

А. В. Захаров, И. И. Бондаренко, Д. В. Клоков, И. О. Захарова

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: tractor_av@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ БАЛЛАСТНЫХ ГРУЗОВ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА ТЯГОВОГО КЛАССА 5

Аннотация. В статье предложена методика и номограммы для определения массы балластных грузов трактора, учитывающая способ агрегатирования, схему приложения тяговой нагрузки (симметричная или несимметричная) и вариант балласта, уже установленного на тракторе.

Ключевые слова: трактор, тягово-сцепные свойства, системы балластирования, нормальные реакции, буксование, производительность.

A. V. Zakharov, I. I. Bondarenko, D. V. Klokov, I. O. Zakharova

EI "Belarusian State Agrarian Technical University"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: tractor_av@mail.ru

FEATURES OF DETERMINATION OF WEIGHT OF BALLAST CARGOES OF TRACTION CLASS 5 WHEEL TRACTOR

Abstract. The article proposes a methodology and nomograms for determining the weight of the tractor ballast cargoes, taking into account the aggregation method, the scheme for applying a traction load (symmetrical or not symmetrical) and the ballast option already installed on the tractor.

Keywords: tractor, traction-coupling properties, ballasting systems, normal reactions, slipping, performance.

Введение

При работе колесных тракторов на рыхлых и переувлажненных почвах значительно снижается сцепление шин с почвой, увеличивается буксование, работа трактора становится неэффективной или вообще невозможной. В Республике Беларусь только дерново-подзолистые заболоченные почвы составляют около 37 % сельскохозяйственных земель.

Основными приемами повышения тягово-сцепных свойств колесных сельскохозяйственных тракторов являются:

- изменение давления воздуха в шинах;
- блокировка дифференциалов ведущих осей;
- установка сдвоенных колес и шин с широким профилем;
- полугусеничный ход;
- применение различных систем балластирования (быстросъемные грузы, заливка жидкости в шины колес).

Из всех перечисленных способов наиболее универсальным с точки зрения распределения веса по осям трактора при работе с любым типом сельскохозяйственной машины является применение различных систем балластирования.

Основная часть

В настоящее время дополнительные наборные балластные грузы устанавливаются:

- в нишу дисков передних и задних колес;
- на заднюю полураму в межколёсном пространстве;

- на подрамнике двигателя в виде проставки;
- на переднем и заднем навесном устройстве.

У некоторых производителей тракторов общая масса балласта может достигать более 20 % эксплуатационной массы трактора. Максимальный вес дополнительных грузов большинство производителей определяет исходя из двух соображений:

- конструктивно-прочностные (возможность размещения и прочность несущих корпусных деталей узлов трансмиссии);
- по критерию управляемости, не менее $0,2G_{tr}$ на управляемую ось (Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 031/2012) [1].

Однако конкретных рекомендаций, для каких типов агрегируемых машин какую массу балластных грузов применять, в руководствах по эксплуатации не приводится.

Масса устанавливаемых балластных грузов должна корректироваться в зависимости от способа агрегатирования (навесной, полунавесной или прицепной агрегат) и схемы работы «по краю борозды» (симметричная) или «правые колёса в борозде» (несимметричная), поскольку лишняя масса грузов приведет к росту энергозатрат на перекачивание движителей трактора и потери курсовой устойчивости без существенного снижения буксования.

Также необходимо, чтобы подбор нужной массы балластных грузов был прост и ясен механизатору.

В наших работах [2, 3] рассмотрены особенности тяговой и общей динамики взаимодействия трактора с навесной, полунавесной и прицепной сельскохозяйственной машиной. На основе расчетных схем получены нормальные реакции на передних N_{12} и задних N_{34} колесах трактора с учетом усилий в тягах навесного устройства для различных способов агрегатирования. Результаты расчетов были подтверждены проводившимися на базе Белорусской МИС сравнительными испытаниями по оценке эффективности использования балластных грузов [4].

Представим зависимости нормальных реакций на передних N_{12} колесах трактора (например, тягового класса 5 «БЕЛАРУС 3022») и массу съемных балластных грузов G_B от тягового усилия на крюке в виде номограммы. Направление вертикальных осей N_{12} и G_B будет противоположно (рис. 1).

