

коэффициенты ν_{mic} и ν_{mac} , выводя таким образом общий коэффициент активной безопасности Ks :

$$Ks = \nu_{mac} \cdot Ks_{mac} + \nu_{mic} \cdot Ks_{mic}. \quad (4)$$

При отсутствии манёвра, обычном движении автомобиля $\nu_{mic} = \nu_{mac} = 0,5$. В противном случае веса коэффициентов перераспределяются, однако их сумма всегда равна 1. Например, при обычном торможении на прямой определяющим является поведение одиночных колёс, поэтому $\nu_{mic} > \nu_{mac}$. Наоборот, при любом виде криволинейного движения важно сохранение заданной траектории автомобиля и $\nu_{mic} < \nu_{mac}$.

Таким образом, приведенная методика для оценки критичности дорожной ситуации позволяет из большого потока информации, анализируемой блоком управления системы активной безопасности, отбирать наиболее важные, определяющие параметры и должным образом корректировать алгоритм своих действий.

УДК 621.113.012 (0.88.8)

В.П.БОЙКОВ, д-р техн. наук,
П.В.ЗЕЛЁНЫЙ, Ч.И.ЖДАНОВИЧ, кандидаты техн. наук (БГПА)

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ТАНДЕМ-КОЛЁСНЫХ РЕЗИНО- ГУСЕНИЧНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

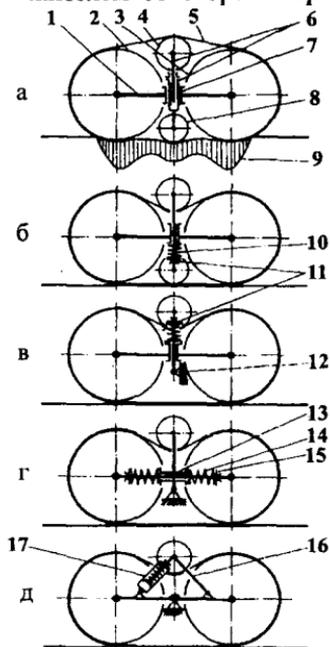
Тандем-колёсные гусеничные движители на основе эластичной армированной ленты, которыми охватывают два обычных пневматических колеса, уже давно нашли применение за рубежом как относительно несложное средство повышения проходимости колёсных машин. В частности, они применяются в северных странах [1], близких нам по погодным условиям и состоянию почвы. Снабжение колёсной техники, выезжающей ранней весной и поздней осенью на наши поля, эластичными гусеницами, следует рассматривать как перспективное.

Одной из задач, которую необходимо решить при создании таких движителей для повышения их эффективности, является обеспечение высокого натяжения гусеницы, а в перспективе – саморегулирование натяжения в зависимости от условий и режима движения. В одних случаях, когда речь идёт о движении по слабонесущим грунтам, гусеничный обвод целесообразно дополнительно натягивать. Этим повышается проходимость движителя, поскольку не опертые участки гусеничного обвода в зоне контакта с грунтом меньше будут прогибаться, обуславливая более равномерное распределение опорных давлений и, сле-

довательно, снижение их пиковых значений (рис. 1,а). Приведенная схема обеспечивает самонатяжение ленты на легко сминаемом грунте благодаря восприятию опорных реакций, приходящихся на катковую опору, верхней ветвью гусеницы.

В других случаях, когда в типичных условиях движения транспортного средства велика вероятность наезда на несминаемые единичные неровности (трелёвка леса, каменистые почвы) эластичную гусеницу необходимо предохранять от перенатяжения в момент зависания движителя на неровности (бревне, пне, камне) участком нижней ветви, не опирающемся на колёса. Такого зависания можно избежать, если кратковременно резко ослабить натяжение гусеницы, что и позволяет реализовать схема, представленная на рис. 1,б.

