вид:

$$\epsilon_3 = \frac{\Pi^{лс} + \Pi^{лх} + \Pi^{пс} + \Pi^{пх}}{\sum_{j=1}^n Q_j^л + \sum_{q=1}^I Q_q^п} \rightarrow \max; \quad (2)$$

$$\epsilon_4 = \frac{\Pi^{лс} + \Pi^{лх} + \Pi^{пс} + \Pi^{пх}}{\sum_{j=1}^n Q_j^л C_{jx}^x + \sum_{i=1}^m \sum_{\tau=1}^{P_i} \sum_{j_c=1}^{n_c} Q_{j_c i \tau}^c C_{i\tau}^c} \times$$

$x \longrightarrow \max,$

$$\sum_{r=1}^1 x \quad \sum_{j_x=1}^n x \quad Q_{j_x r} C_{j_x r}^x$$

где  $C_j^x$  - стоимость хлыстов на  $j$ -м предприятии-поставщике;  
 $C_i^x$  - стоимость  $i$ -го сорта, потребляемого  $\tau$ -м пред-  
 приятием;  $C_{j_x r}^x$  - стоимость хлыстов, получаемых с  $j_x$ -го по-  
 ставщика  $r$ -м потребителем.

В общем случае задача является многокритериальной с век-  
 торным критерием

$$\mathcal{E} = (\epsilon_4, \epsilon_3, \epsilon_2, \epsilon_1, 3). \quad (4)$$

Решалась она методами лексикографическим и последователь-  
 ных уступок. В первом случае частные критерии строго упо-  
 рядочивались по важности, и оптимальное решение достигалось  
 при приближении к экстремуму критериев  $\epsilon_3$  или  $\epsilon_4$  за счет  
 любого удаления от экстремумов критериев  $\epsilon_2, \epsilon_1, \epsilon$ .

При втором методе величины допустимых уступок  $\delta_1, \delta_2, \delta_3,$   
 $\epsilon_4$  назначались экспертным путем. Последовательность реше-  
 ний представлена так:

$$\text{Найти } \mathcal{E}_1 = \text{extr } \epsilon_4(U).$$

$$\text{Найти } \mathcal{E}_2 = \text{extr } \epsilon_3(U);$$

$$\dots \dots \dots \epsilon_4(U) \geq \mathcal{E}_1 + \delta_1. \quad (5)$$

$$\text{Найти } \mathcal{E}_5 = \text{extr } 3(U);$$

$$\epsilon_4(U) \geq \mathcal{E}_1 + \delta_1; \quad \epsilon_3(\omega) \geq \mathcal{E}_2 + \delta_2;$$

$$\epsilon_2(U) \geq \mathcal{E}_3 + \delta_3; \quad \epsilon_1(\omega) \geq \mathcal{E}_4 + \delta_4.$$

Методика обоснования пунктов первичной обработки леса  
 применена для распределения объемов раскряжевки хлыстов  
 между лесозаготовительными и деревообрабатывающими пред-  
 приятиями в Свердловской области. Здесь для производства пи-  
 ловочника и шпал выпускается 10 млн.м<sup>3</sup> пиловочного  
 сырья, из них 5 млн.м<sup>3</sup> перерабатывалось в пределах области.  
 Предприятия объединения "Свердлеспром" в 1976 г. поставили  
 потребителям 2781 тыс.м<sup>3</sup> хлыстов, в том числе 1611 тыс.м<sup>3</sup>  
 по железной и 1170 тыс.м<sup>3</sup> по лесовозной дорогам. В качест-  
 ве исходных использовались фактические затраты, произведен-  
 ные в предприятиях при выпуске круглых сортиментов на  
 нижних складах и биржах сырья ДОКов (табл.1).

