

Заключение

Как видно из рисунка 2, с увеличением η функция $F(\eta)$ возрастает и для практических значений $\eta = 0,7 \dots 0,9$ изменяется от 1,78 до 2,12. Это означает, что, по сравнению с формулой (12), формула (14) дает ошибку в сторону уменьшения момента сопротивления от 180 до 210 %. Следовательно, для определения момента сил сопротивления повороту трактора нельзя ограничиться рассмотрением вращения отдельной гусеницы вокруг своего полюса, т. к. при такой расчетной схеме пренебрегается ширина колеи трактора, процесс поворота не соответствует действительности, что, как можно убедиться из приведенного выше анализа, ведет к очень грубым ошибкам.

С другой стороны, график функции

$F(\eta)$ показывает, что при данном значении базы L трактора, чем меньше отношение $\eta = B/L$, тем меньше момент сопротивления и трактор более поворотлив. Поэтому для улучшения маневренности трактора при данном L колею трактора B следует взять по возможности меньшим. Однако, для работы на склонах лучше иметь большее значение B , что, кроме лучшего перераспределения давлений по бортам трактора, будет противодействовать также его самопроизвольному повороту вниз по склону и улучшит устойчивость курса движения.

Материал поступил в редакцию 16.09.2015.

Сиреканян Самвел Рафикович, кандидат технических наук, доцент
E-mail: samsir1@rambler.ru

УДК 502/504:631.558.1

Н. А. МОЧУНОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ ТЯГОВОЙ НАГРУЗКИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ПЕРЕКАТЫВАНИЮ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

В статье представлены зависимости силы сопротивления перекатыванию колесного трактора от изменения частоты колебания нагрузки на крюке на разных поверхностях, полученные экспериментальным путем. Показано, что существенно изменяется величина деформации, оказывающая влияние на сопротивление почвы сжатию и сдвигу, при колебательном характере приложения усилий в месте контакта колеса с почвой. Отмечается, что колебательный характер изменения тяговых сопротивлений сельскохозяйственных машин и орудий вызывает колебания касательной силы тяги на ведущих колесах трактора. Установлено, что с ростом частоты и амплитуды колебаний тягового сопротивления пропорционально увеличивается частота и амплитуда колебаний касательной силы тяги. Отмечается, что повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов является важнейшей задачей в сельскохозяйственном производстве. Все виды сельскохозяйственных работ характеризуются неравномерной загрузкой трактора и возникновением больших нагрузок.

Трактор, частота и амплитуда колебаний, вибровязкость, давление воздуха в шинах.

In the article there are given dependences received experimentally of the resistance force to rolling of a wheel tractor on the change of load vibration frequency on a hook on different surfaces. It is shown that the deformation size changes significantly having an impact on the soil resistance to compression and displacement under the oscillating character of efforts application in the contact place of the wheel with soil. It is stated that the oscillating character of changes of traction resistances of agricultural machines and implements causes oscillations of the tangential force of traction on the leading wheels of the tractor. It is established that with the growth of the frequency and amplitude of oscillations of traction resistance the frequency and amplitude of oscillations of the tangential force of traction is proportionally increases. It is noted that the most important task in the agricultural production is raising the efficiency of using machinery-tractor aggregates. All kinds of agricultural works are characterized by an irregular charging of the tractor and occurrence of large loading.

Tractor, frequency and amplitude of oscillations, vibro-viscosity, air pressure in tires.

Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов является важнейшей задачей в сельскохозяйственном производстве. Все виды сельскохозяйственных работ характеризуются неравномерной загрузкой трактора и возникновением больших нагрузок. Проведен ряд экспериментов, позволяющих определить зависимость сопротивления перекачиванию колесного трактора от частоты колебаний тяговой нагрузки.

Получение такой зависимости достигалось изменением частоты колебаний $P_{кр}$ (3 1/с; 9, 15, 22,5, 30 и 45 1/с) при постоянной амплитуде колебаний ($A = \text{const} = 2 \text{ кН}$) с помощью моделирующего устройства загрузочного агрегата.