Благоприятно скажется на долговечности гусеничного обвода также саморегулирование его натяжения в функции весовой нагрузки со стороны транспортного средства, могущее проявить максимальный эффект в случае постоянно меняющейся массы транспортируемого груза (на машинах по внесению удобрений, транспортных средствах, входящих в состав уборочных комплексов и других). Не будучи постоянно чрезмерно натянутым, гусеничный обвод сможет дольше прослужить. Для реализации эффекта самонатяжения гусеничного обвода необходимо обеспечить полное или частичное восприятие нагрузки движителем со стороны транспортного средства не через балансир, что



имеет место традиционно, а посредством опирания остова на верхнюю ветвь гусеничного обвода (рис. 1,в).

Рис. 1. Принципиальная схема тандем-колёсных гусеничных движителей с саморегулируемым натяжением обвода в зависимости от опорных реакций (а и б), весовой нагрузки со стороны остова транспортного средства (в), сопротивления движению (г) и направления движения (д): 1 - балансир; 2 и 3 - переднее и заднее пневматические колёса; 4 - натяжной ролик; 5 - эластичная гусеница; 6 - раздвижная вертикальная стойка; 7 - направляющая стойки; 8 - дополнительная катковая опора; 9 - эпюра опорных давлений на мягком грунте; 10 - упругий элемент; 11 и 15 - регулировочные гайки; 12 - поперечно-горизонтальный шарнир; 13 - продольная направляющая балансира; 14 - упругие элементы; 16 - поворотный рычаг натяжного ролика; 17 - телескопическая тяга.

Ещё одним фактором, в функции которого целесообразно регулировать натяжение гусеничного обвода в процессе движения, является сопротивление движению. Сопротивление движению является комплексной переменной, которая учитывает ряд других факторов, могущих привести к потере движителем проходимости: будь-то снижение несущих способностей грунта, возрастание нагрузки на движитель, ухудшение характера рельефа опорной поверхности. Схема движителя, позволяющая реализовать зависимость натяжения гусеничного обвода от сопротивления движению, основана на том, что натяжной ролик крепится неподвижно, а балансир имеет возможность продольного перемещения относительно поперечно-горизонтального шарнира своего качания в продольно-вертикальной плоскости (рис. 1,г).

В движителях транспортных средств с реверсивным характером работы (бульдозеры, автогрейдеры), когда движение в одном направлении осуществляется под максимальной нагрузкой, а в противоположном – на холостом ходу, целесообразно обеспечить саморегулирование натяжения гусеничного обвода в зависимости от направления движения, то есть усиливать при прямом ходе и ослаблять при обратном. С этой целью шарнир крепления на балансире поворотного рычага, несущего натяжной ролик, должен быть смещён относительно плоскости, проходящей через ось вращения ролика в сторону заднего колеса тандем-колесного движителя (рис. 1,д). Такое саморегулирование натяжения гусеничного обвода положительно отразится на армирующем гибком корде, являющемся несущим элементом эластичной гусеницы [2].

Все пять схем саморегулирования натяжения гусеничного обвода могут быть заложены в одну конструкцию тандем-колесного гусеничного движителя, применяться по отдельности или попарно в зависимости от того, на какие условия, режимы и характер эксплуатации ориентируется создаваемое транспортное средство. В любом случае перед конструкторами возникает задача расчёта длины гусеничного обвода, переменными в которой являются следующие параметры: относительное продольное положение натяжного ролика и колёс; их относительное вертикальное положение. Вывод соответствующей расчётной зависимости позволяет получить схема на рис. 2, согласно которой длина гусеничного обвода,

$$L = b + a + \pi(R_2 + R_1) + \frac{\pi}{180}(R_2\alpha + R_1\beta) + k(\operatorname{cosec}\alpha + \operatorname{cosec}\beta) - (R_2 + r)g\frac{\alpha}{2} - (R_1 + r)g\frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{180}(\beta + \alpha),$$

где b и a - длины переднего и заднего плеч балансира; R_1 и R_2 - радиусы колёс; α и β - дополнительные углы охвата колёс, обеспечиваемые на-

тяжным роликом; r - радиус натяжного ролика; h - стрела прогиба верхней ветви гусеницы.

