

УДК 621.87:658.512.011.56

И.В. Лесковец, О.В. Леоненко, А.Д. Бужинский

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГУСЕНИЧНОГО ОБВОДА НА ДАВЛЕНИЕ ОПОРНЫХ ТРАКОВ НА ГРУНТ

*Белорусско-Российский университет
Могилев, Республика Беларусь*

В настоящее время величина давления гусеничной машины на грунт определяется на основании результатов испытаний, или на основании усредненных расчетов. В соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 23734-98 «Тракторы промышленные. Методы испытаний.» величина давления гусеничного трактора на грунт определяется на основании данных о массе трактора и площади опорной поверхности гусениц. Такая методика позволяет определить среднюю величину давления на грунт по всей площади опорной поверхности. Конструкция гусеничного движителя и размеры его основных элементов для тракторов разного назначения может быть такой, что некоторые траки располагаются между опорными колесами, особенно это характерно для быстроходных машин, что приводит к неравномерности давления на грунт под каждым траком опорной части гусеницы.

Авторами разработана методика определения параметров гусеничного движителя на основе имитационного моделирования. Основные положения использованных в имитационной модели гусеничного обвода математических моделей изложены в [4, 5, 6]. Имитационная модель представляет собой программный продукт [7], фрагмент работы которого для решения поставленной задачи представлен на рис. 1.

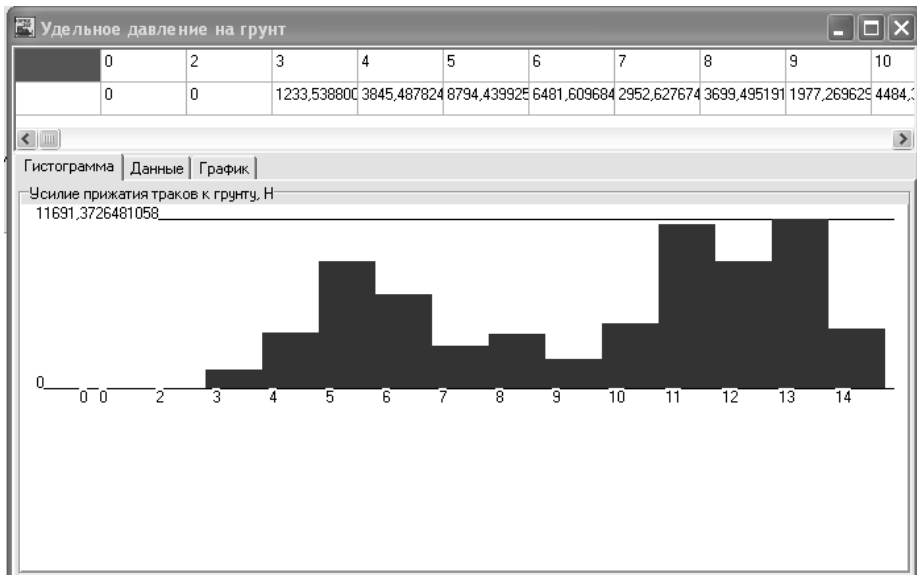


Рис. 1. Пример гистограммы распределения сил прижатия траков к грунту: вдоль оси абсцисс – номера траков, вдоль оси ординат – усилие прижатия траков к грунту

При проведении предварительных расчетов параметры элементов гусеничного обвода определяются на основании методик, изложенных в [1, 2, 3]. По рекомендациям авторов данных изданий выбор параметров траков, колес, геометрических па-

раметров взаимного их расположения в гусеничном обводе осуществляется на основании регрессионных зависимостей, полученных на основании результатов экспериментальных исследований. Такой подход предполагает выбор основных параметров деталей и механизмов гусеничного обвода из определенных диапазонов. Например, длины трактов, полученные по рекомендованным зависимостям, могут различаться более чем в 1,5 раза. Понятно, что давление на грунт под траками опорной части гусеничного обвода зависит от размеров трактов. Однако существующие методики не позволяют расчетным путем получить величины этих давлений для конкретных условий.

В качестве анализируемой машины принят гусеничный трактор с массой 12 т, мощностью двигателя 150 кВт, который широко применяется в промышленности и сельском хозяйстве.

