

$$E = k_e E_0 \geq E_3 = 7,6 \text{ В/мм} \quad (9)$$

де k_e - безрозмірний коефіцієнт, що комплексно враховує вплив зміни відстані між вугільним електродом і зміцнюючою поверхнею, відповідно товщину затверділого шару пасти і параметрів коливань електрода, і дорівнює:

$$k_b = h(1 + 1,29k_a \sqrt[3]{A_0 v^2 k_h^2 h^{10} D^4})^{-1} \quad (11)$$

E_0 - напруженість електричного поля на рухомому електроді,

де $E_0 = U_0 - (U_a + U_k)/h$; В / мм.

Висновки:

1. Зі збільшенням товщини затверділого шару пасти вплив коливань електрода на напруженість електричного поля знижується не лінійно. При цьому, при збільшенні товщини затверділої шару пасти напруженість електричного поля зменшується в більшій мірі;
2. Враховуючи властивості затверділого шару пасти, а також необхідну для запалювання дуги напруженість електричного поля найбільш її раціональною товщиною є $h=2,2 \dots 2,4$ мм .

Список літератури:

1. Аулов, В.Ф. Получение износостойких композиционных боридных покрытий на стали 65Г при ТВЧ-нагреве / В.Ф. Аулов, В.В. Иванайский, А.И. Ишков и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2014. - Т. 115. - С. 139-145.
2. Борак К. В., Герук С. М., Крук И. С. Повышение долговечности стрелчатых лап паровых культиваторов. *Agronomata*. 2020. № 2 (138). Р. 10–14.
3. Виноградов, В.В. Восстановление и упрочнение стрелчатых лап почвообрабатывающих машин металлокерамическими материалами / В.В. Виноградов // Молодежь и XXI век - 2016: Материалы VI Международной молодежной научной конференции. Курск. - 2016. - С.89-94.
4. Ахметшин, Т.Ф. Повышение износостойкости и долговечности стрелчатых лап культиваторов: дисс. ... канд. тех. наук / Ахметшин Тимурбай Фахрисламович. - М., 1988. - 245 с.
5. Виноградов, В.В. Исследование технического состояния стрелчатых лап широкозахватных культиваторов типа КШУ, упрочненных методом КВДУ / В.В. Виноградов // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: сборник научных статей в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал - 2016». Ставрополь. - 2016. - С. 315-320.
- Зайцев, С.А. Повышение износостойкости рабочих поверхностей лап культиватора газопламенным напылением с последующим оплавлением: дис. ... канд. тех. наук / Зайцев Сергей Александрович. - М., 2013. - 164 с.
6. Коломейченко, А.В. Влияние керамических компонентов пасты на твердость упрочненных карбовибродуговым методом поверхностей / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов и др. // Труды ГОСНИТИ. - 2015. - Т.118. - С. 140-145.
7. Сена Л. А. Единицы физических величин и их размерности / Учебно-справочное руководство. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1988. — 432 с. — ISBN 5-02-013848-7.
8. Тененбаум, М.М. Повышение долговечности стрелчатых лап культиваторов для сплошной обработки почвы: Экспресс-информ. / М.М. Тененбаум, Т.Ф. Ахметшин, В.И. Гасилин и др. // ЦНИИТЭИ. Сер. Сельскохозяйственные машины и орудия. - М., 1987. - Вып. 11-8 с.

28. Г.И. Гедроить, к.т.н., доцент, С.В. Занемонский, Н.В. Павлючук, к.б.н., Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

СТАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШИН ДЛЯ СЕЛЬСХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Введение

Агротехнические и тягово-сцепные свойства колесных машин в значительной степени определяются способностью шины деформироваться в радиальном направлении и изменять при этом площадь пятна контакта с опорным основанием. Опорные свойства шин характеризуются площадью пятна контакта, средним и максимальным давлением в контакте [1, 2]. Экспериментальное определение параметров пятна контакта шин дает наиболее точные результаты. При решении задач оптимизации ходовых систем экспериментально определить параметры пятна контакта часто невозможно. Поэтому важным является получение и обобщение данных по определенным группам шин. Ниже приведены сведения о параметрах пятна контакта и методика статических исследований, позволяющая определить закономерности деформирования шин,

применяемых на прицепах, машинах для внесения органических удобрений и др. сельскохозяйственной технике.

Основная часть

В качестве объектов исследований использовались шины 16,5/70-18 мод. КФ-97 и 22/70-20 мод. Ф-118.

В процессе экспериментальных исследований шин на жестком основании определяют следующие параметры: деформацию шины на жестком основании, контурную площадь пятна контакта шин, длину и ширину пятна контакта, площадь контакта по выступам рисунка протектора, наружный диаметр шин; ширину профиля шин, ширину беговой дорожки, стрелу дуги протектора. Все необходимые для расчетов данные по шинам определяются из нормативной документации или путем несложных замеров.

Схема стенда для статических исследований шин представлена на рис. 1.