Все величины, за исключением α и β , в полученном выражении задаются конструктивно. Для их определения необходимы ещё два выражения, позволяющие их увязать с известными величинами a и b , R_1 , R_2 , r , h .

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{a - (R_2 + r) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}; \operatorname{tg} \beta = \frac{h}{b - (R_1 + r) \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}.$$

Таким образом, полученная система из трёх уравнений позволяет определить длину гусеничного обвода L в зависимости от соотношения плеч a и b балансира и стрелы прогиба h его верхней ветви при прочих постоянных конструктивных параметрах (r , R_1 и R_2).

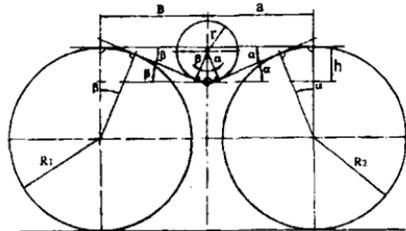


Рис. 2. Схема для расчёта длины гусеничного обвода тандем-колёсного гусеничного движителя с натяжным роликом.

Анализ полученных выражений показывает, что минимальную длину обвода имеет при равенстве плеч a и b балансира и, что очевидно, при нулевом значении стрелы прогиба h . Это подтверждает, что регулирование натяжения гусеничного обвода возможно не только перемещением натяжного ролика по высоте (схема на рис. 1,а; 1,б; 1,в и 1,д), но и продольным перемещением балансира совместно с обоими колёсами относительно неподвижного натяжного ролика (рис. 1,г).

Однако проблеме обеспечения саморегулирования натяжения гусеничной ленты в тандем-колёсном движителе должно предшествовать решение проблемы его принципиальной работоспособности. С этой целью машина по внесению органических удобрений ПРТ-10А грузоподъёмностью 11 тонн, разработанная ГСПКТБ по комплексу машин для внесения органических удобрений (г. Бобруйск) снабжалась эластичными гусеницами, выполненными на основе транспортёрных лент (рис. 3).

Отрезки лент необходимой длины 5900 мм, рассчитанной по выше приведенным выражениям, закольцовывались на горячем прессе по специально разработанной для этой цели технологии. Ширина ленты для шин 16,5/70-18 КФ 97, которыми оборудованы машины ПРТ-10А, составляла 600 мм (с учётом зон для крепления реборд, фиксирующих ленту в поперечном направлении). Толщина ленты и высота грунтозацепов равные – по 20 мм. Будучи армированными в продольном на-

правлении гибким нерастяжимым кордом, планки придают ленте необходимую поперечную жёсткость, препятствующую загибанию её краёв на слабонесущих грунтах и, тем самым, повышающую проходимость движителя и снижающую пиковые опорные давления (согласно изобретению [3]). Натяжной ролик диаметром 250 мм, снабжённый шиной атмосферного давления, располагается в верхней зоне межколёсного пространства и огибается гусеничной лентой снизу.



Рис. 3. Испытания тандем-колёсных гусеничных движителей на машине для внесения органических удобрений ПРТ-10А в агрегате с универсально-пропашным трактором МТЗ-82.

Испытания подтвердили высокую работоспособность представленного (рис. 3) макетного образца тандем-колёсного гусеничного движителя, в самых различных дорожных и внедорожных условиях. Снижение пиковых значений опорных давлений при этом составило 50-70 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жданович Ч.И., Бойков В.П. Ходовые системы для повышения проходимости и снижения воздействия на почву тракторов и сельскохозяйственных машин. Мн.: БелНИИНТИ, 1990. – 35 с. 2. А. с. 1781120 (СССР). Ходовая часть транспортного средства. 3. А. с. 1835736 (СССР). Эластичная гусеница.

УДК 621.114.592

П.В.ЗЕЛЁНЫЙ, канд. техн. наук (БГПА)

О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВАХ И ТЕХНИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЯХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИНОТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

В отличие от требований безопасности дорожного движения, специфика требований сельскохозяйственного производства к управлению мобильными средствами механизации более разнообразна и включает