

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ НА ПОЧВУ

А.Н. Орда, Л.Ю. Дутко (БАТУ)

При передвижении многоосной колесной системы каждое колесо взаимодействует с различной по деформационным и прочностным свойствам почвой, так как впереди идущие колеса уплотняют ее. В зависимости от величины и распределения нагрузок по осям ходовой системы процесс образования колеи и уплотнения почвы носит различный характер.

Колееобразование при качении ведущего колеса по деформируемой поверхности зависит от нагрузки на колесо, величины крутящего момента, буксования, давления воздуха в шине, физико-механических свойств поверхности.

Поскольку процесс колееобразования движителями ходовых систем изучается нами в почвенном канале на модельной установке, необходимо знать основные условия моделирования и критерии подобия натурной и модельной систем — колесный движитель — почва.

Для установления критериев подобия используют метод анализа системы основных уравнений, а также анализа размерностей. Применение теории размерностей не исключает возможности недоучтенного одного или нескольких существующих факторов. Использование системы основных уравнений гарантирует учет всех существующих условий протекания процесса. Из известных формул наибольшее распространение получила зависимость, предложенная В.В. Кацыгиным:

$$\sigma = p_0 t h \frac{k}{P_0} h, \quad (1)$$

где σ — напряжение смятия, Н/м^2 ;

p_0 — несущая способность почвы, Н/м^2 ;

k — коэффициент объемного смятия, Н/м³;

h — вертикальная деформация почвы, м.

Для случая качения ведущего колеса по деформированной поверхности формула (1) выражает зависимость напряжения смятия почвы от вертикальной ее деформации.

С целью определения критериев подобия обозначим в уравнении (1) коэффициенты подобия напряжений, несущих способностей, коэффициенты объемного смятия и деформации почвы соответственно k_p, k_{po}, k_k, k_h .

Тогда напряжение, предел несущей способности, коэффициенты объемного смятия и деформации модельным колесом:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_H}{k_p}, p_{om} = \frac{P_{он}}{k_{po}}, k_m = \frac{k_H}{k_k}, h_m = \frac{h_H}{k_h}.$$

Подставив в формулу (1) значения входящих в нее величин и коэффициентов для модельной почвы, получим:

$$\sigma_m k_p = P_{om} t h \left(\frac{k_k k_m}{k_{po} P_{om}} h_m \right)$$

или

$$\sigma_m = \frac{k_{po}}{k_p} P_{om} t h \left(\frac{k_k}{k_{po}} k_h \frac{k_p}{P_{om}} h_m \right). \quad (2)$$

Уравнения (1) и (2) совпадают в том случае, если

$$\frac{k_{po}}{k_p} = 1 \text{ и } \frac{k_k}{k_{po}} k_h = 1.$$

При этом

$$\frac{P_{он}}{\sigma_H} = \frac{P_{om}}{\sigma_m}, \frac{k_H}{P_{он}} h_H = \frac{k_m}{P_{om}} h_m.$$

Следовательно, критериями подобия будут следующие зависимости:

$$\frac{P_0}{\sigma} \text{ и } \frac{k}{P_0} h. \quad (3)$$

Для нахождения безразмерных показателей уплотнения почвы воспользуемся следующей зависимостью:

$$\rho = \rho_n \left(1 + \frac{\beta}{k} \sigma \right), \quad (4)$$

где ρ — плотность почвы после воздействия деформатора, кг/м³;

ρ_n — исходная плотность почвы, кг/м³;

β — коэффициент распределения напряжений в почве, м⁻¹.

Конструкция и параметры экспериментальной установки по исследованию колееобразования выбираются исходя из критериев подобия.

С целью выбора размеров колес модели проанализировано влияние размеров опорной поверхности деформатора на деформацию почвы. Величина осадки, осуществляемой за счет уплотнения почвы, возрастает пропорционально увеличению опорной площади, зависимость же пластической деформации от размеров деформатора изображается гиперболой.

Для моделирования процесса слеодообразования необходимо, чтобы ширина колеса и длина опорной поверхности его не были меньше величины l_0 . Согласно исследованиям, критический размер l_0 колеблется в пределах 0,02 — 0,06 м в зависимости от вида грунта и величины нагрузки.

При моделировании процесса деформации почвогрунтов усилия вдавливания сравнивают при относительно одинаковом погружении деформатора M , называемого параметрическим критерием. В предлагаемой нами методике параметрическим критерием служит выражение $(k/P)h$, в котором в качестве характерного размера выступает отношение несущей способности почвы P_0 к коэффициенту объемного ее смятия k .

Выводы

1. Анализ уравнений деформации и уплотнения почвы позволил установить критерии подобия.
2. Использование критериев подобия деформации почвы позволяет проводить исследования на моделях ходовых систем.

О ПУТЯХ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ И УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

А.Д. Четкин, В.М. Головач (БАТУ)

В настоящее время особое внимание уделяется переоснащению сельскохозяйственной высокоэффективной техникой и улучшению использования машин. В связи с этим развитие конструкций тракторов идет по пути увеличения их мощности, что позволяет значительно расширить ряд сельскохозяйственных машин, агрегируемых с ними, увеличить число сельскохозяйственных операций, на которых может применяться техника, а следовательно, повысить степень унификации парка машин, снизить затраты на ее содержание, повысить производительность труда, снизить затраты времени на обработку почв, и в целом снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции.

Увеличение мощности тракторов требует увеличения их тягово-сцепных свойств для более полной реализации мощности двигателя на ведущих колесах. Для этого на колесных тракторах применяют передние ведущие мосты, увеличивают вес трактора и площадь контакта колес с землей. Для увеличения веса применяются дополнительные грузы, для увеличения площади контакта колес с землей устанавливаются сдвоенные колеса. Однако все эти меры ведут к дополнительным нагрузкам на ходовую систему трактора, снижению полезной