

УДК 634.4.084

ОБОСНОВАНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ И МАКСИМАЛЬНОЙ ШИРИНЫ ХОДОВОЙ ЧАСТИ КОРМОРАЗДАТЧИКА

С.М. Ведищев, А.В. Бесперстов, Н.В. Прохоров

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор Н.П. Тишанинов

Ключевые слова и фразы: габарит; кормовой проход; кормораздатчик; поворот; поперечный уклон; поперечная устойчивость; ходовая часть; ширина.

Аннотация: Обоснована минимальная ширина ходовой части кормораздатчика из условий его поперечной устойчивости и максимальная ширина ходовой части кормораздатчика с учетом ширины кормового прохода, кормушки и возможности подрезывания в процессе раздачи корма.

При маневрировании кормораздатчика на пневматических колесах, разработанного в Тамбовском государственном техническом университете, необходимо исключить его опрокидывание [4].

Минимальная ширина ходовой части мобильного кормораздатчика определяется из условий его поперечной устойчивости. Здесь могут наблюдаться два случая: первый возникает при крутом повороте на ровной горизонтальной поверхности; второй – при прямолинейном движении по дороге с поперечным уклоном [2].

Рассмотрим случай при крутом повороте. При повороте на горизонтальной дороге поперечная сила P_y (рис. 1), действующая на кормораздатчик, может вызвать его опрокидывание [1]. Опрокидывание происходит относительно его наружных колес (точка A). В момент отрыва внутренних колес от поверхности нормальные реакции равны нулю ($R_{зв} = 0$) и вес воспринимается наружными колесами ($R_{zn} = G$). В этом случае опрокидывающий момент, создаваемый поперечной силой, уравновешивается восстанавливающим моментом от веса кормораздатчика

$$M_0 = M_k. \quad (1)$$

Ведищев Сергей Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильная и аграрная техника», e-mail: serg666_65@mail.ru; Бесперстов Александр Викторович – аспирант кафедры «Автомобильная и аграрная техника»; Прохоров Николай Васильевич – аспирант кафедры «Автомобильная и аграрная техника», ТамбГТУ, г. Тамбов.

Из рисунка 1 опрокидывающий момент

$$M_0 = P_y h_{ц}, \quad (2)$$

а момент от силы тяжести

$$M_k = GB_{ц}g, \quad (3)$$

где P_y – поперечная сила, Н; $h_{ц}$ – высота центра тяжести, м; G – масса кормораздатчика с кормом, кг; $B_{ц}$ – расстояние от точки опоры колеса до точки приложения силы тяжести, м.

Рассмотрим условие бокового скольжения колес. Боковое скольжение возникает в результате действия поперечной силы P_y в тот момент, когда поперечная сила становится равной силе сцепления колес с дорогой, то есть

$$P_y = P_{сц}, \quad (4)$$

где $P_{сц}$ – сила сцепления колес с дорогой, Н.

Значение центробежной силы определим по выражению

$$P_{сц} = \frac{Gv^2}{Rg}, \quad (5)$$

где R – радиус поворота кормораздатчика, м; v – скорость движения кормораздатчика, м/с.

После преобразования формул (1) – (5) получим

$$B_{ц} = \frac{v^2 h_{ц}}{Rg^2}. \quad (6)$$

Высота центра тяжести $h_{ц}$ и точка приложения силы тяжести $B_{ц}$ во многом зависят от скорости движения кормораздатчика, формы, объема и

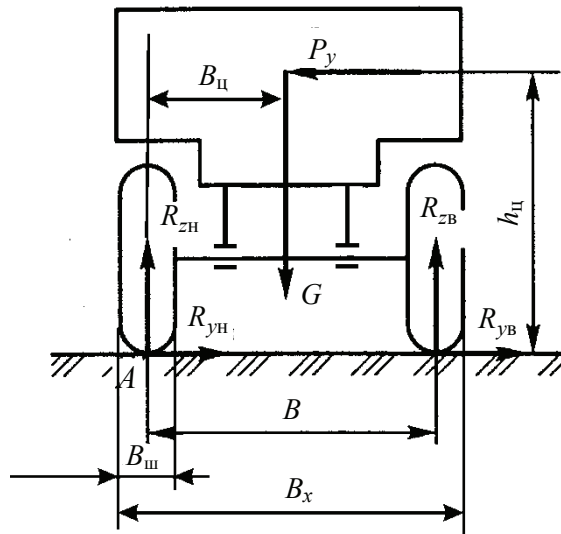


Рис. 1. Схема действия сил при повороте кормораздатчика на горизонтальном участке дороги

места установки бункера, коэффициента заполнения бункера, вида корма. При незначительных скоростях и больших радиусах поворота можно принять, что $B_{ц} = \frac{B}{2}$.

