

## Пути повышения продольной устойчивости навесных агрегатов

*Е.В. Припоров, к.т.н., ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ*

Посевные качества семенного материала зависят от технологии послеуборочной обработки семян в семяочистительной машине. Установлена закономерность влияния на скорость витания геометрических размеров и индивидуальной массы семян [1]. Авторами предложена технология послеуборочной обработки семян, состоящая из машин отечественного производства и оптического фотосепаратора, входящего в состав семяочистительного комплекса [2–4].

Важный фактор роста урожайности зерновых – повышение плодородия почвы. Авторами предложена конструкция прибора для настройки дозатора центробежного аппарата на требуемое место подачи на рассеивающий диск. Использование прибора позволяет качественно вносить гранулированные минеральные удобрения [5–7]. При выборе марки трактора в составе агрегата для внесения минеральных удобрений следует использовать методику выбора энергосберегающего режима работы трактора, разработанную авторами [8].

**Материал и методы исследования.** Известны три способа агрегатирования рабочей машины с трактором. Прицепной способ агрегатирования – вес машины полностью воспринимается опорными колёсами во время транспортирования. Полунавесной способ агрегатирования – вес рабочей машины перераспределяется на трактор и на опорные колёса во время транспортирования. Основным недостатком прицепного и полунавесного способа агрегатирования – увеличение радиуса поворота и

снижение производительности агрегата. Расчёты показывают, что при одинаковой ширине захвата производительность навесного агрегата выше, чем прицепного или полунавесного, в среднем на 25–35%.

Машины при навесном способе агрегатирования навешиваются на заднюю навесную систему трактора. Грузоподъёмность навесной системы изменяется от номинальной до максимальной. Номинальная грузоподъёмность гидросистемы определяется величиной массы, которую возможно поднять на вылете центра тяжести относительно оси задних колёс на расстоянии не более 1500 мм. Величина максимальной массы грузоподъёмности ограничивается максимальной массой на шарнирах продольных тяг при установке раскосов.

При заднем расположении машины происходит потеря продольной устойчивости трактора в момент транспортирования. Во время рабочего хода разгрузка передних управляемых колёс не приводит к опрокидыванию трактора с навесным орудием. Это связано с тем, что при отрыве передних управляемых колёс от поверхности почвы трактор с навесной машиной начнёт опираться на рабочие органы машины. В момент контакта с почвой рабочих органов опрокидывание прекратится и управляемость трактора восстановится. Опасным с точки зрения управляемости передних колёс является холостой ход агрегата. В этом случае масса навесной машины полностью передаётся на трактор, что снижает нагрузку на передние управляемые колёса и приводит к потере продольной устойчивости. В производственных условиях при

агрегатировании трактора с навесными машинами требуется проверка на продольную устойчивость. Для обеспечения продольной устойчивости и управляемости трактора при заднем расположении рабочей машины устанавливаются противовесы на переднюю балку [9].

Согласно ГОСТу 12.2.111-85 «Машины сельскохозяйственные навесные, прицепные. Общие требования техники безопасности» величина минимальной нагрузки на передние управляемые колёса для обеспечения управляемости должна быть не менее 20% от эксплуатационной массы трактора.

Современные трактора отечественного и импортного производства снабжены кронштейном для установки сборных балластных грузов на переднюю балку трактора. Общая масса сборных балластных грузов в зависимости от мощности двигателя трактора доходит до 1000 кг и более. Такая установка грузов, с одной стороны, способствует догрузке передних ведущих колёс, а с другой – увеличивается эксплуатационный вес трактора, что приводит к снижению топливной экономичности агрегата.

При агрегатировании трактора с навесной машиной необходимо выполнить нижеследующие мероприятия:

- определить эксплуатационную массу трактора, максимальную допустимую массу трактора и массу машины по данным технической характеристики;
- довести давление воздуха в шинах до величины, указанной в технической характеристике машины;
- величина нагрузки на переднюю и заднюю ось трактора в составе агрегата не должна превышать общую грузоподъёмность для каждой из осей, которая указана в таблице грузоподъёмности шин;
- проверить необходимую величину грузоподъёмности навесного устройства трактора;
- присоединить машину к трактору в трёх точках и установить раму в горизонтальном положении;
- подняв машину в транспортное положение, отрегулировать боковое качание задних концов тяг в пределах допустимых.