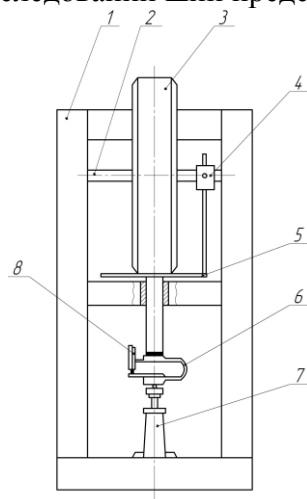


Рисунок 1 – Стенд для статических исследований шин

1 – рама стенда; 2 – ось; 3 – испытываемая шина; 4 – линейка для измерения нормального прогиба шины; 5 – стол; 6 – домкрат ДОСМ-3-5; 7 – домкрат; 8 – индикатор часового типа

Для создания радиальной нагрузки служит стол стенда (5), который имеет возможность при помощи домкрата (гидроцилиндра) перемещаться вертикально по направляющей. Нагрузка на шину регистрируется динамометром ДОСМ-3-5 (6) при помощи индикатора (8) часового типа с ценой деления 0,01 мм. Внутренне давление воздуха P_w измеряется образцовым манометром типа МО модели 11202, класс точности 0,4, до создания нагрузки. Статический радиус колеса измеряется линейкой от центра неподвижного колеса, нагруженного нормальной нагрузкой, до опорной плоскости с точностью до 1 мм. Деформация шины λ под действием нормальной нагрузки G измеряется линейкой по нормали от центра колеса к опорной поверхности.

Для построения двухфакторного уравнения регрессии второго порядка необходимо составить матрицу планирования (табл. 1), созданную на базе ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП).

Таблица 1 - Матрица моделирования для построения ортогонализированного двухфакторного уравнения регрессии второго порядка на базе ОЦКП

N_k	Факторы					
	X_{0j}	X_{1j}	X_{2j}	$X_{1j} X_{2j}$	$X_{1j}^2 - 2/3$	$X_{2j}^2 - 2/3$
1	+	-	-	+	1/3	1/3
2	+	+	-	-	1/3	1/3
3	+	-	+	-	1/3	1/3
4	+	+	+	+	1/3	1/3
5	+	0	0	0	- 2/3	- 2/3
6	+	-	0	0	1/3	- 2/3
7	+	+	0	0	1/3	- 2/3
8	+	0	-	0	- 2/3	1/3
9	+	0	+	0	- 2/3	1/3

Уравнения регрессии, полученные в результате реализации ОЦКП, позволяют определить нормальную деформацию исследованных шин (табл. 2). В уравнениях размерность λ – в мм, G – в кН, P_w – в кПа.

Таблица 2 – Уравнения регрессии для определения деформации шин

Шина	Уравнение регрессии	Область эксперимента		Критерий Фишера	
		G , кН	P_w , МПа	F_{α}	F_T
16,5/70-18 мод. КФ-97	$\lambda=23,3+3,33G-175,4P_w+372,9 P_w^2-5,38P_wG$	15...35	0,13...0,37	1,91	2,93
22/70-20 мод. Ф-118	$\lambda=52,74+3,41G-376,3P_w-0,0113G^2+792 P_w^2-4,95P_wG$	10...45	0,15...0,25	2,73	3,16

ГОСТ 7057-81 [3] рекомендует определять контурную площадь F_k экспериментально. Однако это требует специального оборудования, поэтому при расчетах, создании новых шин и машин контурную площадь определяют аналитически.

Считается, что форма пятна контакта эллиптическая, однако это допущение справедливо для идеализированной шины, в реальности шины из-за жесткости каркаса деформируются не только в контакте, а ее форма в поперечном сечении не является тором, изгибаются боковины, деформируется беговая дорожка вне зоны контакта. С учетом этого определить контурную площадь пятна контакта на жестком основании можно из выражения [1]:

$$F_k = \frac{\pi}{4} \varepsilon a_k b_k \approx 2\pi \varepsilon k_L k_B \lambda \sqrt{Rr}; \quad (1)$$

где ε – коэффициент эллипсовидности пятна контакта, показывает во сколько раз контурная площадь пятна контакта отличается от расчетной по формуле для эллипса;

k_L – коэффициент длины пятна контакта;

k_B – коэффициент ширины пятна контакта;

a_k – длина отпечатка контурной площади на жестком основании;

b_k – ширина отпечатка контурной площади на жестком основании;

λ – деформация шины под действием нормальной нагрузки;

R, r – соответственно радиусы шины и беговой дорожки протектора.

При этом дальнейшие расчеты выполним по формулам:

$$a_k = 2k_L \sqrt{2R\lambda - \lambda^2} \approx 2k_L \sqrt{2R\lambda}; \quad (2)$$

$$b_k = 2k_B \sqrt{2r\lambda - \lambda^2} \approx 2k_B \sqrt{2r\lambda}; \quad (3)$$

Для шин сельскохозяйственных машин средние значения коэффициентов ε, k_L, k_B составляют соответственно 1,07, 0,78, 0,81. В формулах (1)...(3) переход от точных выражений к приближительным выполнен в связи с тем, что в подкоренных выражениях второй член значительно меньше первого.

Выводы

Пользуясь полученными уравнениями можно определить показатели опорных свойств, значения контурной площади пятна контакта, нормальной деформации шин в широком диапазоне нагрузок и давления воздуха в шинах. Нормальная нагрузка на колесо может изменяться в ходе технологического процесса и при использовании шин для разных машин. В последнем случае изменяется и давление воздуха в шинах. Давление воздуха может устанавливаться разным также в зависимости от твердости опорного основания, скоростного режима. В общем случае зависимость деформации шин от нагрузки и давления воздуха нелинейная.

Литература

1. Гедроить, Г.И. Опорные свойства шин для сельскохозяйственной техники / Г.И. Гедроить //Агропанорама. – 2009, № 4. – С. 22-27.
2. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву: ГОСТ 26955-86. – М. Издательство стандартов, 1986. – 11 с.
3. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний: ГОСТ 7057-81. – М. Издательство стандартов, 1998. – 18 с.