

Рис. 3. Зона устойчивости машины

ничена углом  $1,57$  рад. Машина устойчива во всей рабочей зоне при массе груза до  $500$  кг. Увеличение вылета стрелы манипулятора до  $6$  м приводит к ограничению ширины рабочей зоны до  $0,98$  рад при массе груза  $1000$  кг и до  $1,26$  рад при массе груза  $500$  кг.

Таким образом, поперечная устойчивость лесозаготовительной машины обеспечивается для массы груза до  $500$  кг во всей рабочей зоне при вылете до  $4$  м, а при увеличении массы груза до  $1000$  кг — в секторе  $1,57$  рад. Это обеспечивает безопасность работ при наборе пачки.

УДК 629.114.4:634.0.37

А.В.ГЕРМАЦКИЙ, А.И.КИРИЛЬЧИК,  
канд-ты техн. наук (БТИ)

### ОБОСНОВАНИЕ КОМПОНОВКИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ НА БАЗЕ ТРАКТОРА МТЗ-80

При разработке колесной лесозаготовительной машины в БТИ имени С.М.Кирова был использован модульный принцип построения системы. Так как в этом случае применялся набор стандартных узлов и агрегатов, важной является их правильная компоновка, обеспечивающая наилучшие показатели проходимости и управляемости.

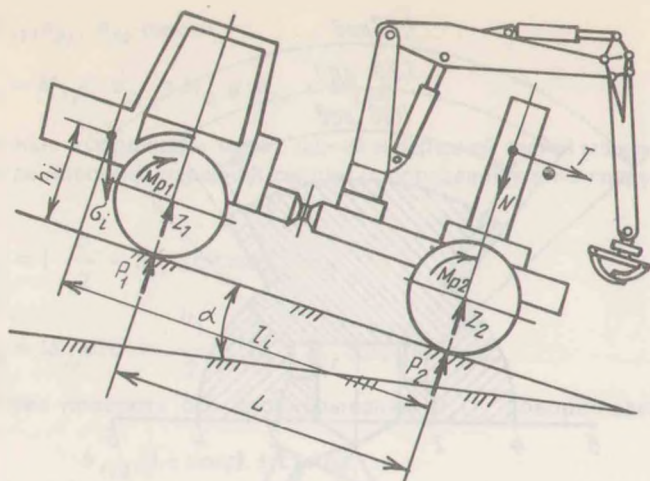


Рис. 1. Расчетная схема трактора с манипулятором

В качестве критерия выбран коэффициент неравномерности [1] реакций грунта под колесами переднего и заднего мостов трактора  $K$ . Если реакция под передними колесами находится в пределах 30–40 % полной силы тяжести машины, а под задними колесами 70–60 %, то коэффициент неравномерности  $K$  должен лежать в пределах 0,43–0,67, т.е.  $\{K \in R\}$ , где  $\{R\}$  – область оптимального расположения численных значений коэффициента  $K$ , ограниченная интервалом 0,43–0,67.

Для расчета приняты 12 значимых масс узлов машины  $M_i$ , где  $i = 1, 2, \dots, 12$ , с горизонтальными координатами  $l_i$  и вертикальными координатами  $h_i$ , причем  $\{l_i \in R_{1i}\}$  и  $\{h_i \in R_{2i}\}$ , где  $\{R_{1i}\}$  и  $\{R_{2i}\}$  – области изменения координат  $l_i$  и  $h_i$  (рис. 1). Силы  $\sigma_i$ , показанные на рис. 1, равны:  $\sigma_i = M_i g$ .

Рассмотрев машину в движении, получим выражение для суммарного реактивного момента на ведущих колесах (колесная формула 4 x 4):

$$M_p = \sum_{i=1}^n M_i g R_d (\cos \alpha f_1 + \sin \alpha),$$

где  $R_d$  – динамический радиус колес;  $f$  – коэффициент сопротивления качению колес;  $\alpha$  – угол подъема дороги.

Нагрузку на переднюю ось  $Z_1$  машины определим из выражения

$$Z_1 = \frac{\cos \alpha}{L} \sum_{i=1}^n M_i g l_i - \frac{\sin \alpha}{L} \sum_{i=1}^n (M_i g (h_i - R_d)) - \\ - \frac{M_p}{L} + N \frac{l_{12}}{L} - T \frac{h_{12} - R_d}{L},$$

где  $L$  — база машины;  $N, T$  — технологические силы;  $l_{12}$  — горизонтальная координата точки приложения силы  $N$ ;  $h_{12}$  — вертикальная координата точки приложения силы  $T$ .

Силы  $N$  и  $T$  определим по формулам, приведенным в работе [1]:

$$N = M_{\Pi} g n_1;$$

$$T = M_{\Pi} g \left[ (1 - n_1) f_2 + \frac{W}{g} + \sin \alpha \right],$$

где  $M_{\Pi}$  — масса пакета хлыстов;  $n_1$  — часть силы веса пакета, приходящаяся на коник тягача (для трелевки комлями вперед  $n_1 = 0,67$ );  $W$  — ускорение поступательного движения.