**Результаты исследования.** Из условия равновесия системы сил с задним расположением машины определена масса груза при допустимой величине нагрузки на управляемые колёса, равной 20% от эксплуатационной массы трактора. Величина этого противовеса определяется по формуле:

$$G_2 = \frac{G_M(0,2l_T + l_M) - G_T(0,8l_T - l_{II})}{l_2 + 0,8l_T}, \quad (1)$$

- где  $G_2$  – масса груза, кг;  
 $l_T$  – база трактора, м;  
 $l_M$  – расстояние от задней оси трактора до центра масс машины, м;  
 $G_M$  – масса машины, кг;  
 $l_2$  – расстояние от передней оси трактора до центра масс груза, м;

$l_{II}$  – расстояние от передней оси трактора до центра масс трактора, м.

Представленное выражение определяет основные параметры агрегата, влияющие на массу противовеса. Снизить массу противовеса возможно за счёт компактного расположения рабочих органов навесной машины. На рисунке 1 представлена зависимость массы противовеса от массы рабочей машины при постоянной массе трактора. Приняты следующие исходные данные по трактору: эксплуатационная масса трактора – 4000 кг, база трактора – 2,45 м, расстояние от задней оси трактора до центра масс трактора – 1,5 м, расстояние до центра масс груза – 0,4 м.



Рис. 1 – Зависимость массы груза от массы машины

На графике видно, что увеличение массы рабочей машины при фиксированной массе трактора сопровождается пропорциональным увеличением массы груза для сохранения продольной устойчивости навесного агрегата.

Масса рабочей машины для агрегатирования с трактором, при которой нагрузка на управляемые колёса составляет 20% от эксплуатационной массы трактора, определяется по известной формуле:

$$G_{M \min} = \frac{G_T(0,8l_T - l_{II})}{l_M + 0,2l_T}, \quad (2)$$

где  $G_{M \min}$  – минимальная масса машины, кг.

Исходные данные к расчёту минимальной массы рабочей машины: база трактора – 2,45 м, расстояние от центра масс трактора до передней оси – 1,2 м, расстояние от задней оси до центра масс машины – 1,5 м. На основе принятых исходных данных построена зависимость минимальной массы машины от массы трактора и представлена на рисунке 2.

Для принятых исходных данных при массе трактора, равной 4400 кг, минимальная масса рабочей машины составляет 1680 кг.

Зависимость массы противовеса от расстояния до центра масс трактора представлена на рисунке 3.

Анализ представленного графика свидетельствует, что увеличение расстояния от передней оси до центра масс сопровождается увеличением массы противовеса при фиксированном значении массы трактора и массы рабочей машины.

Величина нового положения центра масс трактора определяется на основе теории сложения сил,

