

2. Гидропривод сельскохозяйственной техники: пособие / Минсельхозпрод РБ, УО "БГАТУ", Кафедра гидравлики и гидравлических машин; [сост.: В. С. Лахмаков, В. И. Лаптев, Е. В. Плискевич, Д. Г. Зубович]. - Минск: БГАТУ, 2009. - 164с.

УДК 631.373

**С.В. Крылов, к.т.н., доцент, В.В. Носко, ст. преподаватель,
Л.А. Абрамчик, ст. преподаватель, А.К. Бутько, студент**
*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ПРИЦЕПОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Введение

Успешное ведение сельскохозяйственной деятельности невозможно без соблюдения довольно жестких агросроков проведения полевых работ. Одной из значимых причин срыва агросроков является поломка сельскохозяйственной техники, которая как показывает практика может возникнуть из-за неправильной эксплуатации данной техники. Одним из примеров является перегрузка как специальных так и обычных прицепов используемых в сельском хозяйстве. Она возникает вследствие не учёта нашей специфики. Трактористам платят за количество перевезённого груза, поэтому они стараются максимально загрузить прицеп и идут на различные ухищрения и значительно перегружают прицеп, что не учитывается при его разработке. Такой перегруз прицепа естественно ведёт к его поломке.

Основная часть

У серийно выпускаемого специализированного полуприцепа ПС-60 согласно ТУ следующие основные характеристики:

- грузоподъёмность - не более 14 тонн;
- вместимость кузова - 55 м³;
- агрегатирование - класс трактора 3...5;
- привод - от гидросистемы трактора.

Исходя из грузоподъёмности и вместимости кузова очень просто определить какую насыпную плотность (ρ_n) мы получим

$$\rho_n = \frac{M}{V} \cong 0,25 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}. \quad (1)$$

Такая плотность ниже минимального предела $0,3 \text{ т/м}^3$ насыпной плотности свежескошенной травы. Если учесть, что вместимость кузова - 55 м^3 это явно завышенная оценка, а реально вместимость составит примерно около 50 м^3 , тогда насыпная плотность будет

$$\rho_n \cong 0,28 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}. \quad (2)$$

Если взять верхний предел насыпной плотности свежескошенной травы $\rho_n=0,4 \text{ т/м}^3$, тогда масса груза составит

$$M=\rho_n V=0,4 \cdot 50=20 \text{ т.}$$

Это примерно в 1,4 раза превышает допустимую грузоподъёмность полуприцепа ПС-60. Очевидно, что средняя объёмная плотность в прицепе, может превышать верхнее значение насыпной плотности, так в силосных хранилищах при трамбовке на глубине плотность силоса может достигать 1 т/м^3 согласно исследований выполненных в ЦНИИМЭСХ. Поэтому реальное превышение грузоподъёмности, может значительно превышать ранее рассчитанное значение в 1,4 раза.

Простого решения данного вопроса для разработчиков прицепов сельскохозяйственного назначения нет, так как любой прицеп, даже специализированный используется в хозяйствах для перевозки совсем различных грузов в том числе и по насыпной плотности.

В протоколе приёмочных испытаний полуприцепа специального ПС-60 №127-2005 зафиксировано, что он использовался не только на перевозке измельчённой массы травы но так же на перевозке озимой соломы. В первом случае масса груза составила 13,5 тонн, а во втором 2,53 тонн. Поэтому разработчикам прицепов приходится искать компромиссные решения. Эта

проблема довольно старая, поэтому для её преодоления многие разработчики предлагают создать универсальную платформу, а кузова сделать съёмными. В Республике Беларусь такие прицепы разрабатывает РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» [1].

Одним из наиболее простых решений данной проблемы является разработка надставных бортов на уже эксплуатируемые в хозяйствах прицепы. Наиболее очевидно, такой модернизации может быть подвергнут погрузчик-транспортёрщик рулонов, т.е. когда он не загружен на перевозке рулонов, его можно использовать на перевозке кормовых культур. Для этого необходимо определить на какую высоту мы можем увеличить борта исходя из грузоподъёмности.

