

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ ПОГРУЗЧИКИ

Е.И. Кромский, Е.Р. Маньков

Рассматриваются особенности конструкций малогабаритных ковшовых погрузчиков и предлагаются новые навесные рабочие органы, расширяющие потребительские свойства машин. Приводится методика расчета новых устройств.

Ключевые слова: малогабаритные дорожно-строительные машины, сменные рабочие органы, вибромеханизмы для уплотнения грунтов и скалывания льда и уплотненного снега.

Малогабаритные одноковшовые погрузчики хорошо зарекомендовали себя при выполнении работ на строительных площадках в условиях, когда машины большой мощности не могут быть применены ввиду недостатка свободного пространства, и где в основном применялся ручной труд. Преимуществами малогабаритных одноковшовых погрузчиков являются не только малые габариты, но и малый радиус поворота [1].

Малогабаритные одноковшовые погрузчики обычно отличаются высокой проходимостью, что придает им универсальность. Они могут работать на различных грунтах, в том числе и на влажных, имеют хорошее сцепление с опорной поверхностью.

Обычно длина малогабаритных погрузчиков составляет 2,0–3,5 м вместе с ковшом, ширина 1,2–1,5 м, а высота – около 2 м. Масса машины чаще всего менее 3 т. Радиус поворота составляет около 2 м и менее.

Малогабаритные погрузчики оснащаются обычно дизельным двигателем мощностью 20–55 кВт. В качестве трансмиссий нашли применение гидростатические трансмиссии с приводом на каждое колесо, что увеличивает проходимость машины.

Скорость погрузчиков колеблется от 0 до 10 км/ч, причем гидростатическая трансмиссия позволяет регулировать скорость в широких пределах. Некоторые модели погрузчиков имеют более высокую предельную скорость – до 20 км/ч. Небольшая масса машины и малые габариты позволяют транспортировать ее в кузове грузового автомобиля.

Наиболее крупными производителями малогабаритных погрузчиков таких, как МКСМ-800, ПУМ-500 являются завод ОАО «Курганмашзавод» (г. Курган) и ОАО «НКП «Уралвагонзавод» (г. Нижний Тагил).

Одним из преимуществ малогабаритного погрузчика является возможность его использования с большим комплектом сменных рабочих органов. Кроме обычного ковша применяются планировочные ножи, вилочные захваты, захваты для длиномерных грузов, молоты для разрушения каменных блоков, ковшовые цепи для рытья траншей, щетки для подметания, шнековые буры, оборудование обратной лопаты и т. д.

Кафедрой «Колесные, гусеничные машины и автомобили» ЮУрГУ (при участии кафедры «Технология строительного производства») разработаны технические предложения по расширению потребительских свойств малогабаритных погрузчиков за счет нового навесного оборудования, которое может быть использовано и для уплотнения различных дорожно-строительных материалов в теплое время года и для скалывания уплотненного снега и льда в зимний период.

Суть предложения заключается в том, что на место ковша устанавливается секционная виброплита (2-го или 3-го модуля).

Наиболее распространенные принципиальные схемы существующих отечественных и зарубежных виброплит показаны на рис. 1. Они состоят из плиты 1, дебалансов 2, рамы 3, вала 4 и амортизатора 5. Крутящий момент от двигателя (на рис. 1 не показан) передается на вал 4, при этом возмущающая сила, возникающая от вращения дебалансов 2, передается на плиту 1, которая, совершая гармонические колебания, воздействует на дорожно-строительный материал, уплотняя его. Для устранения передачи вибрационных нагрузок на раму 3 между плитой 1 и рамой установлены амортизаторы 5.

