

М. В. ДУДКИН

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ПЛАНЕТАРНОГО ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЯ НА ЕГО СРЕДНЕПОТРЕБЛЯЕМУЮ МОЩНОСТЬ

Для строительства современных автомобильных дорог требуются дорожные машины, отличающиеся от традиционных не только внешним видом и комфортом, но и имеющие в своей конструкции инновационные механизмы и работающие по новым технологиям. К таким машинам относятся дорожные вибрационные катки, для интенсификации процесса уплотнения дорожно-строительных материалов использующие в своей конструкции планетарные вибровозбудители. К новым разработкам, обеспечивающим существенную интенсификацию процесса уплотнения, принадлежат планетарные вибровозбудители с эллиптической беговой дорожкой [1], генерирующие возбуждение не только центробежных, но и кориолисовых сил, совместное действие которых обеспечивает увеличение в несколько раз интегральной величины направленной вынуждающей силы.

Динамический анализ эллиптического планетарного вибровозбудителя определил основные силовые зависимости возмущающей силы и сил сопротивления вращению водила [2], а с точки зрения энергоемкости подразумевает силовой расчет механизма в целом, без разбиения его на структурные группы, а также учет активных сил и сил сопротивления движению, без участия сил инерции.

Расчетная схема вибровозбудителя с центральным расположением оси водила представлена на рис. 1.

На расчетной схеме момент трения качения представлен в виде пары сил с плечом h :

$$h = r \cdot \sin \delta . \quad (1)$$

Так как все изображенные на расчётной схеме силы переменные, то воспользуемся следующей зависимостью для определения затраченной мощности:

$$P_{\text{зат}} = [\sum (M_o(F_i) + M_{tp}^o - M_{tp}^c)] \cdot \omega , \quad (2)$$

где $\sum M_o(F_i)$ - сумма моментов всех перечисленных сил относительно оси вращения водила О.

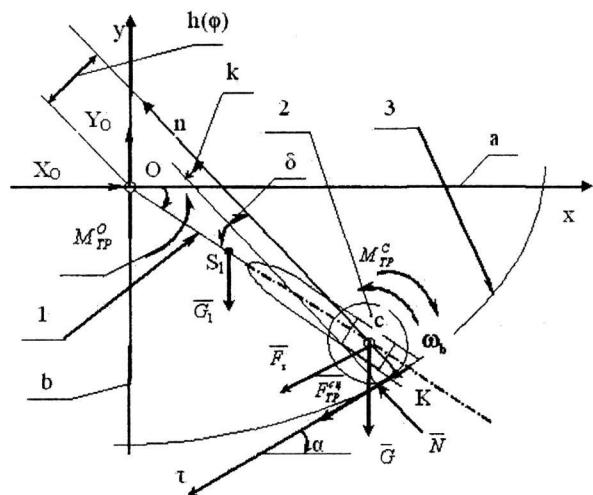


Рис. 1. Расчетная схема планетарного вибровозбудителя с эллиптической беговой дорожкой и центральном положением оси водила

$$\Sigma M_o(F_i) = \begin{cases} \left[-G_1 \times x_{s_1} - G \times r \times \cos \phi - F_t \times r \times \cos \delta + N \times (h - k) \right], & \text{если } \delta > 0 \\ \left[-G_1 \times x_{s_1} - G \times r \times \cos \phi - F_t \times r \times \cos \delta + N \times (h + k) \right], & \text{если } \delta < 0 \\ \left[-G_1 \times x_{s_1} - G \times r \times \cos \phi - F_t \times r \times \cos \delta + N \times k \right], & \text{если } \delta = 0 \end{cases} \quad (3)$$

В процессе движения инерционного бегунка по беговой дорожке может наблюдаться, как чистое качение, так и качение с проскальзыванием или буксование [3]. Исходя из всего вышесказанного, можно заключить, что затрачиваемая мощность есть величина переменная.

Зависимость (2) позволяет определить мощность, затрачиваемую на получение необходимой вынуждающей силы и, как следствие, энергетические затраты, а также определить мощность двигателя при проектировочных расчётах.

