

УДК 631.372

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ВЕТВЯХ ГУСЕНИЧНОГО ОБВОДА КОМБАЙНА С РЕЗИНОАРМИРОВАННОЙ ГУСЕНИЦЕЙ

С.И. Кириллук, С.А. Шишков

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Анализ конструкций зерноуборочных комбайнов с гусеничным и полугусеничным шасси таких как VECTOR 450 Track, Fendt IDEAL TrakRide, CLAAS LEXION 760/770 TERRA TRAC, GS812S “Амур-Полесье”, John Deere S680i и сменного модуля гусеничного хода GX2-1840 для зерноуборочных комбайнов производства ОАО “Гомсельмаш” и ОАО “Ростсельмаш” можно сделать заключение, что комбайны с полугусеничной компоновкой комбайны Fendt IDEAL TrakRide, CLAAS LEXION 760/770 TERRA TRAC и John Deere S680i показывают хорошую проходимость на увлажнённых почвах и почвах с низкой несущей способностью. Гусеничные движители этих машин имеют большую опорную поверхность, но не максимально возможную, также они имеют сложную систему подвески гусеничного движителя.

Гусеничный движитель для зерноуборочного комбайна КЗС-10 (рис. 1). С целью повышения проходимости комбайна КЗС-10 на почвах с низкой несущей способностью на шасси была установлена тележка гусеничного типа. Данная конструкция максимально уменьшает удельное давление на почву, что увеличит проходимость машины на почвах с низкой несущей способностью и позволит её использование на переувлажнённых и болотистых почвах, а также использование машины на уборке рисовых культур.

Гусеничный движитель представляет собой механизм для передвижения посредством двух замкнутых, параллельно вращающихся резиноармированных лент, называемых гусеницами. Гусеничная лента, замкнутая по контуру образованному ведущим колесом, поддерживаемыми и опорными катками и каретками, направляющим колесо. При трогании на величину усилий в ветвях оказывает влияние только усилие на ведущем колесе ( $F_{вк}$ , Н):  $F_{вк} = \frac{M_{вк}}{r_{вк}}$ , где  $M_{вк}$  – момент на ведущем колесе, Н·м;  $r_{вк}$  – радиус ведущего колеса, м.

При движении трактора в тяговом режиме происходит перематывание резиноармированной гусеницы относительно остова, и общее натяжение в гусеничном обводе увеличивается за счет

возникновения центробежных сил ( $F_u$ , Н) [1]:  $F_u = \frac{qV^2}{g}$ , где  $q$  – вес единицы длины гусеницы, Н/м;  $V$  – теоретическая скорость движения трактора, м/с;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>. Установим взаимосвязь между скоростью движения трактора, предварительным статическим натяжением  $F_n$  и статическим натяжением резиноармированной гусеницы в движении ( $F_c$ , Н).

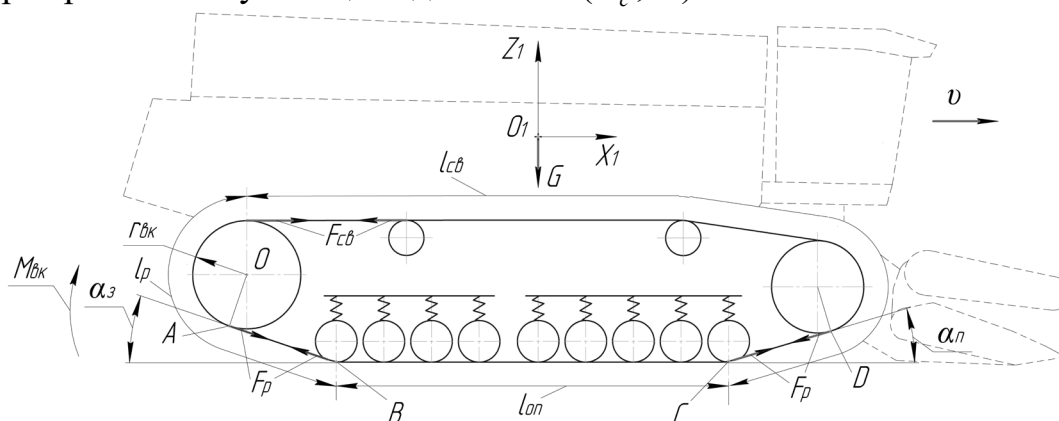


Рис. 1 – Схема гусеничного обвода.

