

Шарапов Р.Р., д-р техн. наук, проф.,
Мамедов А.А., канд. техн. наук, доц.,
Агарков А.М., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОХОДИМОСТИ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ ГУСЕНИЧНЫХ И ШАГАЮЩИХ КРАНОВ

ptdm_zavkaf@mail.ru

Проходимость самоходных кранов важный критерий безопасной эксплуатации грузоподъемных машин. Гусеничные и шагающие краны целесообразно использовать на строительных площадках без устройства твердых оснований. Шагающие краны могут эксплуатироваться на грунтах средней и ниже средней прочности (15...40 МПа), а эффективность выражается в сокращении или полном исключении затрат на предварительную подготовку оснований с относительно слабыми (рыхлыми, насыпными, переувлажненными и т.п.) грунтами. Безопасная эксплуатация самоходных кранов на слабых грунтах невозможна также без обеспечения их устойчивости от допустимого угла осадки движителя крана.

Ключевые слова: гусеничные, шагающие, краны, проходимость, давление на грунт.

Введение. Как гусеничный, так и шагающий краны могут перемещаться в рабочем состоянии на неподготовленной площадке [1]. Их использование рационально, когда краны долго работают на одной площадке, что чаще всего имеет место на промышленном строительстве или при застройке больших жилых массивов в городах [2]. Широкое распространение стреловых самоходных кранов обеспечили: автономность привода, большая грузоподъемность (до 250 т), способность передвигаться вместе с грузом, высокие маневренность и мобильность, широкий диапазон параметров, легкость перебазировки с одного объекта на другой, возможность работы с различными видами сменного рабочего оборудования (универсально) и т.д. [3].

Основная часть. При расчете удельных давлений гусеничных и шагающих машин на грунт исходят из линейного распределения давлений по длине основания (рис. 1). При этом гусеница или лыжа считаются абсолютно жестким телом. В действительности, в отличие от гусеницы, лыжа представляет собой гибкую балку конечной длины, лежащую на упругом основании и нагруженную подвижными сосредоточенными грузами. К категории жестких относятся балки, которые вследствие своих конструктивных особенностей практически не изгибаются под действием внешних нагрузок. Принимается, что реактивное давление по подошве жестких балок определяется без учета их изгиба и изменяется по линейному закону (рис. 1) как по длине, так и ширине балки. Гибкие балки обладают способностью изгибаться в одном или обоих направлениях подошвы. Реактивные давления по подошве определяются, исходя из совместной работы балки и основания, и зависят как от прогиба балки, так и от степени развития

пластических деформаций на краях фундамента [4].

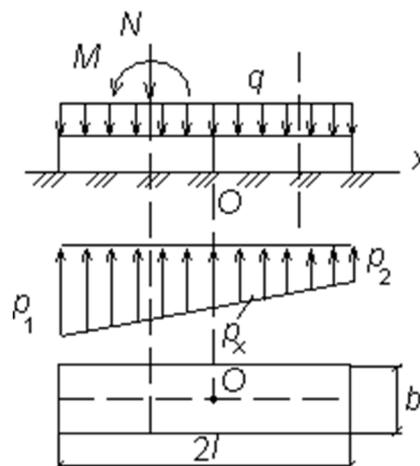


Рис. 1. Эпюра линейного распределения опорных давлений

Гибкость балок, как было показано И.А. Симвулиди [5] и М.И. Горбуновым-Посадовым может быть определена из выражения:

$$t = (1 - \nu_1^2) \pi E b l^3 / 4(1 - \nu^2) E_1 J, \quad (1)$$

где ν и E – коэффициент Пуассона и модуль деформации грунта основания; ν_1 и E_1 – коэффициент Пуассона и модуль деформации материала основания крана; b – ширина балки (полосы); l – полудлина балки; J – момент инерции поперечного сечения балки.

В зависимости от показателя гибкости t различают следующие категории балок: при $t < 1$ – балка жесткая, при $t > 1$ – балка является гибкой.

Оказывается, что характер распределения реактивных давлений зависит не только от степени развития пластических деформаций, но также и от гибкости основания (площадки под краном). При значениях $t < 1$ под балкой эпюра реактивных давлений имеет седлообразное

очертание с концентрацией у краев балки (рис. 2), а при $t > 1$ седлообразное очертание с конечными значениями у краев или даже параболическое очертание. Предварительные размеры балки в плане и по высоте находят как для жесткой балки шириной $b = 1$ м и длиной $2l$ исходя из линейного распределения реактивных давлений по подошве балки.

$$p = N / A + 3M / 2bl^2 \quad (2)$$

где N – сумма всех вертикальных нагрузок на балку; A – площадь подошвы (гусеницы, лыжи); M – момент всех сил относительно центра тяжести подошвы балки.

Определив реактивное давление, находим изгибающий момент в каждом сечении балки.

К категории жестких относятся балки, которые вследствие своих конструктивных особенностей практически не изгибаются под действием внешних нагрузок. Принимается, что реактивное давление по подошве жестких балок определяется без учета их изгиба и изменяется по линейному закону как по длине, так и по ширине балки.

Гибкие балки обладают способностью изгибаться в одном или обоих направлениях подошвы. Реактивные давления по подошве определяются, исходя из совместной работы балки и основания и, зависят как от прогиба балки (рис. 2), так и степени развития пластических деформаций на краях балки.

Единого метода расчета гибких балок нет, а существует несколько способов их расчета.