С целью нахождения предельных значений варьируемых параметров проведен предварительный анализ априорной и численной информации. Диапазон варьирования длиной трактов определялся на основании методики, изложенной в [2]. Для трактора с заданной массой длина трактов, в зависимости от выбранных параметров из указанных диапазонов, может составлять от 150 до 230 мм. В проводимых экспериментах длина трака изменялась в указанных пределах с шагом 20 мм.

Для определения возможного расстояния между колесами анализировалось их взаимное расположение в конструкции движителя (рис. 2).

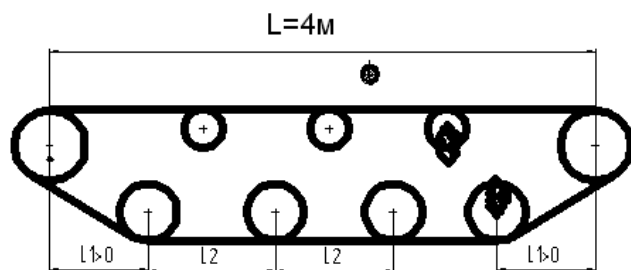


Рис. 2. Взаимное расположение элементов конструкции гусеничного движителя

Для проведения расчетов принято, что количество колес постоянно и равно пяти, расстояния между ведущим и первым опорным колесом (l_1 , рис. 2) изменяется таким образом, чтобы обеспечить заданное расстояние между опорными колесами, при постоянной длине машины. Расстояния между опорными колесами варьируются в пределах от 0,6 до 0,8 м.

Направление и величина смещения центра тяжести от геометрического центра машины, в зависимости от её компоновки и наличия разного рабочего оборудования, могут изменяться. Координата центра тяжести смещается относительно геометрического центра тяжести от минус 0,25 до плюс 0,25 м. При проведении расчетов использовался шаг 0,125 м. Величина сил натяжения между траками изменялась от 1,8 до 18 кН.

Из-за взаимного влияния параметров гусеничного обвода друг на друга невозможно определение коэффициентов регрессионных моделей, представленных в виде полинома, с целью использования полученных уравнений для поиска оптимальных значений параметров гусеничного обвода трактора. Для каждого варианта гусеничного обвода необходимо проводить имитационное моделирование, изменяя значения параметров элементов в заданных диапазонах.

Анализ результатов вычислений показывает, что с увеличением натяжения гусеничного обвода среднее давление на грунт снижается, однако существенное увеличение натяжения приводит к значительным потерям на трение во время движения, поэтому при выборе этого параметра необходимо учитывать еще и другие критерии, такие как потери энергии на трение во время движения.

Гистограммы распределения усилий воздействия на грунт для разных вариантов, полученные с помощью копий экрана программного обеспечения, представлены на рис. 3-4.

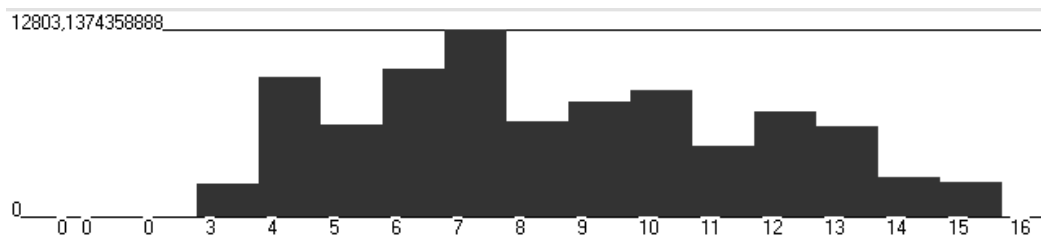


Рис. 3. Гистограмма распределения усилий воздействия на грунт при длине трака 210 мм, расстояние между колесами – 0,6 м, величина смещения центра тяжести – минус 0,125 м, сила натяжения гусеничного обвода – 14,4 кН.

