

УДК 631.3

С.С. Родионов, В.Г. Чумаков, С.И. Родионова, В.А. Трубин, С.И. Оплетаяев

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА НА ОШИБКУ
ВЫЧИСЛЕНИЯ СКОРОСТИ РЕШЁТНОГО СТАНА ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУРГАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ Т.С. МАЛЬЦЕВА», КУРГАН, РОССИЯ

S.S. Rodionov, V.G. Chumakov, S.I. Rodionova, V.A. Trubin, S.I. Opletayev

INFLUENCE OF THE GEOMETRY OF THE CRANK MECHANISM ON THE ERROR IN
CALCULATING THE SPEED OF THE SIEVE MILL OF THE GRAIN CLEANING MACHINEFEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
«KURGAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY BY T.S. MALTSEV», KURGAN, RUSSIA

Сергей Сергеевич Родионов
Sergey Sergeevich Rodionov
кандидат технических наук
rodses09@mail.ru



Владимир Геннадьевич Чумаков
Vladimir Gennad'evich Chumakov
доктор технических наук
vgchumakov@mail.ru

София Игоревна Родионова
Sofia Igorevna Rodionova
rodses09@mail.ru

Владимир Александрович Трубин
Vladimir Aleksandrovich Trubin
Vtrybin@mail.ru

Сергей Иванович Оплетаяев
Sergey Ivanovich Opletayev
opletaev59@mail.ru

Аннотация. Самым распространенным в технике является кривошипно-шатунный механизм (КШМ). Так, в зерноочистительных машинах КШМ используется для привода решётных станов. В инженерных и научных исследованиях кинематики механизма принимают допущение о том, что при равномерном вращении кривошипа возвратно-поступательное движение стана является гармоническим колебанием. В этом случае, такие кинематические характеристики движения стана, как перемещение, скорость, ускорение, а также силы инерции, описываются простыми функциями синуса или косинуса. Принято считать, что ошибка, вызванная такой идеализацией процесса, незначительна. Известно, что величина ошибки в расчетах тем больше, чем меньше длина шатуна l и чем больше величина эксцентриситета e в сравнении с длиной кривошипа r . В качестве параметров, определяющих величину ошибки, в работе выбраны: относительная длина шатуна $L = \frac{l}{r}$ и относительный эксцентриситет $E = \frac{e}{r}$. В качестве критерия оценки выбрана относительная ошибка D , показывающая во сколько раз действительное значение максимальной скорости больше вычисляемого по принятой приближенной формуле. С использованием математической программы MathCAD выполнен расчет для 32 случаев сочетания относительных размеров шатуна L и эксцентриситета E . Результаты расчета приведены в таблице, что позволяет для любых параметров КШМ методом интерполяции определять величину ошибки приближенной формулы. На основе расчетных данных представлена графическая зависимость указанного критерия в виде поверхности отклика, где параметрами являются L и E .

Ключевые слова: кривошипно-шатунный механизм, кинематические характеристики, приближенный расчет, точная формула, ошибка.

Abstract. The crank gear is the most widespread in technique. So, in grain-cleaning machines the crank gear is used in sieve boot drive. In engineering and scientific studies the kinematics of the mechanism assume that when the crank is rotates uniformly, the reciprocating motion of the sieve boot is a harmonic oscillation.

In this case, such kinematic characteristics of the motion as displacement, speed, acceleration as well as inertia forces are described by simple sine or cosine functions. It is generally accepted that the error caused by this idealization of the process is insignificant. It is known that the magnitude of the error in the calculations is greater, the smaller the length of the connecting rod l and greater the eccentricity e in comparison with the crank length r . As parameters that determine the magnitude of the error we chose: the relative length of the connecting rod $L = \frac{l}{r}$ and the eccentricity ratio $E = \frac{e}{r}$. As a criterion we chose fractional error D showing how many times the actual value of the maximum speed is greater than the value calculated by adopted approximate formula. Using the mathematical program MathCAD the calculation for 32 cases of combination of the relative sizes of connecting rod L and eccentricity E was made. The calculation results are given in the table, which makes it possible to determine the magnitude of the error of the approximate formula for any parameters of crank gear by the interpolation method. Based on the calculated data the graphical dependence of this criterion is presented in the form of the response surface where the parameters are L and E .

Keywords: crank gear, kinematic characteristics, approximate calculation, exact formula, error.

Введение. В сельскохозяйственных машинах широко применяется кривошипно-шатунный механизм (КШМ) для обеспечения возвратно-поступательного колебательного движения исполнительного звена. В теории машин такое звено называется ползуном. В конструкции машин это может быть поршень или, как в решётных зерноочистительных машинах, решётный стан, совершающий колебания в горизонтальной плоскости с частотой 5-8 Гц. Ведущим звеном привода стана в зерноочистительных машинах является равномерно вращающийся кривошип.

При решении некоторых инженерных задач, а также в научных исследованиях принимают гипотезу о том, что при равномерном вращении кривошипа колебательные движе-

ния ползуна являются гармоническими, т.е. перемещение стана, его скорость и ускорение в зависимости от времени описываются функциями синуса или косинуса. Такая идеализация процесса существенно упрощает расчет кинематических и силовых характеристик механизма. Указывается [1], что такое допущение не приводит к значительным ошибкам в определении характеристик движения. Однако численные значения ошибки, характеризующей различия для идеального (гармонического) и реального колебательного движений, не приводятся [14-17].

Методика. Для исследований применяли математические методы, позволяющие получать аналитические зависимости, точно описывающие изменение кинематических