Т а б л и ц а 1. Затраты на отдельные операции при произ-  
водстве круглых сортиментов (руб./м<sup>3</sup>)

Операции	Поставка сортиментов	Поставка хлыстов
Разгрузка хлыстов с авто- поездов, штабелевка		
подача их на раскряжевку,	0,11 - 0,16	-
погрузка в вагоны	-	0,19 - 0,22
Раскряжевка хлыстов	0,17 - 0,24	0,15 - 0,19
Сортировка сортиментов на нижнем складе	0,15 - 0,18	-
Штабелевка сортиментов на нижнем складе	0,14 - 0,17	-
Погрузка бревен в вагоны на нижнем складе	0,22 - 0,26	-
Выгрузка бревен из вагонов на биржах ДОКов	0,04 - 0,06	-
Выгрузка хлыстов в ДОКах и подача их на раскряжевку	-	0,05 - 0,09
Сортировка бревен, штабелевка их, подача в лесопильный цех	0,05 - 0,07	0,13 - 0,19
Отгрузка с биржи сырья ДОКов неиспользуемых сортиментов	-	Зависит от объема

Т а б л и ц а 2. Затраты на перевозку леса (руб./м<sup>3</sup>)

Вид круглого леса	Расстояние перевозки, км				
	200	400	600	800	1000
Сортименты	0-21	0-37	0-56	0-74	0-89
Хлысты	0-32	0-61	0-89	1-17	1-45

При определении величины транспортных расходов на перевозку леса принят коэффициент порожнего пробега спецплатформ для хлыстов, равным 1, полувагонов - 0,4. Результаты расчетов (руб./м<sup>3</sup>) даны в табл. 2.

При поставке хлыстов во двор потребителя сокращаются затраты на раскряжевку хлыстов, сортировку и штабелевку сор-

605777

тиментов, исключается операция погрузки сортиментов в вагоны, увеличивается стоимость товарной продукции. Но перевозка хлыстов при принятых коэффициентах порожнего пробега вагонов дороже по сравнению с перевозкой сортиментов. Применение технологии с поставкой хлыстов на биржи сырья ДОКов ограничивается большой стоимостью транспортных расходов при перевозке хлыстов по сравнению с перевозкой сортиментов и дополнительными затратами на переотгрузку и перевозку неиспользуемых в ДОКах сортиментов. Поэтому главными определяющими факторами являются расстояние перевозки хлыстов  $L$ , объем отгрузки неиспользуемых в ДОКах сортиментов  $Q$  (в %) и увеличение стоимости товарной продукции. Для условий Свердловской области, когда выход пиловочника на биржах сырья ДОКов не увеличивается, перевозка хлыстов на расстояние более 400 км нецелесообразна, так как дополнительные транспортные расходы превышают экономию от снижения затрат на биржах сырья ДОКов. При увеличении коэффициента порожнего пробега полувагонов для сортиментов допустимые расстояния перевозки хлыстов увеличиваются до 600–700 км.

Стоимость товарной продукции может быть увеличена за счет максимального использования древесной массы хлыстов и благодаря более глубокой переработке леса. С увеличением выхода пиловочника при раскряжке хлыстов в ДОКах сокращаются затраты на переотгрузку сортиментов, увеличивается стоимость товарной продукции из  $1 \text{ м}^3$  хлыстов при практически одинаковых затратах по основным операциям первичной обработки леса, что ведет к увеличению допустимых расстояний перевозки хлыстов по железным дорогам.

Установлено, что объем выхода пиловочника при раскряжке хлыстов в ДОКах увеличивается на 10–12%. Сравнение вариантов производилось по показателям расчетной прибыли (2) и (3). Чем больше увеличивается стоимость товарной продукции на биржах сырья ДОКов по сравнению с нижними складами, тем больше область допустимых перевозок хлыстов по железным дорогам. Результаты расчетов показывают, что допустимое расстояние перевозки хлыстов по железной дороге, когда стоимость товарной продукции увеличивается не более чем на 20%, не превышает 900–1100 км. Когда выход товарной продукции при обработке хлыстов, перевезенных по железной дороге, увеличивается более значительно, допустимые расстояния перевозки расширяются. На примере Свердловской области видно, что при всех положительных сторонах поставки хлыстов во двор потребителя из  $15 \text{ млн. м}^3$  более 75% хлыстов необходимо перерабатывать на существующих нижних складах.