К основным параметрам асимметричного планетарного вибровозбудителя с эллиптической беговой дорожкой относятся: эксцентрикситет эллиптической беговой дорожки; масса инерционного бегунка и угловая частота (скорость вращения водила ω) колебаний.

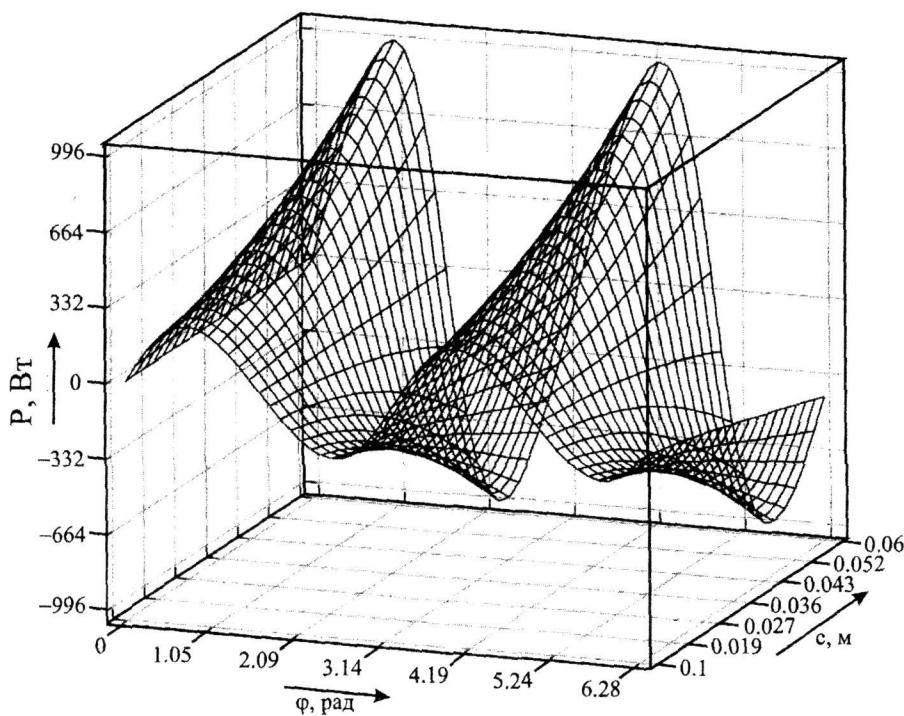


Рис. 2. График затраченной мощности планетарного вибровозбудителя
в функции угла поворота ведила φ и фокусного расстояния « c »