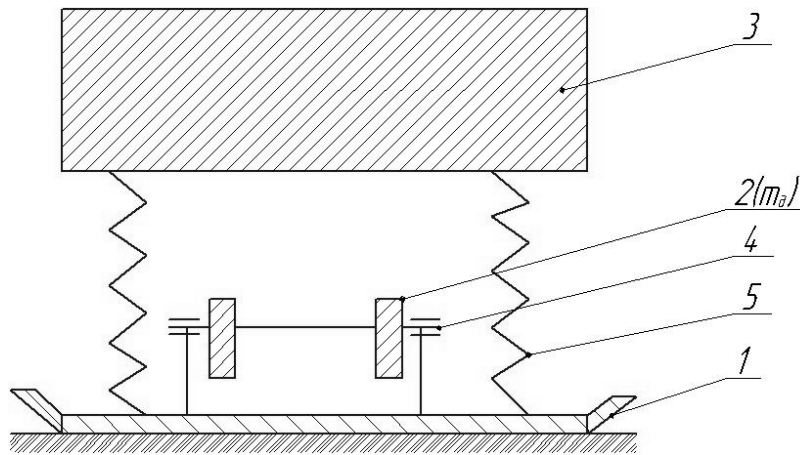


Рис. 1. Принципиальная схема существующих виброплит:
1 – плита; 2 – дебаланс; 3 – рама; 4 – вал; 5 – амортизатор

Основные параметры виброплиты определяются следующим образом [2, с. 47–49].

Массу вибрационной плиты, кг, находят из выражения

$$M_{пл} = 10 l_{пл} B h \gamma, \quad (1)$$

где $l_{пл}$ – ширина плиты (по оси движения машины), $l_{пл} = 0,3 \dots 0,5$ м;

γ – объемная масса уплотняемого материала, $\gamma = 1200 \dots 2500$ кг/м³; h – толщина уплотняемого слоя, м.

Статический момент дебалансов, Нм:

$$M_{стат} = m_d r_d z_d g, \quad (2)$$

где m_d – масса дебаланса, кг; r_d – радиус вращения центра масс дебаланса, м; z_d – количество дебалансов, g – ускорение свободного падения.

С другой стороны, величина статического момента может быть определена, Нм,

$$M_{стат} = 0,0022 m_{пл} h g, \quad (3)$$

Вычислив необходимую для уплотнения материала величину статического момента по формуле (3), можно определить параметры одного дебаланса (рис. 2) из зависимости

$$M_{стат} = 0,67 z_d \gamma_{ст} b_d (R^3 - r^3) \sin(0,5\beta), \quad (4)$$

где $\gamma_{ст}$ – объемная масса стали, $\gamma_{ст} = 7800$ кг/м³; b_d – толщина дебаланса, м; R и r – соответственно наружный и внутренний радиусы дебаланса, м; β – угол сектора дебаланса.

Скорость вращения дебалансного вала виброплиты, об/мин, определяется

$$n_d = \frac{856}{\sqrt{h}}, \quad (5)$$

где h – толщина уплотняемого слоя, м.

Мощность, затрачиваемую на привод дебалансного вала, кВт, находят по формуле

$$N_{пл} = 0,105 M_{стат} \omega_d^2 10^{-3}. \quad (6)$$

где ω – угловая скорость вращения дебалансного вала, 1/с.

В связи с тем, что традиционное исполнение подвижной (активной) плиты обычно выполняется плоской в виде прямоугольника с размером рабочей зоны $a \times b$, мм (например, 300×400), удельное усилие сжатия (воздействие плиты на уплотняемый материал) сравнительно невелико,

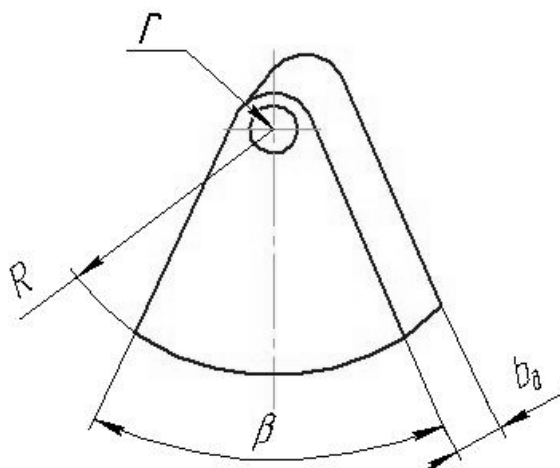


Рис. 2. Схема к определению параметров дебаланса

поэтому дальнейшее повышение эффективности уплотнения может быть реализовано за счет уменьшения площади контакта новой плиты с материалом при той же величине возмущающего воздействия. Конструктивно новый принцип можно реализовать путем качения конуса (конического рабочего органа) по уплотняемому материалу [3].