При отсутствии силы тяги общее натяжение в свободной ветви  $F_{св}$  в состоянии покоя определяется зависимостью:  $F_{св} = F_n$ , (1) натяжение в свободной ветви в движении при отсутствии силы тяги ( $F_{св}$ , Н) [1, с. 34]:  $F_{свн} = F_{св} + F_u$ , (2). Приращение растягивающих усилий в свободной ветви гусеницы ( $\Delta F_{св}$ , Н) определим, как разность усилий в свободной ветви в движении  $F_{свн}$  (2) и в состоянии покоя  $F_{св}$  (1):  $\Delta F_{св} = F_{свн} - F_{св}$ . (3).

С достаточным приближением резиноармированная гусеница может быть заменена лентой, с равномерно распределенной по ее длине удельной массой. Подобное допущение позволяет использовать для анализа методы механики материалов и получить точные аналитические зависимости. Тогда жесткость гусеницы при растяжении  $EA$  для ветвей, находящихся под натяжением, примет вид [2]:  $EA = \frac{FL_H}{\Delta L}$ , (4), где  $F$  – растягивающее усилие в гусенице, Н;  $L_H$  – номинальная длина ветви при отсутствии растягивающей нагрузки, м;  $\Delta L$  – удлинение ветви по сравнению с ее первоначальным состоянием, м.

С достаточной степенью точности при высоких натяжениях и малых стрелах прогиба гусеницы свободную ветвь гусеничного обвода трактора можно привести к пролету ветви длиной  $l_{св}$ . Тогда выражение (4) с учетом выражения (3) после преобразований примет вид:  $\Delta S_{св} = \frac{l_{св}}{EA} (F_{свн} - F_{св})$ ,

(5) где  $\Delta L_{cв}$  – удлинение свободной ветви по сравнению с ее первоначальным состоянием, м. С другой стороны,  $\Delta L_{cв}$  можно определить, как разность длин свободной ветви при движении трактора ( $L_{cвв}$ , м) со скоростью  $V$ , когда натяжение определяется выражением (2) и длиной свободной ветви в состоянии покоя ( $L_{cв}$ , м), когда натяжение определяется выражением (1):  $\Delta L_{cв} = L_{cвв} - L_{cв}$ . (6) Длина свободной ветви в состоянии покоя  $S_{cв}$  согласно [1, с. 33] с учетом (1), определяется выражением:  $L_{cв} = l_{cв} + \frac{q^3 l_{cв}}{24F_c^2}$ . (7)

Длина свободной ветви при движении трактора  $L_{cвв}$  со скоростью  $V$  с учетом выражения (2) и при условии, что натяжение от центробежных сил будет равно нулю, т.к. оно не создает реакции на опорах, и, следовательно, не влияет на изменение геометрии обвода, определится выражением:

$$L_{cвв} = l_{cв} + \frac{q^3 l_{cв}}{24F_{cv}^2}. \quad (8)$$

Тогда формула (6) с учетом выражений (7) и (8) примет вид:

$$\Delta L_{cв} = \frac{q^3 l_{cв}}{24F_{cv}^2} \left( \frac{1}{F_{cv}^2} + \frac{1}{F_c^2} \right). \quad (9)$$

В случае абсолютно жесткой подвески выражение для определения статического натяжения в движении ( $F_{cв.в}$ , Н) гусеничного обвода (9) примет

$$\text{вид: } F_{cв.в} + F_{ц} - F_c = \frac{EAq^3 l_{cв}}{24} \left( \frac{1}{F_{cв.в}^2} + \frac{1}{F_c^2} \right).$$

Для режима абсолютно жесткой подвески, преобразуя выражения (8) и (9), получим зависимости для определения усилий в свободной ( $F_{cв.в}$ , Н) и рабочей ( $F_{pv}$ , Н) ветвях обвода с резиноармированной гусеницей в движении [2]:

$$\text{– в свободной ветви в движении } F_{cв.в} = F_{cбв} - F_{вк} \left( \frac{1}{l_p + l_{cв}} \right) + F_{ц}; \quad (10)$$

$$\text{– в рабочей ветви в движении при заблокированной подвеске} \\ F_{pv} = F_{cвв} + F_{вк}. \quad (11)$$

Следует отметить, что полученные зависимости (10) и (11) аналогичны выражениям В.Ф. Платонова [1] для определения усилий в свободной и рабочей ветвях движителя с металлическими гусеницами без учета подвески.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусеничные транспортеры – тягачи / В.Ф. Платонов [и др.]; под ред. В.Ф. Платонова. – М.: Машиностроение, 1978. – 351 с.
2. Жданович Ч.И., Плищ В.Н. Определение усилий в ветвях обвода трактора с резиноармированной гусеницей и упругой подвеской/Ч.И. Жданович, В.Н. Плищ// Агропанорама: БГАТУ – 2021 – №6 – С. 2-7.