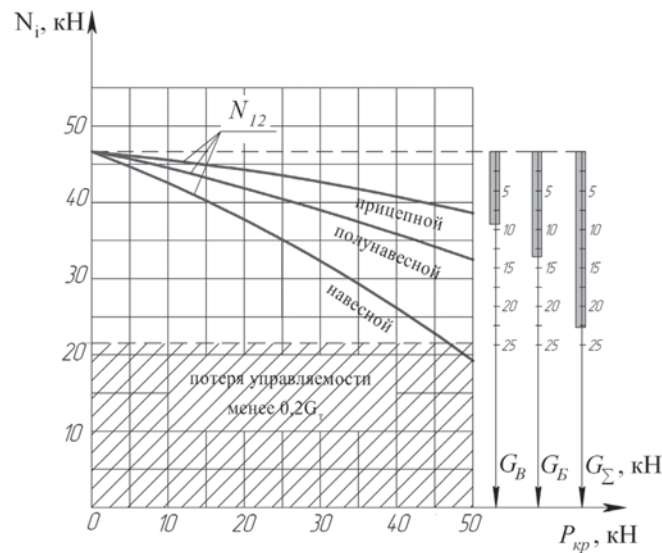


Рис. 1. Номограмма для определения веса балластных грузов при различных способах агрегатирования трактора «БЕЛАРУС 3022»

На тракторе «БЕЛАРУС 3022» заводом также рекомендовано заливать водный раствор в шины передних колес 75 % от номинального объема. При шинах передних колес в основной комплектации 600/65R34 масса водного раствора составит 920 кг [5]. На номограмме добавим еще две оси: одну с водным раствором G_B и суммарным балластом ось G_{Σ} , т.к. на тракторе уже может быть установлен один из вариантов балласта.

В процессе подбора необходимой массы балласта механизатор определяет способ агрегатирования трактора с сельскохозяйственной машиной: навесной, полунавесной или прицепной и примерное тяговое усилие. Далее из точки пересечения тягового усилия с величиной нормальной реакции на передние колеса проводит горизонтальную линию на ось массы балласта. Определяет вариант балласта (быстросъемные грузы, водный раствор, быстросъемные грузы + водный раствор) выражение (1).

Масса балластного груза на передней оси трактора, кг

$$m_{B12} = (G_B + G_B) \cdot 100. \quad (1)$$

Пример 1. Состав агрегата «БЕЛАРУС 3022ДЦ» + КГР-4,0. Способ агрегатирования навесной. Тяговое усилие 45 кН.

$$m_{B12} = (13,5 + 9,2) \cdot 100 = 2270 \text{ кг.}$$

Пример 2. Состав агрегата «БЕЛАРУС 3022ДЦ» + ППО-8-40К. Способ агрегатирования полунавесной. Тяговое усилие 45 кН.

$$m_{B12} = 12,5 \cdot 100 = 1250 \text{ кг.}$$

В нижней части номограммы показана заштрихованная зона. Разгрузка передней оси до указанных пределов приводит к потере управляемости тракторного агрегата.

Для балластирования трактора, работающего с несимметричной тяговой нагрузкой, например по схеме «правые колёса в борозде», необходимо учесть два основных фактора: перераспределение веса трактора от перекоса (глубины борозды) и от ширины захвата плуга. Несимметричная тяговая нагрузка создает отклоняющий момент, действующий на трактор, что ухудшает курсовую устойчивость пахотного агрегата. Выравнивание нормальных нагрузок на колесах трактора не только повысит тягово-сцепные свойства трактора, но и улучшит курсовую устойчивость пахотного агрегата в целом.

В работе [6] рассмотрено силовое взаимодействие трактора с плугом в горизонтальной плоскости, учитывающее влияние несимметричной тяговой нагрузки на тягово-энергетические показатели пахотного агрегата. Одними из результатов этих исследований являются выражения для нахождения нормальных реакций на передние N_{12} и задние N_{34} колеса трактора, учитывающие перераспределение веса от ширины захвата плуга и перекоса в поперечной плоскости (глубины борозды). Результаты расчетов также представим в виде номограммы. Из номограммы (рис. 2) видно, что масса балласта по колесам будет разной.

