

УДК 630\*377:629.114.2

*А.С. ВОЙНАШ, В.Р. СИТНИКОВ*

Рубцовский индустриальный институт  
Алтайского государственного технического университета

**К ВОПРОСУ ОСНАЩЕНИЯ ТОЛКАТЕЛЯМИ  
БАЗОВЫХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ТРАКТОРОВ**

Рассмотрены конструкции толкателей. Разработана номограмма для определения усилий. Установлена целесообразность автоматического самоограничения нагрузок на толкателе в соответствии с требованиями технологии.

Pusher constructions are investigated and nomogram for determining the efforts is elaborated. The expediency of automatic self-limitation of loading on the pusher has been specified according to technological requirements.

Навесной бульдозер легкого типа – толкатель – является важным узлом технологического оборудования бесчokerных трелевочных, валочно-трелевочных и других лесотранспортных машин (ЛТМ), созданных на базе гусеничных лесопромышленных тракторов (ЛПТ) производства АО «АЛТТРАК». Толкатель используют на заключительных операциях технологического цикла трелевки: при выравнивании комлей и штабелевке. Как известно, ЛТМ часто приходится двигаться по лесной целине. При этом возникает необходимость во вспомогательных работах: расчистке волоков, подготовке площадок и т. п. Оснащение толкателем ЛТМ позволяет выполнять эти работы, тем самым повысить мобильность и снизить потребность в специальной дорожно-строительной технике.

До недавнего времени поставляемые АО «АЛТТРАК» базовые ЛПТ тягового класса 4 не оснащались толкателями, и заводам-производителям ЛТМ приходилось их устанавливать самим. Очевидно, что для повышения уровня агрегируемости базового ЛПТ его конструкция должна предусматривать установку толкателя по заказу потребителя.

Для обеспечения высокого технического уровня конструкции толкателя, предназначенного для установки на базовый ЛПТ, был проведен анализ тенденций развития толкателей ЛТМ. Так как специальной литературы по конструкциям толкателей нет, то в процессе анализа использовали сведе-

ния, рассеянные в различных источниках: проспектах отечественной и зарубежной техники, обзорных информациях,

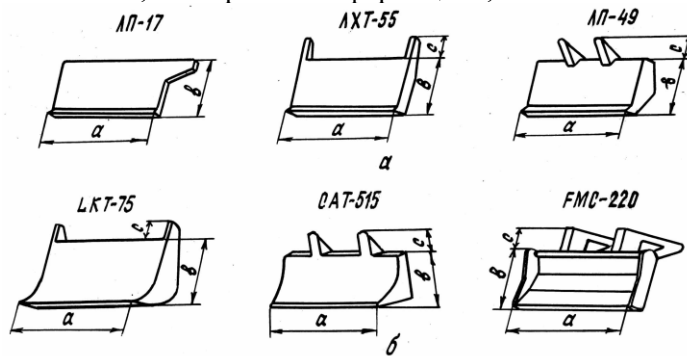


Рис. 1. Толкатели ЛТМ: *a* – отечественные конструкции; *б* – зарубежные конструкции

материалах выставок «Лесдревмаш», чертежах и технических описаниях отечественных конструкций ЛТМ.

В результате систематизации и анализа информации о 60 моделях установлено многообразие форм толкателей. Некоторые из них представлены на рис. 1. Как правило, толкатель содержит прямой или вогнутый отвал, козырек (клыки), режущую кромку.

Габаритные параметры толкателей определяются условиями: выполнение заданных функций (выравнивание комлей, штабелевка); защита ходовой системы и верхнего строения машины от контакта с подростом; сохранение маневренности, обзорности, транспортабельности и других качеств ЛТП.

Исходя из этого, для существующих конструкций отечественных и зарубежных толкателей справедливы следующие соотношения основных параметров (ширина  $a$  и высота  $b$  отвала, размер клыка  $c$ ):

- (1)  $a = (0,7 \dots 0,9) B;$
- (2)  $b = (0,17 \dots 0,33)H;$
- (3)  $c = (0,2 \dots 1,0)b,$

где  $B$  – габаритная ширина машины;

$H$  – габаритная высота машины (по кабине).

Для 50 % рассмотренных машин  $a = 0,9 B$ ; для 60 % машин –  $b = 0,2H$ .

По имеющимся данным, масса толкателей составляет 7,6 ... 12,8 % от массы технологического оборудования и 2 ... 9 % от массы ЛТМ

в целом. Силовые элементы толкателей изготовлены из низколегированных сталей, например 10ХСНД, 09Г2С и др.

Толкатель, как правило, управляется гидравлической системой. Номинальное давление в гидроприводе составляет 10 ... 16 МПа с тенденцией к росту.

Требуется дальнейшее повышение уровня надежности толкателей. Характерными их отказами, например в валочно-трелевочных машинах типа ЛП-49, являются трещины сварных швов соединения отвала с толкающим брусом, изгиб штока гидроцилиндра и др.