Рассмотрим конус с углом при вершине $\alpha > \pi/2$, вершина которого и одна из образующих лежат на горизонтальной плоскости (рис. 3). При вращении водила образующие конуса последовательно друг за другом касаются обрабатываемой поверхности материала

Ранее [3] было показано как подсчитать суммарный крутящий момент, который нужно приложить к водилу, чтобы заставить катиться конусное устройство

$$M = 0,266 Q 1,5 \sqrt{\frac{1-\sigma^2}{E}} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (7)$$

где Q – внешняя сила, приложенная к вертикальной оси водила; σ – коэффициент Пуассона; E – модуль упругости композиционных уплотняемых материалов.

Теперь можно найти мощность привода, необходимую для вращения водила конусного устройства

$$N = M\omega = M\pi n / 30, \quad (8)$$

где n – число оборотов водила в минуту.

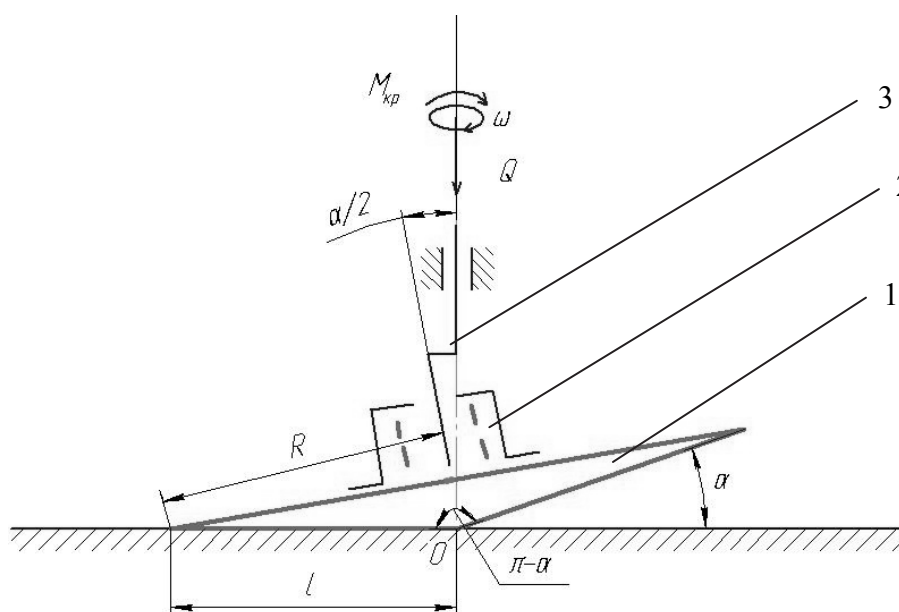


Рис. 3. Выпуклая конусообразная плита: 1 – конус, 2 – подшипниковый узел, 3 – водило

В соответствии с методикой расчета [3] рекомендуется следующий порядок выбора параметров уплотняющего устройства.

1. Угол наклона образующей конуса выбирают в пределах $0,01 \dots 0,07$ рад в зависимости от гранулометрического состава уплотняемых материалов (его минимальное значение принимают для мелкозернистых однородных материалов).

2. Цикличность нагружения (n – частота вращения водила конуса) назначают в пределах $n = 200 \dots 1200 \text{ мин}^{-1}$.

3. Задаются величинами σ (коэффициент Пуассона) и E (модуль упругости), учитывая планируемые свойства пористого тела.