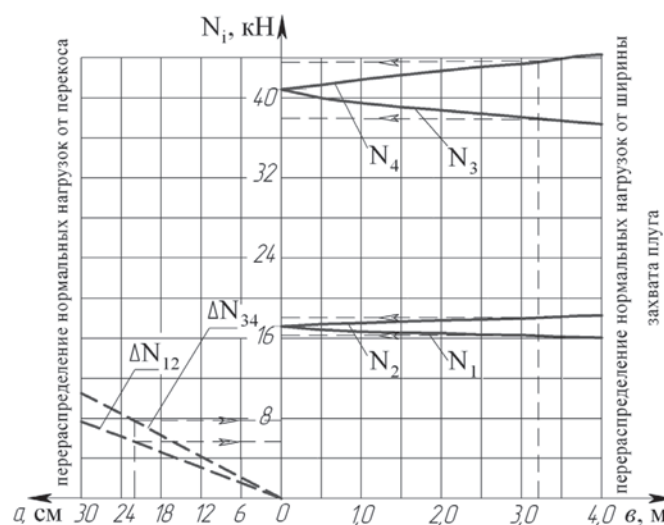


Рис. 2. Номограмма для определения веса балластных грузов при работе по схеме «правые колёса в борозде» трактора БЕЛАРУС 3022

Для выравнивания нормальных нагрузок на правые и левые колеса трактора при несимметричной тяговой нагрузке в зависимости от механического состава почвы и агрофона определяются с шириной захвата плуга. Далее по номограмме (рис. 2) выбирают необходимые значения нормальных нагрузок в зависимости от ширины захвата и глубины вспашки и подставляют в выражения для вычисления необходимой массы балласта.

Масса балластного груза левого переднего колеса $i = 2$, кг

$$m_{Б2} = [(N_1 + \frac{\Delta N_{12}}{2}) - (N_2 - \frac{\Delta N_{12}}{2})] \cdot 100. \quad (2)$$

Масса балластного груза левого заднего колеса $i = 4$, кг

$$m_{Б4} = [(N_3 + \frac{\Delta N_{34}}{2}) - (N_4 - \frac{\Delta N_{34}}{2})] \cdot 100. \quad (3)$$

Пример 3. Состав агрегата трактор «Беларус 3022ДЦ» + ППО-8.30/50. Способ агрегатирования полунавесной. Глубина пахоты 22 см. Ширина захвата 3,2 м.

$$m_{Б2} = [(16,4 + \frac{5,6}{2}) - (18,1 - \frac{5,6}{2})] \cdot 100 = 390 \text{ кг};$$

$$m_{Б4} = [(38,4 + \frac{7,6}{2}) - (43,7 - \frac{7,6}{2})] \cdot 100 = 230 \text{ кг}.$$

Заключение

Рациональное применение систем балластирования трактора должно учитывать:

- способ агрегатирования: навесной, полунавесной или прицепной агрегат;
- схему работы: «по краю борозды» (симметричная) или «правые колёса в борозде» (несимметричная).
- вариант балластирования, уже установленного на тракторе.

Применение правильно определенной массы балласта снизит буксование трактора в 1,5–2 раза, гектарный расход топлива на 6–8 %, повысит производительность на 10–15 %, курсовую устойчивость агрегата и качество работы.

Подобные методики рекомендуется размещать производителям тракторов или сельскохозяйственных машин в разделе «Агрегатирование» их руководств по эксплуатации.

Список использованных источников

1. О безопасности сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов и прицепов к ним : ТР ТС 031/2012 : принят 20.07.2012 : вступ. в силу 15.02.2015 / Евраз. экон. комис. – 2012. – 60 с.
2. Горин, Г.С. Влияние малых взаимных перемещений трактора и навесного сельхозорудия на тяговую и общую динамику их взаимодействия / Г. С. Горин, А. В. Захаров, А. В. Ващула // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2009. – № 4. – С. 97–107.
3. Горин, Г. С. Влияние малых взаимных перемещений трактора и полунавесного, прицепного сельхозорудий на тяговую и общую динамику их взаимодействия / Г. С. Горин, А. В. Захаров, А. В. Ващула // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2010. – № 2. – С. 105–112.
4. Специальные испытания по оценке эффективности использования передних балластных грузов тракторов марки «БЕЛАРУС 2522ДВ» и «БЕЛАРУС 3022ДВ» : Отчет № 129Б8/1 // ГУ «Белорусская МИС». – 30.10.2008. – 21 с.
5. Трактор «Беларус 3022/3522» и его модификации. Руководство по эксплуатации. – ПО «Минский тракторный завод», 2014. – 394 с.
6. Курсовая устойчивость пахотного МТА при работе с несимметричной тяговой нагрузкой / Г. С. Горин [и др.] // Агропанорама. – 2007. – № 3. – С. 18–23.