Основные характеристики погрузчика-транспортёрщика рулонов ТП-10:

- грузоподъёмность - 9 тонн;
- агрегатирование - тракторы кл.2,0;
- привод - от гидросистемы трактора.

Вертикальный разрез кузова ТП-10 близок к трапеции, будем считать, что и надставные борта будут продолжением основных бортов и сохранят форму трапеции. Для пояснения обозначений в представленных расчётах представим вертикальный разрез кузова на рис.1.

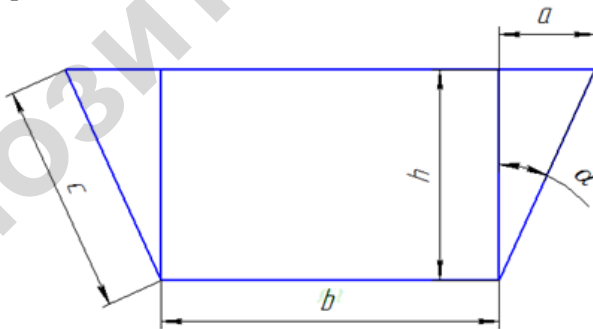


Рисунок 1 – Вертикальный разрез кузова

Как известно из геометрии площадь трапеции равна полусумме оснований на высоту. Очевидно, что из конструкции

ТП-10 нам известны лишь размеры нижнего основания (b) и угол (α) из-за того, что мы надставляем борта и необходимо определить до какой высоты мы их можем увеличить. Для расчёта необходимо верхнее основание выразить через высоту (h) и угол (α)

$$a = h \times \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

тогда общая длина верхнего основания будет равна

$$b + 2a = b + 2h \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

Тогда площадь трапеции (S) равна

$$S = \frac{b + b + 2h \operatorname{tg} \alpha}{2} h. \quad (5)$$

Объём кузова (V) будет равен

$$V = S \times l = \frac{2b + 2h \operatorname{tg} \alpha}{2} hl, \quad (6)$$

где l – длина кузова, м.

Грузоподъёмность будет тогда следующей

$$M = V \rho, \quad (7)$$

где ρ – объёмная плотность перевозимого материала.

Следовательно

$$V - \frac{M}{\rho_0} = 0 \quad (8)$$

$$\operatorname{tg} \alpha h^2 + bh - \frac{M}{\rho} = 0. \quad (9)$$

Получили квадратное уравнение, где неизвестным является h .

Уравнение имеет два корня, но у нас $h > 0$ поэтому

$$h = \frac{-bl + \sqrt{(bl)^2 + 4(\operatorname{tg} \alpha) \cdot \frac{M}{\rho}}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad (10)$$

Общая длина бортов (С) будет равна

$$C = \frac{h}{\cos \alpha}. \quad (11)$$

Чтобы определить длину надставных бортов (C_n) надо из общей длины бортов вычесть длину основных бортов (C_o).

$$\tilde{N}_i = \tilde{N} - \tilde{N}_i = \frac{1}{\cos \alpha} \left[\frac{-bl + \sqrt{(bl)^2 + 4(ltg\alpha) \frac{M}{\rho}}}{2ltg\alpha} \right] - \tilde{N}_i. \quad (12)$$

Формулы (1) и (2) являются универсальными для прицепов чей вертикальный разрез подобен трапеции.

Заключение

Расчёт грузоподъёмности прицепов используемых в сельском хозяйстве обуславливается большим количеством факторов и разработчикам часто приходится идти на различные компромиссы исходя из опыта эксплуатации прицепов. Данные компромиссы очень часто являются основанием для неправильной эксплуатации и как следствие поломки и срыв выполнения работ в агросроки.

Традиционным выходом из этой ситуации является создание универсальных платформ и сменных кузовов, наиболее простым организация в хозяйстве надставных бортов к прицепах.

Список использованной литературы

1. Лабозкий И.М., Горбацевич Н.А., Конончук С.Н., Трофимович Л.И. К разработке полуприцепов самосвальных тракторных с унифицированными двухосными и трёхосными шасси грузоподъёмностью 15 и 20 тонн // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб. в 2-х томах / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» - Минск, 2014 – вып.48 – т.2. –с.46-52.