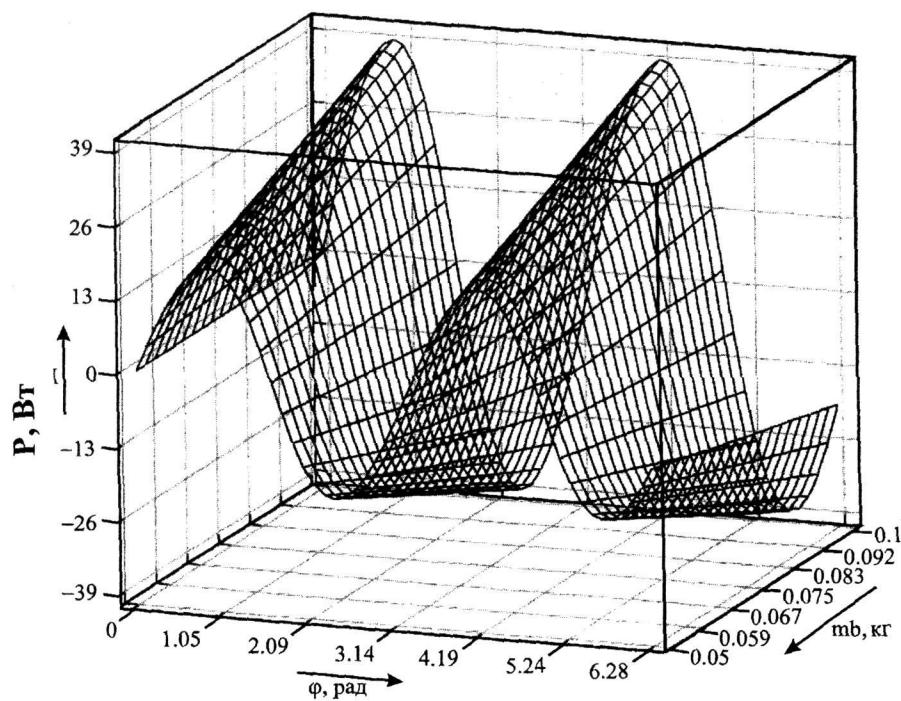


Рис. 3. График затраченной мощности эллиптического вибровозбудителя
в функции угла поворота ведила φ и массы бегунка m_b

Для того чтобы проследить тенденцию изменения динамических параметров эллиптического вибровозбудителя произведем расчет потребляемой им мощности, задавшись схемой вибровозбудителя с центральным расположением оси водила (рис. 1) и параметрами для расчета: полуоси эллипса – $a=0,075$ м, $b=0,05$ м; коэффициент трения скольжения $f_{sc}=0,2$; изменение фокусного расстояния эллиптической беговой дорожки в интервале $c = 0,01-0,06$; массы бегунка $m_b = 0,05-0,095$ кг; угловой частоты колебаний $\omega = 706,4-314,2$ с⁻¹.

Угол φ вращения водила изменяется в направлении хода часовой стрелки в пределах $0 < \phi < 360^\circ$.

Все зависимости и исходные данные рабочего процесса эллиптического планетарного вибровозбудителя были обработаны на ПЭВМ в среде Mathcad, в результате чего были получены графики затраченной мощности на привод вибровозбудителя в зависимости от изменения его основных параметров и угла поворота водила φ.

Например, график, представленный на рис. 2, позволяет проследить тенденцию к росту затраченной мощности с увеличением фокусного

расстояния (увеличение фокусного расстояния в 1,6 раза приводит к увеличению затраченной мощности в 1,7 раза), что объясняется ростом диссипативных потерь при огибании инерционным бегунком участков беговой дорожки, в которых текущий радиус оси вращения бегунка С принимает экстремальные крайние значения.

Анализируя график затраченной мощности на рис. 3, делаем вывод, что увеличение массы бегунка в 1,5 раза влечёт за собой увеличение затраченной мощности в 1,4 раза.

Для определения влияния частоты круговых колебаний на затраченную мощность рассмотрим график на рис. 4, анализ которого показывает, что увеличение частоты круговых колебаний в 1,3 раза влечёт за собой увеличение затраченной мощности в 2,4 раза. Дальнейшее увеличение частоты в 1,5 раза влечёт за собой непропорциональное увеличение мощности в 3,4 раза, что можно объяснить увеличением диссипативных потерь в кинематических парах, а также тем, что центробежные силы инерции отдельных звеньев вибровозбудителя находятся в квадратичной зависимости от угловой частоты колебаний.