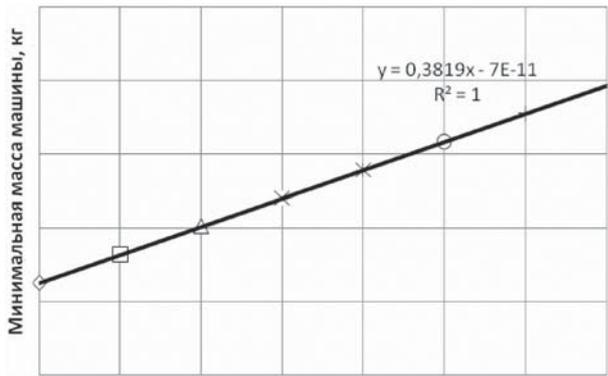


Рис. 2 – Зависимость минимальной массы машины от массы трактора

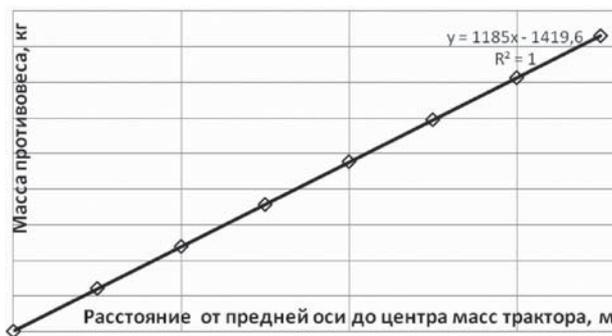


Рис. 3 – Зависимость массы противовеса от расстояния до центра масс трактора

известной из курса «Теоретическая механика». Величина нового положения центра масс трактора определяется по выражению:

$$\ell_{nn} = \frac{G_T \ell_T - G_z \ell_z}{G_T - G_z} \quad (4)$$

Из формулы 4 следует, что новое положение центра масс трактора зависит от массы трактора, массы груза, базы трактора и расстояния от передней оси трактора до центра масс груза.

Оценка управляемости навесного агрегата проводится по значению коэффициента запаса продольной устойчивости. Величина коэффициента запаса продольной устойчивости трактора по Д.А. Чудакову определяется по известной формуле [10]:

$$\epsilon_n = \frac{G_m l_m}{G_T (l_T - l_{nn})} \quad (5)$$

**Выводы.** Результаты исследования свидетельствуют:

– до 95–98% сеялок агрегируются с трактором навесным способом;

– навесной способ агрегатирования позволяет повысить маневровые свойства агрегата. Уменьшение радиуса поворота сопровождается повышением производительности агрегата по сравнению с прицепным или полунавесным в среднем на 25–35%;

– ресурсосберегающий режим движения трактора обеспечивается при агрегатировании трактора с рабочей машиной, масса которой равна минимальной массе. Величина этой массы обеспечивает нагрузку на управляемые колёса в пределах допустимой величины;

– увеличение массы трактора приводит к увеличению минимальной массы рабочей машины, для которой обеспечивается ресурсосберегающий режим движения агрегата;

– заднее расположение рабочей машины, масса которой превышает минимальную, сопровождается смещением центра масс агрегата во время холостого хода. Оценка управляемости навесного агрегата проводится по коэффициенту продольной устойчивости. Величина коэффициента определяется по формуле профессора А.А. Чудакова.

### Литература

1. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Влияние толщины, ширины и индивидуальной массы семян подсолнечника на скорость их витания // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2010. № 1 (142–143). С. 76–80.
2. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Технология послепосевной обработки семян сои с использованием машин отечественного производства // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 4 (12). С. 119–122.
3. Припоров И.Е. Обоснование применения оптического фотоэлектронного сепаратора в составе универсального семяочистительного комплекса // Конкурентная способность отечественных гибридов, сортов и технологии возделывания масличных культур: сб. матер. VIII междунар. конф. молодых учёных и специалистов. Краснодар, 2015. С. 138–141.
4. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Качественные показатели работы фотосепаратора по фракционной технологии при разделении семян подсолнечника // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 1–3 (32). С. 23–25.
5. Устройство для поверхностного рассева минеральных удобрений и других сыпучих материалов: пат. 2177216 Рос. Федерация / Якимов Ю.И., Иванов В.П., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б.: заявл. 14.03.00; опубл. 27.12.01.
6. Припоров Е.В. Центробежный аппарат с подачей материала вдоль лопаток. Е.В. Припоров, С.Н. Картохин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1499–1511.
7. Центробежный рабочий орган для рассева сыпучего материала: пат. 2177217 Рос. Федерация / Ю.И. Якимов, Е.В. Припоров, В.П. Иванов, В.П. Заярский, Г.И. Волков, О.Б. Селивановский: заявл. 14.03.00; опубл. 27.12.01.
8. Припоров Е.В. Определение энергосберегающего режима работы тягового агрегата // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 5 (15). С. 92–95.
9. Львов Е.Д. Теория трактора. М.: Машгиз, 1960. 252 с.
10. Михайловский Е., Цымбалин В. Теория трактора и автомобиля. М., 1960. 326 с.