Области применения:

- 1 – для предварительных расчетов;
- 2 – когда не требуется большой точности расчетов;
- 3 – при слабых сильно сжимаемых грунтах.

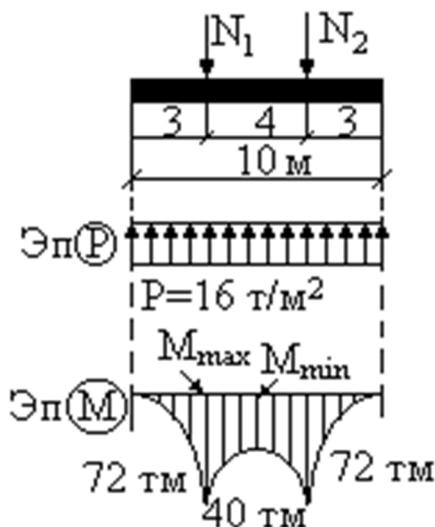


Рис. 2. Прямолинейная эпюра под лыжей

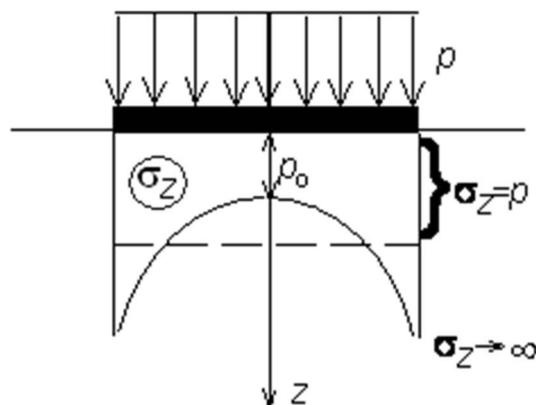


Рис. 3. Эпюра давлений по теории упругости

Кроме того, распределение реактивных давлений по теории упругости обладает существенным недостатком: под краями балки они становятся бесконечно большими (рис. 3), чего в опытах не наблюдается, поэтому во многих случаях эта модель основания приводит к завышенным внутренним усилиям (моменты и поперечные силы) в конструкции балок. Основное влияние на устойчивость самоходного крана оказывает величина угла наклона крана ввиду внецентренности его нагружения, что находится в прямой зависимости от характера распределения давлений под основанием крана. Экспериментальные исследования опорных давлений под шагающим краном КТС-5-10 и гусеничным краном МКГ-25 показали, что эпюра имеет седлообразный характер. По формулам линейного распределения удельного давления по длине лыж и гусениц максимальные опорные давления фактически в 2...3 раза ниже действительных. Эпюра давлений по теории упругости согласуется с экспериментальными данными, кроме максимальных значений по краям балок (лыж и гусениц), в среднем в 1,3...1,7 раза. Опорная площадь крана КТС-5-10 – $8\text{ м}^2/5\text{ м}^2 = 1,6$ раза больше площади гусеничного крана МКГ-25. При этом максимальные давления под гусеничным краном в 2,5 раза больше, что вызвано звенчатостью гусеничной ленты. Угол осадки шагающего крана при максимальном нагружении составил $0,8^\circ$, гусеничного – свыше 2° . Удельные давления на грунт кранов замерялись мессдозой с гидравлическим преобразователем конструкции Д.С. Баранова [6]. Угол наклона кранов определялась прибором КО-1 (квадрант оптический).

Выводы. В результате исследований дан сравнительный анализ проходимости шагающих и гусеничных кранов на слабых грунтах, где более эффективны шагающие краны, что позволяет сокращать или полностью исключить затраты на предварительную подготовку оснований с относительно слабыми грунтами. Достаточная

устойчивость шагающих кранов позволяет эксплуатировать их в режиме передвижения с грузом (шагающее–рельсовый движитель). Определение реального реактивного давления грунта на кран позволяет оптимизировать геометрические параметры движителя по условиям прочности и момента сопротивления лыжи или гусеницы, требуемые размеры по сечениям и жесткость ЕІ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Романович А.А., Харламов Е.В.. Строительные машины и механизмы: лабораторный практикум. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 145 с.
2. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Шаптала В.В. Моделирование процесса разделения в магнитно–аэродинамическом сепараторе // Вестник Белгородского государствен-

ного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №4. С. 91–95.

3. Sharapov R.R., Agarkov A.M., Sharapov R.R.-jn.. Matrix Modeling of Technological Systems Grinding with Closed Circuit Ball Mill // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. №10. С. 1399–1403.

4. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. ПБ 19-382-00. М.: ДЕАН, 2009. 272 с.

5. Симвулиди И.А. Расчет инженерных конструкций на упругом основании: изд. 3-е. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1973. 431 с.

6. Баранов Д.С. Тензометрические приборы для исследования строительных конструкций. М.: Стройиздат, 1971. 165 с.

Sharapov R.R., Mamedov A.A., Agarkov A.M.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PASSAGE ON SOFT GROUNDS OF THE TRACK AND WALKING CRANES

Passage of mobile cranes important criterion safe operation of hoisting machines. Track and walking cranes should be used on construction sites without solid grounds bases. Walking cranes can be operated on the ground of intermediate strength (15...40 MPa). The efficiency is expresses in the reduction or complete elimination of the costs of preliminary preparation of grounds with relatively weak (loose, bulk, and so over moistened) soils. Safe operation of mobile cranes on soft ground is not possible and without their sustainability from the admissible angle downgrade of the mover crane.

Key words: track, walking, cranes, passage, pressure on the ground.