

# 1. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ЛЕСОСЕЧНЫХ И ЛЕСОСКЛАДСКИХ РАБОТ

УДК 630\*.36

И.П.Майко, канд.техн.наук,

А.П.Матвейко, канд.техн.наук, А.П.Фридрих

## К ПРИМЕНЕНИЮ СРЕЗАЮЩИХ УСТРОЙСТВ СИЛОВОГО РЕЗАНИЯ\*

Опыт эксплуатации и результаты испытаний экспериментальных образцов многооперационных лесозаготовительных машин (ЛП-2, ВТМ-4, ЛП-19, ВМ-4, ЛП-17 и др.) показывают, что удельный вес операции срезания дерева в общем цикле работы машин является весьма значительным. Так, для машины ЛП-17 эти затраты достигают 36,8% времени [1]. Используемые на этих машинах цепные срезающие устройства с гидравлическим приводом имеют большое количество отказов, в результате чего простой многооперационных машин достигают 10-40% от общего времени простоев [2].

Поэтому при рассмотрении вопросов, связанных с машинной валкой леса, значительное внимание уделяется созданию надежных и производительных срезающих устройств.

Цепные пильные аппараты имеют сложную конструкцию гидроривода, большое количество вращающихся деталей, подверженных интенсивному износу, высокую стоимость технического обслуживания и ряд других недостатков [3]. Так, например, при работе машины ЛП-2 часто возникают сколы и трещины в комлевой части (до 17-21%), которые распространяются на глубину до 30 см (11,5-18,2 случаев). Из-за недостатка конструкции срезающего устройства на лесосеке остаются пни, высота которых в 95% случаев превышает допустимую норму [4]. При испытаниях машины ВТМ-4 были выявлены серьезные недостатки отдельных механизмов, важнейшим из которых было несовершенство конструкции пильного аппарата.

На лесозаготовках США, Канады, Швеции и других стран широко используются ножевые срезающие устройства, которые характеризуются простотой конструкции, высокой производительностью и надежностью в работе. Производительность чистого резания таких устройств достигает  $18000 \text{ см}^2/\text{с}$ , а максимальная производительность при пилении цепными пилами составляет  $500 \text{ см}^2/\text{с}$  [3].

\* Работа выполнена с участием А.В.Жукова.

В настоящее время для привода ножей используется давление, не превышающее  $125-160 \text{ кг/см}^2$ , и лишь в отдельных случаях применяют давление до  $280 \text{ кг/см}^2$  (валочное устройство "BOFORS"). Высокие давления обеспечивают снижение габаритов срезающих устройств и повышение скорости резания. Последний фактор оказывает большое влияние на качество реза.

Наиболее часто срезающие устройства этого типа выполняются в виде навесного оборудования к манипулятору или раме лесозаготовительной машины. При этом четко проявляется тенденция к созданию двух компоновочных схем, одна из которых предусматривает размещение гидроцилиндров и ножей в одной плоскости, а вторая — под углом [5,6,7]. Вторая схема имеет более сложную конструкцию, но она же более компактна и удобна в работе в условиях лесосеки. Поэтому валочные машины с гидроманипуляторами, как правило, имеют срезающие устройства с наклонными гидроцилиндрами. Можно ожидать, что установка таких срезающих устройств на узкозахватных валочных машинах обеспечит получение высоких показателей на валке леса.

Результаты испытаний силовых устройств показывают их высокую производительность. Так, например, разработанное американской фирмой срезающее устройство "Reunoke" предназначенное для срезания деревьев диаметром до 48 см, обеспечило производительность на валке 75-100 деревьев в час. Проведенные в течение нескольких месяцев испытания показали, что производительность на валке леса при использовании навесного срезающего устройства этого типа повышается в два раза, а стоимость валки снижается на 15%.

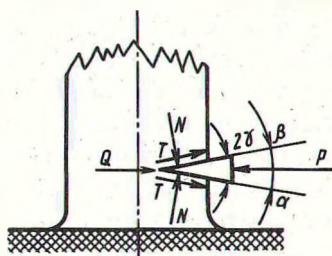
Высокие показатели по производительности достигаются за счет повышенных скоростей резания, обеспечивающих сокращение времени цикла резания на валке леса. Кроме того, применение срезающих устройств этого типа обеспечивает снижение эксплуатационных расходов до 50% по сравнению с использованием бензиномоторных пил.