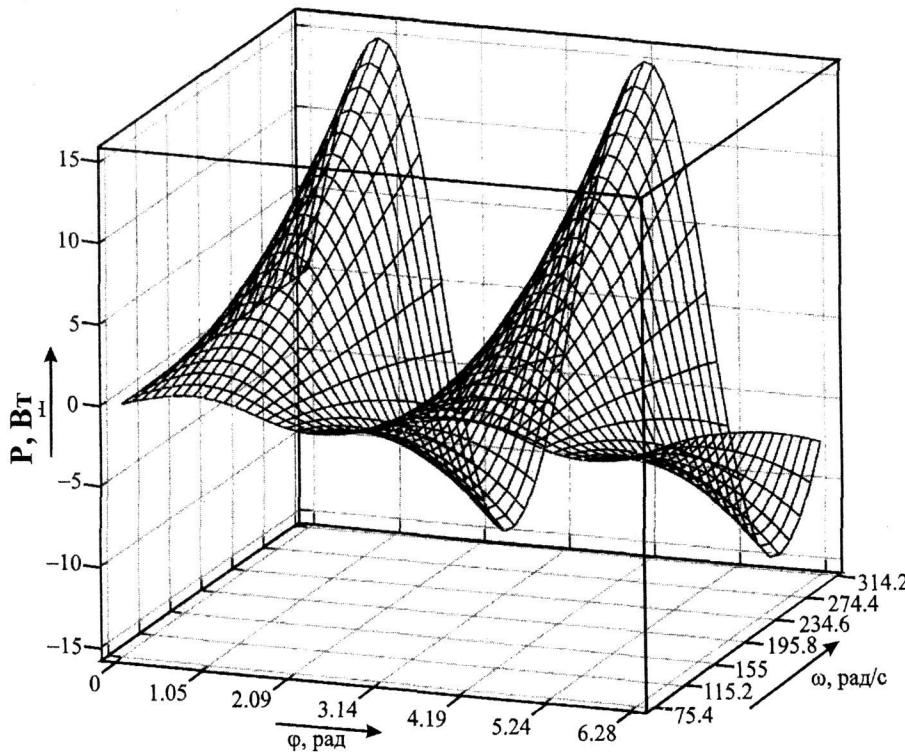


Рис. 4. График затраченной мощности вибровозбудителя в функции угла поворота водила φ и частоты круговых колебаний ω

Выводы:

1. Применение программного продукта MathCAD при анализе рабочего процесса АПВ позволяет путём построения трёхмерных графиков совместить несколько линейных графиков в одном объёмном, что визуально улучшает доступность результатов теоретического анализа влияния основных параметров вибровозбудителя на его динамические и энергетические характеристики.

2. Увеличение эксцентрикитета эллиптической беговой дорожки планетарного вибровозбудителя свыше значения, соответствующего фокусному расстоянию $c_3=0,06$, приводит к снижению эффективности вибровозбудителя, в связи с ростом затрачиваемой мощности;

3. Увеличение массы инерционного бегунка и угловой частоты колебаний вибровозбудителя также приводит к увеличению энергозатрат, т.е. затрачиваемой мощности. Оптимальное их соотношение можно заранее найти на трехмерных графиках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермилов, А.Б. Анализ рабочего процесса асимметричного планетарного вибровозбудителя, оборудованного поводковым водилом // Повышение эффективности рабочих органов и агрегатов дорожно-строительных машин: сб. науч. тр. / МАДИ. М., 1984. С. 76-85.

2. Кузнецов П.С., Дудкин М.В. Динамический анализ планетарного вибровозбудителя с эллиптической беговой дорожкой для катков // Машины и процессы в строительстве: сб. науч. тр. № 5/ СибАДИ. Омск, 2004. С. 83-87.

3. Кустарев Г.В., Дудкин М.В., Кузнецов П.С. Определение угловых координат проскальзывания инерционного бегунка эллиптического планетарного вибровозбудителя дорожных машин // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (ГТУ). 2008. № 1. М., 2008. С. 15-19.

Резюме

Тиімділігін арттыруды және энергосыйымдылығын азайтуды қамтамасыз ететін эллипсті планетарлы діріл-көздірғышты жобалау кезінде негізгі параметрлерін орынды таңдауға MathCAD ортасында алынған үшөл-шемді графиктердің көмегімен планетарлы дірілкөздірғыштың көтіретін куатын анықтау өдісі келтірілген.

Summary

The method of determining the power, spent by the planetary vibroexciter has been presented. This method with the help of three-dimensional profiles, obtained in MathCAD media, lets select main parameters of elliptic planetary vibroexciter at the stage of design. This may provide the increase of effectiveness of elliptic planetary vibroexciter and considerable decrease of energy output.

УДК 624.138.22:666.97.033.16

Восточно-Казахстанский государственный
технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

Поступила 12.02.08г.