5\*

Анализ существующих толкателей и тенденций развития ЛТМ позволил сделать вывод, что оптимальная конструкция толкателя базового ЛПТ АО «АЛТТРАК» должна отвечать следующим основным требованиям:

- 1) форма толкателя – прямой отвал с двумя развитыми клыками;
- 2) габариты –  $a = 0,9B$ ;  $b = 0,2H$ ;  $c = 0,6b$ ;
- 3) конструктивная масса – не более 500 кг;
- 4) использование легированных сталей марок 10ХСНД, 15ХСНД, 09Г2С для силовых элементов толкателя; термообработка (отжиг) сварных швов;
- 5) ресурс до первого капитального ремонта (90 %) не менее 8000 мото-ч;
- 6) привод толкателя должен быть гидрофицирован, номинальное давление в гидросистеме не менее 16 МПа. Для снижения нагруженности гидропривода при длительных переездах ЛТМ целесообразно предусмотреть механическую связь (цепь), блокирующую толкатель в транспортном положении;
- 7) применение электрогидрораспределителя для создания комфортных условий труда оператора с учетом тенденций в развитии тракторных гидросистем, размещение кнопочного пульта управления толкателем в удобной для пользования зоне кабины.

В 1994 г. в АО «АЛТТРАК» налажено серийное производство базовых ЛПТ тягового класса 4 с толкателями, в которых в основном учтены изложенные требования. Совершенствование конструкции продолжается. С учетом функционального назначения толкателя в дальнейшем целесообразна реализация таких конструкторских решений, которые позволили бы снизить уровень динамических нагрузок, воспринимаемых толкателем и передаваемых несущей системе базового ЛПТ, и способствовали повышению надежности.

Известно, что в настоящее время начаты работы по созданию перспективных базовых ЛПТ более высоких тяговых классов, которые будут обладать повышенной мощностью и грузоподъемностью.

Рассмотрим проблему нагруженности толкателя для перспективных ЛПТ. Из уравнения тягового баланса ЛТМ, равномерно движущейся по горизонтальному участку волока без пачки, подставляя соответствующие вы-

ражения для касательной силы тяги и силы сопротивления качению, можно определить расчетное усилие  $P_T$  на толкателе «по двигателю»:

$$P_T = \frac{N_e \eta}{V} - G_3 f_1, \quad (4)$$

(4)

где  $N_e$  – мощность двигателя базового ЛПТ, кВт;

$\eta$  – КПД силовой передачи с учетом потерь на ведущем участке гусеничного движителя;

$G_3$  – эксплуатационный вес ЛТМ, кН;

$V$  – скорость движения ЛТМ, м/с;

$f_1$  – коэффициент сопротивления качению ЛТМ.

Получаемые по формуле (4) усилия  $P_T$  значительны. Очевидно, что реализация таких усилий, определяемых тягово-сцепными качествами ЛТМ, потребует усиления конструкции, что может привести к недопустимому росту металлоемкости толкателя. Масса бульдозерного оборудования гусеничных промышленных тракторов, работающих с реализацией полной мощности двигателя, достигает 30 % от конструктивной массы трактора [2]. Целесообразно толкатели перспективных ЛПТ проектировать из условия реализации только усилий, необходимых из технологических соображений. Для их расчета проанализируем нагрузки на толкатель при наиболее нагруженной операции – штабелевке (рис. 2).

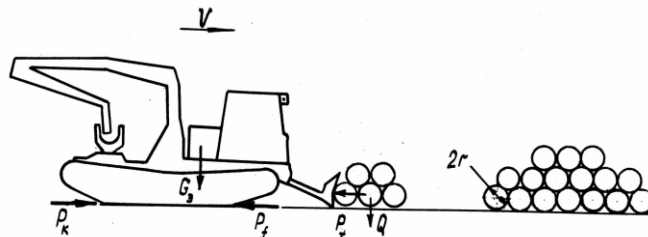


Рис. 2. Схема к расчету усилий на толкателе ЛТМ при штабелевке

Можно выделить два этапа штабелевки: начальный, когда вся вновь стрелеванная пачка придвигается к существующему штабелю; заключительный, когда создаются верхние (второй, третий и т. д.) слои наката.

Усилие на толкателе на начальном этапе определяют по формуле

$$P_T = Q f_2 = q_{\text{хл}} n \gamma f_2, \quad (5)$$

где  $Q$  – вес стрелеванной пачки (рейсовая нагрузка ЛТМ), кН;

$f_2$  – коэффициент сопротивления поперечному перемещению пачки;

$q_{\text{хл}}$  – объем одного хлыста, м<sup>3</sup>;

$n$  – число хлыстов в пачке;

$\gamma$  – объемный вес древесины, кН/м<sup>3</sup>.