На рисунке представлены экспериментально полученные зависимости силы сопротивления перекачиванию колесного трактора от изменения частоты колебания нагрузки на крюке $P_{кр}$ при испытаниях на поле, подготовленном под посев (см. рисунок), на стерне озимой пшеницы и на асфальте с разными давлениями в шинах ведущих колес (0,08; 0,10; и 0,12 МПа). Анализ экспериментальных данных показывает значительное возрастание сопротивления перекачиванию колесного трактора с увеличением частоты колебаний тяговой нагрузки от 3 1/с до 22,5 1/с. Дальнейшее увеличение тяговой частоты колебаний $P_{кр}$ приводит к уменьшению силы сопротивления перекачиванию колесного трактора P_f , что на первый взгляд противоречит теоретическим предпосылкам. Но это явление объяснимо, если рассмотреть механизм преобразования колебаний тягового сопротивления в колебании момента сопротивления на ведущих полуосях трактора [1,2].

Как видно из графиков, представленных на рисунке, кривые зависимости P_f в функции частоты колебаний $P_{кр}$ имеют различное положение точки максимума, полученные при различных давлениях воздуха в шинах ведущих колес и на разных почвенных фонах. На твердой опорной поверхности точка максимума с увеличением давления воздуха в шине смещается в область более низких частот.

На указанное обстоятельство оказывают влияние упругие свойства пневматической шины, а также свойства опорной поверхности качения. С увеличением давления воздуха в шине ее жесткость повышается, и способность к гашению частот колебания понижается. Шины с низким давлением воздуха, способны к поглощению более высоких колебаний.

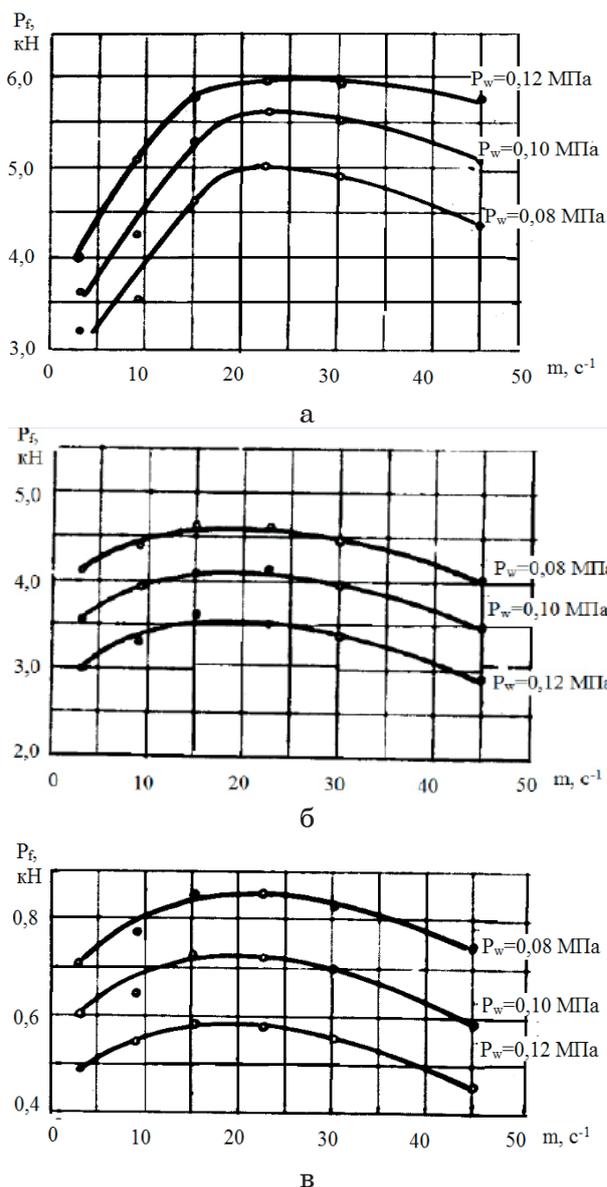


Рис. 1. Зависимость силы сопротивления качению колесного трактора от частоты колебания тягового сопротивления: а – поле, подготовленное под посев; б – стерня; в – асфальт

На мягких грунтах наличие деформируемого слоя почвы под катящимся колесом способствует смещению точки максимума в область более высоких частот, так как в этом случае определенная часть частот колебаний дополнительно гасится в деформируемых слоях почвы.