Для колесных транспортных средств принимают, что точка опрокидывания лежит на середине ширины профиля колеса [3]. Тогда

$$B_{\min} = B + B_{ш}; \quad B_{\min} \geq B_{ц}, \quad (7)$$

где $B_{ш}$ – ширина профиля колеса, м.

Во втором случае, при прямолинейном движении по дороге с поперечным уклоном опрокидывание кормораздатчика может произойти в том случае, когда опрокидывающий момент, создаваемый поперечной силой P_y (рис. 2), уравновешен восстанавливающим моментом от нормальной составляющей силы тяжести.

Опрокидывающий момент от силы тяжести при движении по дороге с уклоном определяется

$$M_0 = Gh_{ц} \sin \beta, \quad (8)$$

где β – угол уклона дороги, град.

Восстанавливающий момент от силы тяжести при движении по дороге с уклоном определяется

$$M_k = GB_{ц} \cos \beta. \quad (9)$$

Подставим в (1) значения моментов из выражений (8) и (9)

$$Gh_{ц} \sin \beta = GB_{ц} \cos \beta.$$

Откуда

$$B_{ц} = h_{ц} \operatorname{tg} \beta. \quad (10)$$

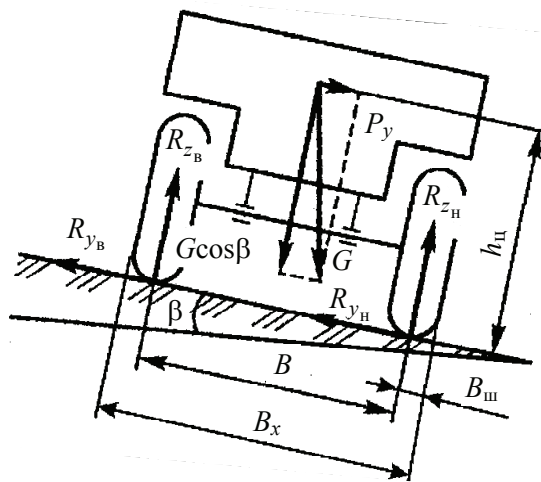


Рис. 2. Схема действия сил при прямолинейном движении кормораздатчика по дороге с уклоном

При небольших значениях уклона дороги на ферме можно принять

$$B_{ц} \approx \frac{B}{2} \Rightarrow B \approx 2B_{ц}. \quad (11)$$

Подставим (11) в (10) и получим

$$B = 2h_{ц} \operatorname{tg}\beta. \quad (12)$$

Подставим (12) в (7) и получим

$$B_{\min} \geq 2h_{ц} \operatorname{tg}\beta + B_{ш}. \quad (13)$$

Наличие на дороге неровностей и возникающих от этого динамических воздействий снижает устойчивость кормораздатчика. Поэтому необходимо учитывать динамический коэффициент, который составляет $\beta_{\text{дин}} = (0,4 \dots 0,6)$ [3].

Тогда выражение (13) с учетом динамического коэффициента примет вид

$$B_{\min} \geq \frac{2h_{ц} \operatorname{tg}\beta + B_{ш}}{\beta_{\text{дин}}}. \quad (14)$$

Минимальная ширина ходовой части кормораздатчика определяется по выражениям (7) или (14) для двух условий движения и из полученных значений выбирается большее.

Кормораздатчик на пневматических колесах может перемещаться и внутри животноводческого помещения при переезде с одной линии кормления на другую или в качестве самоходного или прицепного устройства в пределах фермы при переезде от одного животноводческого помещения до другого и доставки кормов от кормоцеха [2]. Перемещение кормораздатчика внутри животноводческого помещения ограничено шириной кормового прохода, а при перемещении по территории фермы он должен обладать необходимой устойчивостью от опрокидывания.

Ширина ходовой части кормораздатчика должна определяться из условия

$$B_{\min} \leq B_x \leq B_{\max}, \quad (15)$$

где B_{\min} , B_x , B_{\max} – минимальная, рекомендуемая и максимальная ширина ходовой части соответственно, м.

Минимальная ширина ходовой части кормораздатчика определяется из условий устойчивости от опрокидывания и возможности размещения на ней бункера и рабочих органов.

Максимальная ширина ходовой части кормораздатчика определяется из условия, что ширина ходовой части должна быть меньше ширины прохода с учетом возможности подруливания при движении вдоль фронта кормления (рис. 3) [3]

$$B_{\text{пр1}} \geq B_{\text{дк}} = B_x + B_{\text{дi}}, \quad (16)$$

где $B_{\text{пр1}}$ – ширина прохода, м; $B_{\text{дк}}$ – динамический габарит ширины, м; $B_{\text{дi}}$ – расстояние от внешнего габарита ходовой части до кормушки или ограждения, м.