На заключительном этапе штабелевки верхний слой наката хлыстов создается за счет обкатывания перемещаемого хлыста вокруг неподвижного хлыста нижнего слоя. Принимая радиусы хлыстов одинаковыми и равными  $r$ , можно определить работу на перемещение хлыста в верхний слой:

$$A = 2 r q_{\text{хл}} \gamma. \quad (6)$$

Учитывая, что при подъеме хлыста в верхний слой ЛТМ перемещается на величину  $2r$ , можно определить время, затраченное на это перемещение:

$$t = 2r / V. \quad (7)$$

Поделив работу  $A$  на время  $t$ , можно определить затраты тяговой мощности ЛТМ на данном этапе штабелевки:

$$N_{\text{T}} = A / t. \quad (8)$$

Из формулы (8) усилие на толкателе на заключительном этапе штабелевки составляет

$$P_{\text{T}} = N_{\text{T}} / V = q_{\text{хл}} \gamma. \quad (9)$$

Таким образом, потребные из технологических соображений усилия на толкателе при штабелевке следует рассчитывать по формуле (5).

Предельное численное значение  $Q$  можно определить по формуле

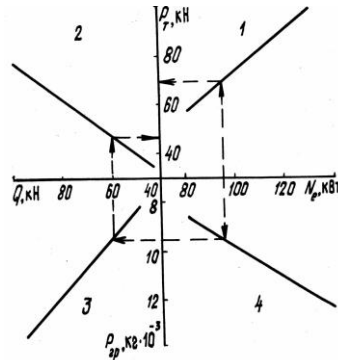
$$Q = \frac{P_{\text{гр}} - G_{\text{лто}}}{k}, \quad (10)$$

где  $P_{\text{гр}}$  – грузоподъемность шасси базового ЛПТ, кН;

$G_{\text{лто}}$  – эксплуатационный вес технологического оборудования, кН;

$k$  – коэффициент распределения веса трелеваемой пачки между машиной и грунтом.

Рис. 3. Номограмма к определению усилий на толкателе валочно-трелевочных машин



На рис. 3 представлена номограмма, позволяющая определять усилия на толкателе валочно-трелевочной машины «по двигателю» (квадрант 1, формула (4)) и при перемещении пачки в процессе штабелевки (квадрант 2, формула (5)). Зависимость предельных значений рейсовых нагрузок валочно-трелевочных машин от грузоподъемности серийных и перспективных ЛПТ (формула (10)) показана в квадранте 3, кривая зависимости между мощностью и грузоподъемностью шасси серийных и перспективных ЛПТ, построенная по данным [3], – в квадранте 4.

Анализ показывает, что возможное усилие на толкателе (например при упоре в неподвижное препятствие: пень, вмержший камень), определяемое тягово-сцепными качествами ЛТМ, в 1,5 раза и более превышает величины, требуемые из технологических соображений. В связи с этим одним из направлений совершенствования конструкции и повышения надежности должно явиться обеспечение автоматического самоограничения нагрузок на толкателе. Поисковые работы в этом направлении уже начаты. В частности, предложена система электрогидроуправления толкателем, срабатывающая от датчика предельного усилия, размещенного в шарнире толкающий брус толкателя – рама ЛПТ [1]. При превышении допустимого усилия выдается сигнал на электрогидрораспределитель для автоматического подъема толкателя в транспортное положение. Представляет интерес и техническое решение [4], в котором ЛПТ с гидрообъемной трансмиссией и толкателем оснащается датчиком положения толкателя относительно остова трактора и электрогидроуправляемым дополнительным клапаном давления гидросистемы. При движении ЛПТ передним ходом с опущенным толкателем (т. е. при выполнении бульдозерных операций) гидрообъемная трансмиссия автоматически переводится в режим, обеспечивающий снижение тяговых усилий на 25 ... 50 %.

Таким образом, оснащение перспективных базовых ЛПТ толкателями с автоматическим самоограничением нагрузок позволит обеспечить низкую металлоемкость конструкции при высоком уровне надежности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. А. с. 1767106 СССР, МКИ<sup>5</sup> Е 02 F 9 / 20. Трелевочный трактор / В. Р. Ситников, А. С. Войнаш (СССР). - № 4780325/15; Заявлено 08.01.90; Опубл. 15.10.92 // Изобретения. - 1992. - № 37. - С. 101. [2]. Гинзбург Ю. В., Швед А. И., Парфенов А. П. Промышленные тракторы. - М.: Машиностроение, 1986. - 296 с. [3]. Мельников И. А. Перспективные лесопромышленные тракторы // Лесн. пром-сть. - 1987. - № 10. - С. 31 - 32. [4]. Пат. 2023209 РФ, МКИ<sup>5</sup> F 16 H 39 / 00. Лесозаготовительная машина / Ю. Г. Бабич, А. С. Войнаш, В. Р. Ситников (РФ). - № 4877185 / 29; Заявлено 26.10.90; Опубл. 15.11.94 // Изобретения. - 1994. - № 21. - С. 134.

---

Поступила 21 июня 1995 г.