По данным фирмы, выпускающей валочное устройство "Reunoke", удается достигнуть увеличения полезного выхода) древесины на 5% за счет предельного уменьшения высоты пня. Подсчитано, что дополнительное использование древесины ствола на 5 см на каждом дереве за время эксплуатации машины окупает ее стоимость.

Однако ножевые срезающие устройства не лишены недостатков, которые связаны со значительными усилиями резания, достигающими 50-70 т. Ввиду значительных усилий резания в

плоскости вдоль волокон древесины возникают усилия, превышающие ее предел прочности в этом направлении, что приводит к образованию продольных трещин. Этот недостаток оказывает существенное влияние на использование силовых срезающих устройств.

Рис. 1. Расчетная схема для определения внедрения клиновидного ножа.



Особенностью ножевого резания древесины является то, что процесс резания осуществляется без образования стружки за счет деформации древесины.

Внедрение клиновидного ножа в древесину сопровождается сложными процессами, которые связаны со значительными затратами энергии. Определение усилий на перерезание ствола дерева связано с определенными трудностями. В простейшем случае расчет усилия при работе клиновидного ножа может быть выполнен по следующей схеме (рис. 1) [8].

При внедрении клина в ствол дерева под действием усилия  $P$  ему оказывает сопротивление  $Q$ , возникающее от перерезания волокон, нормальные составляющие к плоскости клина  $N$  и сила трения  $T$ , действующая вдоль плоскости клина.

На основании расчетной схемы можно записать следующее уравнение:

$$P - 2N \sin \gamma - 2T \cos \gamma - Q = 0 \quad \text{или} \\ P - 2N \sin \gamma - 2Nf \cos \gamma - Q = 0,$$

где  $f$  — коэффициент трения древесины по поверхности клина.

Тогда усилие  $P$ , необходимое для перерезания ствола дерева симметричным ножом с углом заточки  $2\gamma$ , может быть определено по формуле:

$$P = 2N(\sin \gamma + f \cos \gamma) + Q.$$

Для случая, когда используется клиновидный нож с несимметричной заточкой, расчет усилия на перемещение клина может быть произведен по следующему уравнению:

$$P = N_1 (\sin \beta + f \cos \beta) + N_2 (\sin \alpha + f \cos \alpha) + Q,$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  — углы граней клина.

Приведенные формулы для расчета усилия подачи клина не учитывают ряда факторов при этом виде резания и дают приближенный результат. При расчете усилия с учетом движения клиновидного ножа с протяжкой относительно ствола дерева дополнительно учитывается изменение усилия при перерезании волокон и другие факторы. Сравнение расчетных данных по усилию подачи клина без учета и с учетом его протяжки относительно ствола дерева показали, что в последнем случае усилие подачи снижается в пределах 30–40%.

Отмечено, что применение ножевых устройств с касательным движением (протягиванием) режущего органа значительно снижает потери древесины от растрескивания.

Очевидно, что дальнейшее совершенствование силовых срезающих устройств должно проводиться в направлении снижения потерь древесины при валке леса.

В настоящее время у нас в стране эксплуатируется один образец силового срезающего устройства, предназначенного для работ на рубках ухода. Максимальный диаметр срезаемых с помощью этого устройства деревьев не превышает 200 мм. Необходимо отметить, что количество срезающих устройств этого типа исчисляется несколькими единицами. Поэтому можно считать, что в настоящее время существует необходимость в создании надежного силового срезающего устройства, обеспечивающего выполнение работ на валке леса при сплошных лесосечных рубках.

На основании анализа различных конструкций захватно-срезающих устройств нами предложены варианты устройств с протяжкой ножей относительно ствола дерева. Для определения степени повреждения древесины в зависимости от породы, температуры окружающей среды, типа режущего органа, скорости резания, профиля ножа и режущей кромки нами изготовлен образец срезающего устройства. Результаты экспериментов позволяют определить эффективность таких устройств в сравнении с применяемыми в настоящее время.

При использовании на валочно-пакетирующих машинах срезающих устройств, работающих по принципу силового резания, в отличие от цепных возможно появление значительных воздействий от элементов привода. Эти воздействия могут оказывать влияние на динамическую нагруженность элементов ВПМ, ее устойчивость и зависят от общей схемы и типа приводного устройства, режимов резания.

Для оценки указанных воздействий и увязки параметров срезающего устройства с общими параметрами ВПМ разработа-

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-