4. Принимают значение максимальной удельной нагрузки на уплотняемый материал (технологический параметр).

5. Определяют ширину площадки контакта инструмента с прессуемым материалом.

6. Определяют величину крутящего момента M , необходимого для обкатывания конуса по поверхности материала под нагрузкой.

Рассчитывают мощность двигателя N (КПД механизмов либо потери на трение устанавливаются в зависимости от конструктивного исполнения механизмов и их привода).

Экспериментальные исследования нового рабочего органа показали существенное снижение необходимой величины усилия сжатия Q и получение особоплотных структур за счет создания благоприятных условий для удаления воздуха из уплотняемого материала.

Краткие сообщения

Если закрепить к рабочей поверхности плоских и конусообразных виброплит ножи, то появляется возможность заменить ручной труд механизированным для скалывания уплотненного снега и льда с поверхностями тротуаров, пешеходных дорожек, дворовых территорий и т. д. [4, 5].

Малогабаритные погрузчики с новыми рабочими органами могут заинтересовать не только строителей, но и работников жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

Литература

1. *Машины для земляных работ. Конструкция. Расчет. Потребительские свойства. В 2 кн. Кн. 2: Погрузочно-разгрузочные и уплотняющие машины: учеб. пособие для вузов / В.И. Баловнев, С.Н. Глаголев, Р.Г. Данилов и др.; под общ. ред. В.И. Баловнева. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 464 с.*
2. *Иванченко, С.Н. Асфальтоукладчики: Конструкция и расчет: учеб. пособие / С.Н. Иванченко, А.В. Лецинский. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002. – 104 с.*
3. *Разработка теории расчета основных параметров импульсно-волнового прессования композиционных материалов: отчет НИР, ч. II / ВНИИЦентр. – Челябинск, 1999. – № ГР-01.980004703. – Инв. № 02.990003671.*
4. *Пат. 2195527 Российская Федерация, МПК Е 01 Н 5/12. Способ скалывания льда и уплотненного снега и устройство для его осуществления / Е.И. Кромский, А.И. Агальцов, В.В. Никитенков. – № 2001119712/28; заявл. 16.07.2001; опубл. 27.12.2002, Бюл. № 36.*
5. *Патент 122097 Российская Федерация, МПК Е 01 Н. Самодвижущийся льдоскалыватель / Е.И. Кромский, Е.Р. Маньков, М.А. Ушаков, А.А. Воропаев. – № 2012126240/13; заявл. 22.06.2012; опубл. 20.11.2012, Бюл. № 32.*

Кромский Евгений Ильич. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Колесные, гусеничные машины и автомобили», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск). Область научных интересов – разработка новых и модернизация существующих дорожно-строительных машин. E-mail: ekromskiy@mail.ru

Маньков Егор Романович. Аспирант, инженер кафедры «Технология строительного производства», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск). Область научных интересов – технология и механизация строительных процессов. E-mail: kremlin3@mail.ru

PERSPECTIVE SMALL-SIZED LOADERS

E.I. Kromsky, E.R. Mankov

Features of designs of small-sized ladle loaders are considered and the new hinged working bodies expanding consumer properties of cars are offered. The method of calculation of new devices is given.

Keywords: small-sized road-building cars, replaceable working bodies, vibrating mechanism for consolidation of soil and a braking of ice and the condensed snow.

Evgenie I. Kromsky. Candidate technical science, the senior lecturer of chair “Wheel, tracklaying vehicles and automobiles”, South-Ural State University (Chelyabinsk). Area of scientific interests – working out new and modernization existing road-building cars. E-mail: ekromskiy@mail.ru

Egor R. Mankov. The post-graduate student, the engineer of chair “Technology of Building Construction”, South-Ural State University (Chelyabinsk). Area of scientific interests – technology and mechanization of building processes. E-mail: kremlin3@mail.ru

Поступила в редакцию 17 декабря 2012 г.