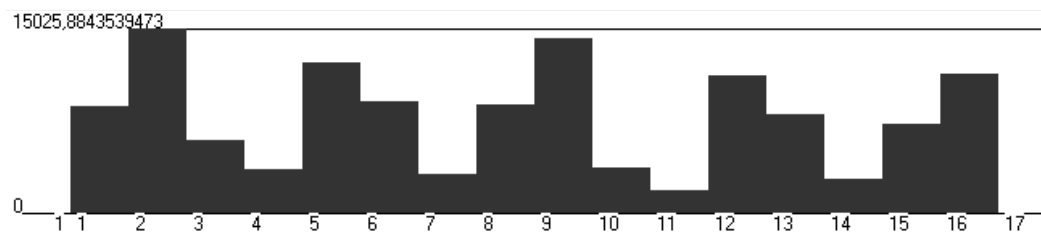


Рис. 4. Гистограмма распределения усилий воздействия на грунт при длине трака 170 мм, расстояние между колесами – 0,6 м, величина смещения центра тяжести – минус 0,125 м, сила натяжения гусеничного обвода – 6 кН.

В статье представлены результаты расчетов давления на грунт опорных траков гусеничного движителя с использованием имитационной модели, которая отличается тем, что учитываются геометрические и массово-жесткостные параметры элементов движителя, оказывающие значительное влияние на тяговые показатели и величины давлений на опорную поверхность.

Проведенные исследования показывают, что основные параметры гусеничного движителя являются взаимозависимыми, что существенно затрудняет их обоснованный выбор при проектировании.

Имитационная модель гусеничного движителя и программное обеспечение, позволяют на основании вычислительных экспериментов обосновать основные параметры гусеничного движителя и установить их влияние на выходные его характеристики, в том числе и на величины давления на грунт под каждым опорным траком.

Библиографический список

1. Гуськов В.В. Тракторы. Ч. II. Теория / В.В. Гуськов. – Мн.: Высш. школа, 1977. – 382 с.
2. Гуськов В.В. Тракторы. Ч. III Конструирование и расчет: учеб. пособие для втузов по спец. «Автомобили и тракторы» / В.В. Гуськов, И.П. Ксенович, Ю.Е. Атаманов, А.С. Солонский; под общ. ред. В.В. Гуськова. – Мн.: Высш. школа, 1981. – 383 с.

3. Ксенович И.П. Ходовая система – почва – урожай / И.П. Ксенович, В.А. Сотников, М.И. Ляско. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
4. Лесковец И.В. Математическая модель гусеничного движителя / И.В. Лесковец // Вестник Белорусско-Российского университета: научно-методический журнал. - 2006. - №4 (13). - С. 15-26.
5. Лесковец И.В. Параметры элементов имитационной модели гусеничного движителя / И.В. Лесковец // Вестник Брестского государственного технического университета, сер. Машиностроение. – 2006. - №4 (40). – С. 58-63.
6. Лесковец И.В. Методы моделирования гусеничных машин / И.В. Лесковец, В.В. Береснев // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2007. - №1(14). – С. 26-32.
7. Лесковец И.В. Программа для расчета характеристик гусеничных машин для земляных работ с отвальными рабочими органами / И.В. Лесковец // Национальный центр интеллектуальной собственности Республики Беларусь // Свидетельство о регистрации компьютерной программы № 404 от 14.03.2012 г.

УДК 681.8

Т.В. Луцко, А.И. Сирош

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАРАБАНА В МЕХАНИЗМАХ ПОДЪЕМА ГРУЗА

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
Макеевка, Украина*

Совершенствование конструкции барабана является одной из задач оптимального проектирования механизмов подъема груза.

При конструировании барабана механизма подъема груза необходимо обеспечить два условия: обеспечение прочности конструкции и наименьшую массу барабана [1].

Как прочность, так и масса барабана зависят от параметров разрабатываемой конструкции.

В качестве критерия оптимизации используется масса барабана m_B :

$$m_B = \rho \int_0^L S(x) dx \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $\rho \approx 7,86 \text{ г/см}^3$ – плотность стали, $\rho \approx 7,2 \text{ г/см}^3$ – плотность чугуна;

$S(x)$ – функция изменения площади поперечного сечения барабана по его длине, м^2 ;

L – длина барабана, м;

x – координата положения сечения по длине барабана, м.

Как видно из формулы (1), масса барабана зависит от плотности материала и геометрических параметров барабана: диаметра, длины и толщины стенки барабана.

Рассмотрим барабаны следующих форм: цилиндрический и конический. Обозначения геометрических параметров барабанов представлены на рис. 1.

Для различных форм барабанов массы барабанов составляют:
для цилиндрического:

$$m_B = \rho \frac{\pi L}{4} (D^2 - d^2) = \rho \pi L \delta (D - \delta), \quad (2)$$