Изменение частоты колебаний $P_{кр}$ оказывает существенное влияние на сопротивление перекачиванию трактора P_f на поле, подготовленном под посев. Так, например, увеличение частоты колебаний $P_{кр}$ от 3 1/с до 15 1/с (при давлении в шинах 0,12 МПа) вызвало повышение сопро-

тивления перекачиванию от 4,15 до 6 кН, тогда как увеличение частоты колебаний в тех же пределах и при том же давлении воздуха в шине на стерне озимой пшеницы вызвало повышение P_f всего на 0,58 кН (от 3 кН до 3,58кН).

Для выяснения причин такого резкого изменения силы сопротивления перекачиванию P_f в функции от частоты колебаний $P_{кр}$ на мягкой почве дополнительно было проведено теоретическое исследование влияния колебательного характера приложения усилия на сопротивление почвы деформации.

Как отмечалось ранее колебательный характер изменения тяговых сопротивлений сельскохозяйственных машин и орудий вызывает колебания касательной силы тяги на ведущих колесах трактора. Установлено, что с ростом частоты и амплитуды колебаний тягового сопротивления пропорционально увеличивается частота и амплитуда колебаний касательной силы тяги.

Колебательный характер приложения усилий в месте контакта колеса с почвой существенно изменяет величину деформации и может оказать влияние на сопротивление почвы сжатию и сдвигу. В частности, при периодически действующих динамических нагрузках вначале наблюдается медленное, почти линейное увеличение деформации, а с увеличением частоты и амплитуды колебаний нагрузки деформация почвы резко возрастает. При этом установлено, что при действии колебательной нагрузки на почву ее несущая способность (сопротивление сжатию и сдвигу), уменьшается по сравнению с действием постоянной нагрузки за счет уменьшения сил трения, действующих между частицами почвы.

При действии колебательной нагрузки на почву она обретает свойство вязкой среды, механические свойства которой характеризуются коэффициентом вибровязкости. Величина этого коэффициента зависит от ускорений колебаний, т. е. с увеличением ускорения колебаний коэффициент вибровязкости уменьшается.

Зависимость между коэффициентом вибровязкости и ускорением колебаний может быть представлена в виде следующего выражения:

$$v = \eta^k = n', \quad (1)$$

где v – коэффициент вибровязкости; η – отношение ускорения колебаний к ускорению силы тяжести; k, n' – эмпирические коэффициенты.

При $k = 1$ режим колебаний установившейся, а коэффициент вибровязкости приближенно обратно пропорционален первой степени ускорения колебаний:

$$v = n'/\eta. \quad (2)$$

В определенных условиях можно допустить (1), что ускорение сил сопротивления подчиняется закону гармонического колебания и выражается уравнением:

$$i = Am^2 \cos(mt - \varphi), \quad (3)$$

где A – амплитуда колебаний, кН; m – частота колебаний, сек⁻¹; φ – сдвиг фаз между упругими перемещениями и возмущаемой силой.

В свою очередь

$$\eta = j/g, \quad (4)$$

где g – ускорение силы тяжести, м/с².

Тогда из уравнений (2)–(4) имеем:

$$v = \frac{n'g}{Am^2 \cos(mt - \varphi)}. \quad (5)$$

Заключение

Как следует из формулы (5), с ростом частоты и амплитуды колебаний коэффициент вибровязкости уменьшается. Это снижает сопротивление почвы смятию за счет уменьшения сил трения и связанности между частицами почвы. При этом будет происходить некоторое погружение колес в почву и дополнительное увеличение глубины колеи и сопротивления перекачиванию трактора, что подтверждается экспериментальными данными, полученными на поле, подготовленном под посев (см. рисунок).

1. **Кутьков Г. М.** Тракторы и автомобили: Теория и технологические свойства: учебник. – М.: ИНФРА. 2014. – 506 с.

2. **Тургиев А. К.** Повышение эффективности технологических процессов на основе улучшения тягово-сцепных свойств колесных тракторов при колебательной тяговой нагрузке: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. – Рязань, 1999 г. – 86 с.

Материал поступил в редакцию 01.09.2015
Мочунова Наталья Александровна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях»
 E-mail: nata_kpk@mail.ru
 Тел. +7-926-346-17-36