Нагрузка на заднюю ось

$$Z_2 = \cos \alpha \sum_{i=1}^n M_i g + N - Z_1.$$

Если масса одного колеса  $M_{\kappa j}$ , то реакции над передними  $P_1$  и задними  $P_2$  колесами найдем из следующих выражений:

$$P_1 = Z_1 + \sum_{j=1}^{k_1} M_{\kappa j} g \cos \alpha;$$

$$P_2 = Z_2 + \sum_{j=k_1+1}^m M_{\kappa j} g \cos \alpha,$$

где  $k_1$  — число колес на передней оси;  $m$  — общее число колес на машине.

Коэффициент неравномерности нагрузок  $K = P_1/P_2$ .

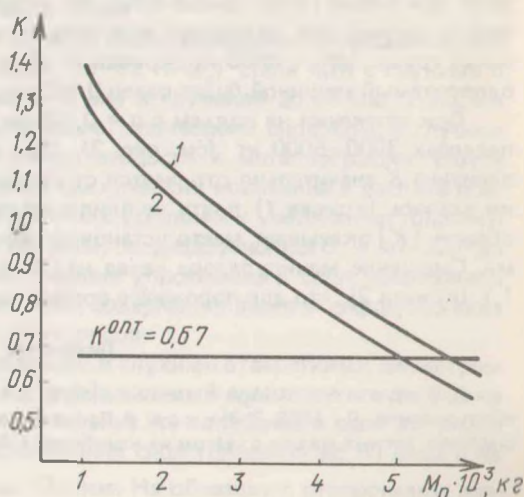


Рис. 2. Зависимость коэффициента неравномерности реакции  $K$  под колесами лесозаготовительной машины от массы пакета хлыстов при движении по горизонтальному участку дороги:

$1 - t_{10} = 0$ ;  $2 - t_{10} = 0,2$  м

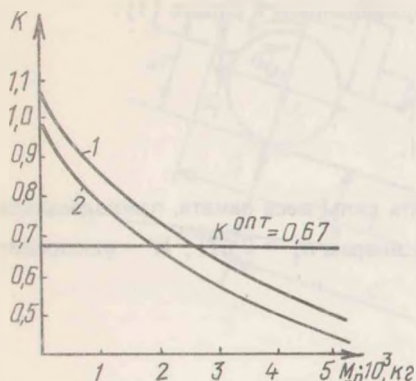


Рис. 3. Зависимость коэффициента  $K$  от массы груза при движении на подъем:  
1 —  $l_{10} = 0$ ; 2 —  $l_{10} = 0,2$  м

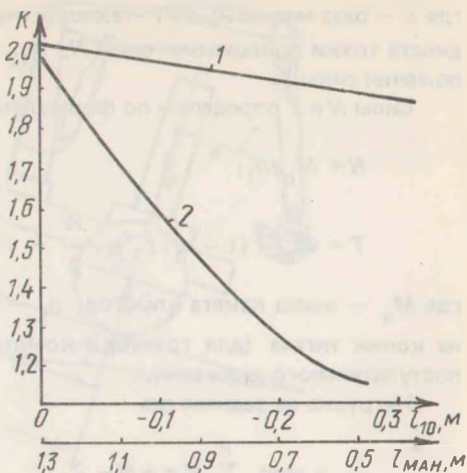


Рис. 4. Зависимость коэффициента  $K$  от горизонтальных координат коника и манипулятора:  
1 —  $K = f(l_{10})$ ; 2 —  $K = f(l_{\text{манипулятора}})$

Задача компоновки решена путем варьирования массы груза и координат  $l_1$  и  $h$  элементов конструкции машины. Для этого разработана программа на языке Фортран, которая реализована на ЭВМ ЕС 1033.

По результатам расчетов построены графики зависимости коэффициента неравномерности  $K$  от массы груза при движении по горизонтальному участку дороги (рис. 2), на подъем (рис. 3) и от горизонтальных координат коника и манипулятора (рис. 4).

Таким образом, в допустимую область  $\{R\}$  (см. рис. 2) значения  $K$  попадают при массе груза свыше 5500 кг (кривая 1). Смещение коника относительно задней оси позволяет получить оптимальную развеску при меньшей массе груза ( $M_n = 4800$  кг, кривая 2). При этом максимальный подъем, преодолеваемый машиной, будет равен 0,135 рад.

При движении на подъем с  $\alpha = 0,135$  рад допустимая масса груза лежит в пределах 3000–5000 кг (см. рис. 3). При движении без груза (см. рис. 4) величина  $K$  значительно отличается от оптимальной. Изменение места установки коника (кривая 1) почти не влияет на развеску. Существенное влияние на область  $\{K\}$  оказывает место установки манипулятора, масса которого значима. Смещение манипулятора назад на 0,8 м позволяет снизить значение  $K$  до 1,1 (кривая 2), что для порожнего состояния допустимо.

#### Литература

1. Баринов К.Н., Александров В.А. Проектирование лесопромышленного оборудования. Л., 1985.
2. Жуков А.В., Кадолко Л.И. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний / Под ред. И.И.Леонovichа. Мн., 1978.