

мальна и составляет 71,98 кВт с вращающим моментом 7319 мин^{-1} . Транспортное средство достигает своего максимального вращающего момента, мощность электродвигателя составляет 69,02 кВт с вращающим моментом в 4183 мин^{-1} . Согласно заводским техническим требованиям, произведен расчет максимального вращающего момента и мощности двигателя, когда частота вращения двигателя составляет 4500 мин^{-1} или транспортное средство движется приблизительно со скоростью 63 км/ч. В этом анализе максимальный вращающий момент достигнут при скорости 60 км/ч, это означает, что электродвигатель должен достигнуть своей максимальной точки, которая составляет 105 кВт. Но при проведении вычислений получаем 71,98 кВт. Таким образом, для достижения высоких эксплуатационных показателей транспортного средства максимальная мощность должна быть меньше по сравнению с заводской оценкой ($71,98 \text{ кВт} < 105 \text{ кВт}$).

Исходя из результатов моделирования и анализа Toyota Camry Hybrid получены следующие выводы.

1. В режиме электромобиля максимальный вращающий момент синхронного электродвигателя с постоянными магнитами составляет 38,98 нм в 2872 мин^{-1} с мощностью 11,71 кВт.

2. При тестировании РЭ ДВС начнет работать в определенный момент, когда электродвигатель достигнет 37,81 нм вращающего момента в 3291 мин^{-1} с мощностью 12,83 кВт.

3. Максимальная мощность синхронного электродвигателя в ГСУ транспортного средства составляет 71,98 кВт, которая меньше по сравнению с заводской оценкой (105 кВт).

Электродвигатель используется только в диапазоне скорости 0...45 км/ч с малым ускорением $\sim 0,32 \text{ м/с}^2$. В этом диапазоне мощность, необходимая синхронному электродвигателю, составляет приблизительно 12 кВт. Таким образом, заводская оценка мощности электродвигателя (105 кВт) намного больше по сравнению с требуемым количеством мощности ($\sim 12 \text{ кВт}$).

Список литературы

1. Toyota Hybrid System: THS II. Toyota Motor Corporation. — Tokyo, May 2003.
2. Camry Hybrid Owner's Manual. — Toyota, 2012.
3. Krishnan R. Permanent Magnet Synchronous And Brushless DC Motor Drive. — Boca Raton: CRC Press, 2010.
4. Olszewski. Mitch. Evaluation of the 2007 Toyota Camry Hybrid Synergy Drive System. — Tennessee: Oak Ridge National Laboratory, 2008.
5. Toyota Camry Hybrid — 2012 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.hybridcars.com/toyota-camry-hybrid-overview.html>

УДК 631.31.333. 634.8

Н.Ф. Баширова, аспирант

НИИ «Агротехника», г. Гянджа, Азербайджанская Республика

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА

Современные требования к средствам возделывания различных сельскохозяйственных культур предусматривают необходимость применения инновационных почвозащитных и энергосберегающих технологий и технических средств минимальной обработки почвы, позволяющих существенно сократить количество проходов тракторных агрегатов по полю, уменьшить уплотнение почвы и создать наиболее благоприятный водно-воздушный режим питания растений.

В целях реализации преимуществ минимальной обработки почвы разработан агрегат для обработки почвы и посева (рисунок).

На основе рациональной формулы акад. В.П. Горячкина и его модульной интерпретации рассмотрены составляющие тягового сопротивления агрегата:

$$P = fG + kab + \varepsilon abv^2, \quad (1)$$

где G — вес агрегата в статическом состоянии, кН; f — коэффициент трения почвы, $f = 0,35...0,55$; k — коэффициент удельного сопротивления почвы, $k = (0,45...0,75) \cdot 10^{-1}$ Мпа; a — глубина обработки, см; b — ширина захвата, см; ε — коэффициент скоростного сопротивления, $\varepsilon = 108 \text{ кгс}^2/\text{м}^4$; v — скорость поступательного движения, м/с, $v = 1,5...1,8 \text{ м/с}$.

$$P_T = P_f + P_{c.l} + P_{ш} + P_{фб} + P_{бор} + P_{сош}, \quad (2)$$

где P_f — тяговое сопротивление от веса агрегата, кН, $P_f = fG$, где $f = 0,35...0,55$; $P_{c.l}$ — тяговое сопротивление стрельчатой лапы, кН; $P_{ш}$ — тяговое сопротивление щеллера, кН; $P_{фб}$ — тяговое сопротивление фрезбарабана секции, кН; $P_{бор}$ — тяговое сопротивление бороздореза, кН; $P_{сош}$ — тяговое сопротивление сошника, кН.

Для пассивного рабочего органа, т. е. для одной глубококорыхлительной стрельчатой лапы $P_{c.l}$ силу

сопротивления деформации почвы можно определить по формуле

$$P_{c.l} = kh_{c.l}b_{c.l}, \quad (3)$$

где k — коэффициент, характеризующий свойства почвы, принимаемый равным $k = 0,8 \dots 1,5 \text{ Н/м}^2$; $h_{c.l}$ — глубина обработки стрельчатой лапы, м; $b_{c.l}$ — ширина захвата стандартной стрельчатой лапы, м.

