

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДОРОГИ КОЛЕСНЫХ МАШИН НА ПОДЪЕМАХ ПРИ ЧЕЛНОЧНОМ ХАРАКТЕРЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье рассматриваются теоретические предпосылки к определению сопротивления дороги на передвижение колесных машин при повторном их движении и предлагается для этого использовать значение глубины колеи дороги в зависимости от количества проездов.

Донголоктуу машинелердин жолдо ары-бери журушундогу каршылыктарды теориялык ыкма менен аныктап, аларды эсептоодо жол изинин терендигин жана ары-бери отуу санын колдонууну сунуш кылынат.

In article is considered the theoretical preconditions to definition of resistance of road on movement of wheel cars at repetition their movement and is offered for this to use this purpose value of depths of a track of roads in depending from quantities of journeys.

Прочность грунтовой дороги при осуществлении по ней транспортных перевозок в основном оценивают по прогибу от воздействия многократно прилагаемых кратковременных нагрузок. За расчетную нагрузку принимается нагрузка от груженой машины.

Расчеты производятся, полагая, что расстояние транспортирования, в пределах одной дороги, постепенно повышается, соответственно увеличивается дальность перевозки грузов.

Учитывая периодичность приложения транспортных нагрузок на дорогу по всей длине перевозки грузов, а также обоснование и выбор расчетной схемы его многократной деформируемости [1], описание возможной деформируемости многослойной дороги произведем путем послойного суммирования производят следующим образом:

$$\sum_{k=1}^n h_{rk} = \sum_{k=1}^n \frac{P_{gk} P_s a \operatorname{Darctg}[(H_r - h_{gl} / aD)]}{E_k (P_s - P_{gk})}, \quad (1)$$

где h_{rk} - абсолютная деформация дороги после k -го прохода машины; H_r - толщина деформируемого слоя; h_{gl} - линейная деформация дороги; a - коэффициент затухания напряжения в дороге; D - диаметр штампа, равновеликий отпечатку колеса; P_s - предельная несущая способность дороги; E_k - модуль деформации дороги, соответствующий k -му проезду машины.

При этом для описания возможного колееобразования по дороге без твердого основания необходимо знать изменение модуля деформации грунта по глубине деформируемого слоя.

Глубину колеи от повторных проездов машины при номинальном давлении воздуха в шинах можно также определить, используя эмпирическую формулу, установленную Ю.В.Пирковским:

$$h_{rk} = \left[\frac{P_{gk} \pi D^2}{4K_k b \sqrt{2R} \left(1 - \frac{13}{30} \mu + \frac{1}{10} \mu^2 \right)} \right]^{\frac{1}{\mu+0,5}}, \quad (2)$$

где D - диаметр круга, равный площади отпечатка колеса; b - ширина шины; R - радиус колеса; Δh_{k-1} - приращение глубины колеи после $(k-1)$ -го проезда; K_k - коэффициент объемного смятия дороги при k -м проезде, $K_k = K_{k-1} \Delta h_{k-1}^\mu$.

Энергозатраты на передвижение машины в условиях подъема в конечном счете оцениваются коэффициентом сопротивления дороги, который можно определить, зная глубину колеи. Как показали исследования /2/, опорная поверхность эластичного колеса при движении по грунту близка к цилиндрической. Следовательно, эластичное (пневматическое) колесо можно условно заменить жестким с увеличенным диаметром, по сравнению с 1-м. Силу сопротивления качению колеса при многократных проездах по деформированному основанию с учетом приведения последнего к жесткому /3/ можно представить в следующем виде:

$$P_{fk} = \frac{1}{2} h_{rk}^3 \sqrt{\frac{P_g^2 \pi^2 D^4 K_k b}{16 D_{np}}}, \quad (3)$$

где D_{np} - диаметр плоского жесткого колеса, приведенный к эластичному; P_{fk} - сила сопротивления качения при k -м проезде колеса.

При этом силу сопротивления дороги при движении колеса на подъем найдем

$$P_{ок} = P_{fk} + P_n, \quad (4)$$

где P_o - сила сопротивления дороги; P_n - сила сопротивления подъему.

$$\begin{aligned} &\text{В свою очередь,} \\ &D_{np} = D_k (1 + h/h_r), \end{aligned} \quad (5)$$

где D_k - диаметр эластичного колеса; h - деформация шины.

Деформацию шины при повторных проездах определяют как

$$h_k = (D_{np} - D_k) h_{rk} / D_k, \quad (6)$$

где h_k - деформация шины при k -м проезде машины.

Деформативный объем крупногабаритной шины самоходных машин не зависит от формы опорной поверхности /4/. Этот объем заключен между образующей шины в свободном состоянии и секущей поверхностью, отражающей опорный профиль. Деформативный объем с достаточной степенью точности можно заменить деформативной площадью. Эксперименты, проведенные в работе /4/, показали, что у крупногабаритных шин моделей В-167, В-168 при изменении внутреннего давления от 0,3 до 0,8 МПа и нагрузках до 140 кН деформативная площадь при различных радиусах кривизны изменяется не более чем на + 2 %.

При повторных проездах колеса с пневматической шиной по слабым грунтам возможны следующие характерные виды деформации /5/:

1. Остаточная деформация возрастает по логарифмическому закону (характерен для пластического состояния грунта или когда нормальные контактные давления не превышают предела его несущей способности).

2. Остаточные деформации прогрессивно возрастают (имеют место, при влажности грунта, близкой к пределу текучести или при меньшей влажности, но при нормальных контактных давлениях, значительно превышающих предел его несущей способности). Поэтому очень важно определить обобщенный коэффициент сопротивления дороги колеса самоходной машины (при условии, что сцепной вес G_1 колеса не изменяется по мере повторных проездов)

$$f_{об.д} = \frac{P_{o1} + P_{o2} + \dots + P_{ok}}{k G_1}, \quad (7)$$

где $P_{\partial 1}, P_{\partial 2}, \dots, P_{\partial k}$ - соответственно, силы сопротивления дороги колеса машины после первого, второго и k-го проездов.

При нагрузках самоходных машин на грунт, не превышающих значения несущей способности грунта на разрушение, механические свойства грунта по мере повторных проездов машины увеличиваются. В этом случае

$$f_{k\partial} < \dots < f_{2\partial} < f_{1\partial}.$$

Поэтому в этих случаях достаточно определить значения глубин колеи в зависимости от повторных проездов самоходных машин для расчета их сил сопротивления дороги и величин деформации шин.

Список литературы

1. Бекенов Т.Н., Мавланова А.Н., Жумагалиева Г.С. Обоснование и выбор расчетной схемы многократного деформирования грунтовых оснований от воздействия транспортных нагрузок //Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, № 1-2, Астана, 2002. - С. 218-222.
2. Ульянов М.А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин.- М.: Машиностроение, 1969.- 520 с.
3. Колесные тракторы для работы на склонах /П.А. Амельченко, И.П. Ксенович, В.В.Гуськов, А.И. Якубович. - М.: Машиностроение, 1978. - 248 с.
4. Анкудинов Д.Т. Шахтные пневмоколесные самоходные машины. Динамика, устойчивость, управляемость. – М.: Недра, 1984.- 252 с.
5. Ульянов Н.А. Колесные движители строительных и дорожных машин. - М.: Машиностроение, 1982. - 280 с.