

УДК 534.014.2

И.П. Попов¹, В.Г. Чумаков¹, С.С. Родионов², Л.Я. Чумакова¹

МЕХАНИЧЕСКИЕ РЕЗОНАНСЫ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ АГРОБИЗНЕСА

¹ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУРГАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ Т.С. МАЛЬЦЕВА», КУРГАН, РОССИЯ

²ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», КУРГАН, РОССИЯ

I.P. Popov¹, V.G. Chumakov¹, S.S. Rodionov², L.Ya. Chumakova¹

MECHANICAL RESONANCES IN TECHNICAL SYSTEMS OF AGRIBUSINESS

¹FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION «KURGAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY BY T.S. MALTSEV», KURGAN, RUSSIA

³¹FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION KURGAN STATE UNIVERSITY, KURGAN, RUSSIA



Игорь Павлович Попов
Igor Pavlovich Popov
ip.popov@yandex.ru



Владимир Геннадьевич Чумаков
Vladimir Gennadevich Chumakov
Доктор технических наук, доцент
vgchumakov@mail.ru

Сергей Сергеевич Родионов

Sergey Sergeevich Rodionov

кандидат технических наук, доцент
rodses09@mail.ru

Любовь Яковлевна Чумакова

Lyubov Yakovlevna Chumakova

vgchumakov@mail.ru

Аннотация. Установлено, что резонанс сил – это резонанс, возникающий в механической системе, включающей инертное тело и упругий элемент, при котором развиваемые ими реактивные силы максимальны и противоположны. Резонанс скоростей – это резонанс, возникающий в механической системе, включающей инертное тело и упругий элемент, при котором развиваемые ими скорости максимальны и противоположны. Уравнению вынужденных механических колебаний соответствует схема параллельного соединения, при котором инертное тело и изменения размеров упругого элемента и демпфера имеют единую скорость, а их реактивные силы складываются. При этом сумма реактивных сил потребителей механической мощности равна силе, развиваемой источником механической мощности, который подобно источнику напряжения в электротехнике можно назвать источником силы. В механической системе, состоящей из параллельно соединенных инертного тела, упругого элемента и демпфера, возникает резонанс сил. Инертное тело, упругий элемент и демпфер можно соединять не только параллельно, но и последовательно. При последовательном соединении к элементам системы приложена единая сила, а скорости инертного тела и изменения размеров упругого элемента и демпфера складываются. При этом сумма скоростей потребителей механической мощности равна скорости, развиваемой источником механической мощности, который подобно источнику тока в электротехнике можно назвать источником скорости. В механической системе, состоящей из последовательно соединенных инертного тела, упругого элемента и демпфера, возникает резонанс скоростей. Описываемый в курсах теоретической механики механический резонанс является резонансом сил. Ему соответствует параллельное соединение инертного тела, упругого элемента и демпфера. При последовательном соединении этих элементов возникает резонанс скоростей.

Ключевые слова: резонанс сил, скоростей, параллельное соединение, последовательное, источник силы, скорости.

Abstract. It has been established that the resonance of forces is a resonance arising in a mechanical system that includes an inert body and an elastic element, in which the reactive forces they develop are maximum and opposite. Velocity resonance is a resonance arising in a mechanical system including an inert body and an elastic element at which the speeds they develop are maximum and opposite. The equation of forced mechanical vibrations corresponds to the parallel connection scheme, in which the inert body and changes in the size of the elastic element and damper have a single speed, and their reactive forces add up. In this case, the sum of the reactive forces of consumers of mechanical power is equal to the force developed by a source of mechanical power, which, like a voltage source in electrical engineering, can be called a source of force. In a mechanical system consisting of an inert body, an elastic element and a damper connected in parallel, a resonance of forces occurs. An inert body, an elastic element and a damper can be connected not only in parallel, but also in series. When connected in series, a single force is applied to the elements of the system, and the velocities of the inert body and the resizing of the elastic element and damper add up. The sum of the speeds of consumers of mechanical power is equal to the speed developed by a source of mechanical power, which, like a current source in electrical engineering, can be called a source of speed. In a mechanical system consisting of an inert body, an elastic element and a damper connected in series, a speed resonance arises. The mechanical resonance described in theoretical mechanics courses is a resonance of forces. It corresponds to a parallel connection of an inert body, an elastic element and a damper. When these elements are connected in series, a speed resonance arises.

Keywords: resonance of forces, velocities, parallel connection, series, source of force, speed.

Введение. Учет резонансных явлений в технических системах агробизнеса является актуальной задачей [1–10]. В основе их описаний лежит широко известное дифференциальное уравнение

$$a_2 \frac{d^2x}{dt^2} + a_1 \frac{dx}{dt} + a_0x = a_0 \sin \omega t, \quad (1)$$

которое имеет решение $x = x1 = x2$, где