Так как в агрегате 11 глубокорыхлительных стрельчатых лап спереди на раме в первом и втором рядах, то тяговое сопротивление:

$$P_{c.l} = 11(kh_{c.l}b_{c.l}). \quad (4)$$

Учитывая наличие четырех щелерезов ($n_{щ} = 4$), заблокированных с четырьмя фрезерными секциями, тяговое сопротивление его определится из выражения

$$P_{щ} = n_{щ}(2N\sin\gamma + 2Nf\cos\gamma), \quad (5)$$

где N — нормальная реакция сопротивления почвы, кН, $N = \frac{1}{2}a_{щ}b_{щ}\frac{q}{\sin\gamma}$, 2γ — угол заострения, град; q — давление, приходящееся на 1 см^2 ножа, Н/см^2 ; a, b — соответственно ширина и толщина ножа, см.

$$P_{щ} = 4qa_{щ}b_{щ}(1 + \text{ctg}\gamma). \quad (6)$$

Снижение величины угла заострения будет способствовать повышению тягового сопротивления щелереза, а при значении $\gamma = 90^\circ$

$$P_{щ} = 4q_{щ}a_{щ}b_{щ}. \quad (7)$$

Вследствие этого угол заострения 2γ соответственно принимают равным до 55° для песчаных почв, для легких суглинков — 45° и для суглинистых почв — 30° .

Для одной секции фрез барабана тяговое сопротивление определяется из равенства при вращении его сверху вниз:

$$P_{ф.б} = Sb_{ф}q_{ф}f + P_0\sin\alpha, \quad (8)$$

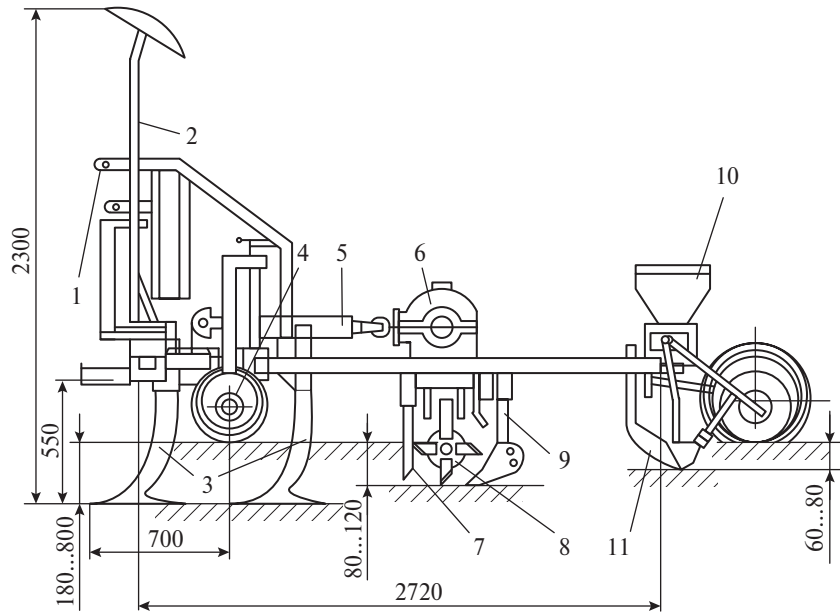
где S — площадь сегмента, образованного при вхождении ножей в почву, см^2 ; P_0 — сила окружной скорости вращения, кН; α — угол наклона от горизонтальной составляющей сопротивления почвы.

Соответственно для четырех секций фрез барабана с учетом выражения (6) имеем

$$P_{ф.б} = 4(Sb_{ф}q_{ф}f + P_0\sin\alpha). \quad (9)$$

Аналогично для тяговых сопротивлений четырех бороздорезов и четырех сошников агрегата можно принять равенства:

$$P_{бор} = 4q_бa_бb_б(1 + \text{ctg}\gamma), \quad (10)$$



Комбинированный агрегат для обработки почвы и посева (вид сбоку):
 1 — рама; 2 — маркер; 3 — стрельчатые лапы; 4 — опорное колесо;
 5 — карданная передача; 6 — конический редуктор; 7 — щелерез; 8 — секция фрезы; 9 — бороздорез; 10 — высевной аппарат; 11 — сошник

$$P_{сош} = 4q_{сош}a_{сош}b_{сош}(1 + \text{ctg}\gamma). \quad (11)$$

С учетом равенств (4, 8–11) по формуле (2) можно записать общее тяговое сопротивление комбинированного агрегата:

$$P_T = P_f + P_{c.l} + P_{щ} + P_{ф.б} + P_{бор} + P_{сош} = fG + 11(kh_{c.l}b_{c.l}) + 4[(q_{щ}a_{щ}b_{щ} + Sb_{ф}q_{ф}f + P_0\sin\alpha) + (1 + \text{ctg}\gamma)(q_бa_бb_б + q_{сош}a_{сош}b_{сош})]. \quad (12)$$

Полученная формула (12) характеризует технологический процесс совмещения обработки почвы с посевом однолетних сельскохозяйственных культур и может быть использована при разработке конструкций комбинированных агрегатов к почвам различного механического состава.

Список литературы

1. Демшин С.Л., Владимиров Е.А. Расчет оптимальной ширины захвата агрегата для обработки почвы и посева // Техника в сельском хозяйстве. — 2010. — № 5. — С. 3–6.
2. Баширова Н.Ф. Почвообрабатывающий посевной агрегат // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 7-й Международной научно-техн. конференции ВИЭСХ. — Ч. 2. — М., 2010. — 4 с.
3. Баширова Н.Ф. Инновационная технология комбинированной обработки почвы и посева // Научно-технический прогресс в с.-х. производстве: материалы международной научно-техн. конференции РУН «НПП НАН Беларуси по механизации с. х.». — Минск, 2013. — С. 18–20.
4. Баширова Н.Ф. Планирование эксперимента при совмещении процесса обработки почвы и посева // Аграрная наука Азербайджана. — 2013. — 6 с.