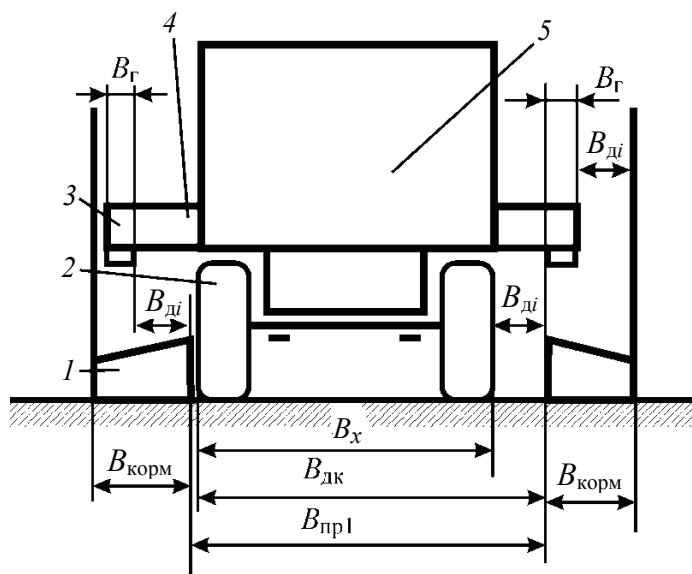


Рис. 3. Схема для обоснования максимальной ширины ходовой части:
 1 – кормушка; 2 – ходовая часть; 3 – ограждение кормового прохода;
 4 – дозатор; 5 – бункер

Для транспорта, траектория которого может варьироваться в некоторых пределах, используют понятие динамического коридора, учитывающее возможные отклонения при движении кормораздатчика вдоль фронта кормления.

Динамический запас ширины зависит от величины угла поворота при криволинейном движении, базы кормораздатчика, скорости движения, квалификации обслуживающего персонала.

Чтобы выдаваемый корм попадал в кормушки, должно выполняться условие, при котором предел маневрирования в пределах кормового прохода меньше ширины кормушки:

$$B_{\text{корм}} \geq B_{\text{Г}} + B_{\text{ди}}, \quad (17)$$

где $B_{\text{корм}}$ – ширина кормушки, м; $B_{\text{Г}}$ – длина выгрузной горловины дозатора, м.

Выразим из формулы (17) $B_{\text{ди}}$ и подставим полученное выражение в формулу (16)

$$B_{\text{пр1}} \geq B_{\text{дк}} = B_{\text{х}} + B_{\text{корм}} - B_{\text{Г}}. \quad (18)$$

Выделив из (18) значение $B_{\text{х}}$, получим выражения для определения максимальной ширины ходовой части с учетом ширины кормового прохода, выгрузной горловины кормораздатчика и кормушки

$$B_{\text{х}} \leq B_{\text{пр1}} - B_{\text{корм}} + B_{\text{Г}}. \quad (19)$$

Ширина кормового прохода $B_{\text{пр1}}$ в выражении (19) определяется по формуле (16), с учетом квалификации обслуживающего персонала.

Список литературы

1. Вахламов, В.К. Техника автомобильного транспорта. Подвижной состав и эксплуатационные свойства : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – М. : Академия, 2004. – 528 с.
2. Ведищев, С.М. Мобильный кормораздатчик / С.М. Ведищев // Материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию со дня рождения проф. В.Г. Кобы, г. Саратов, 19–21 марта 2006 г. / Саратов. гос. аграр. ун-т им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2006. – Т. 1. – С. 25–28.
3. Кутьков, Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства : учеб. пособие для вузов / Г.М. Кутьков. – М. : КолосС, 2004. – 504 с.
4. Stschedrin, W.T. Auswahl der Variante des Futterausgebungssystems / W.T. Stschedrin, S.M. Wedistschew, E.K. Tepljakowa // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 1999. – Т. 5, № 4. – С. 643–650.

Substantiation of the Minimum and Maximum Width of the Feeder Undercarriage

S.M. Vedishchev, A.V. Besperstov, A.V. Prokhorov

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: dimension; feeder; feed passage; lateral deviation; lateral stability; rotation; undercarriage; width.

Abstract: The minimum width of the feeder undercarriage under the conditions of its lateral stability as well as the maximum width of the feeder undercarriage, taking into account the width of feed passage, the feeder and the possibility of rudder in the process of distributing food is substantiated.

© С.М. Ведищев, А.В. Бесперстов, Н.В. Прохоров, 2011