

Научная статья
УДК 62-192

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, ВОЗБУЖДАЕМЫХ КРИВОШИПНО-КУЛИСНЫМ МЕХАНИЗМОМ

Екатерина Александровна Парунина¹, Нелли Валерьевна Куцубина²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

¹ alvestgd@yandex.ru

² kushubinanv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования динамических воздействий на станину и фундамент машины, возбуждаемых движением звеньев кривошипно-кулисного механизма. Обосновывается необходимость применения методов виброзащиты при проектировании станин и фундаментов таких машин.

Ключевые слова: кривошипно-кулисный механизм, динамические воздействия, виброзащита

Для цитирования: Парунина Е. А., Куцубина Н. В. Исследование динамических воздействий, возбуждаемых кривошипно-кулисным механизмом // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 484–489.

Original article

THE RESEARCH OF THE DYNAMIC EFFECTS INDUCED BY A CRANK-AND-SLOT MECHANISM

Ekaterina A. Parunina¹, Nelli V. Kutsubina²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ alvestgd@yandex.ru

² kushubinanv@m.usfeu.ru

Abstract. This article presents the results of a research of the dynamic effects on the machine frame and foundation caused by the movement of the crank-and-slot mechanism links. The need for vibration protection methods in the design of the frames and foundations of such machines is substantiated.

Keywords: crank-and-slot mechanism, dynamic effects, vibration protection

For citation: Parunina E. A., Kutsubina N. V. (2026) Issledovanie dinamicheskikh vozdejstvij, vzbuzhdaemy`x krivoshipno-kulisny`m mexanizmom [The research of the dynamic effects induced by a crank-and-slot mechanism]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 484–489. (In Russ).

При динамическом расчете машин и оборудования решаются задачи определения напряжений, перемещений и других параметров деталей и конструкций при различных динамических воздействиях [1].

Определение динамических воздействий является одним из центральных вопросов при разработке методов виброзащиты машин с периодическим движением и/или нагружением звеньев. Например, машин с кривошипно-кулисными механизмами, в которых рабочий орган совершает многократные линейные перемещения с кратким возвратным ходом.

Кривошипно-кулисные механизмы (рис. 1) относятся к рычажным механизмам и используются в насосах, в металлорежущих и деревообрабатывающих станках [2].

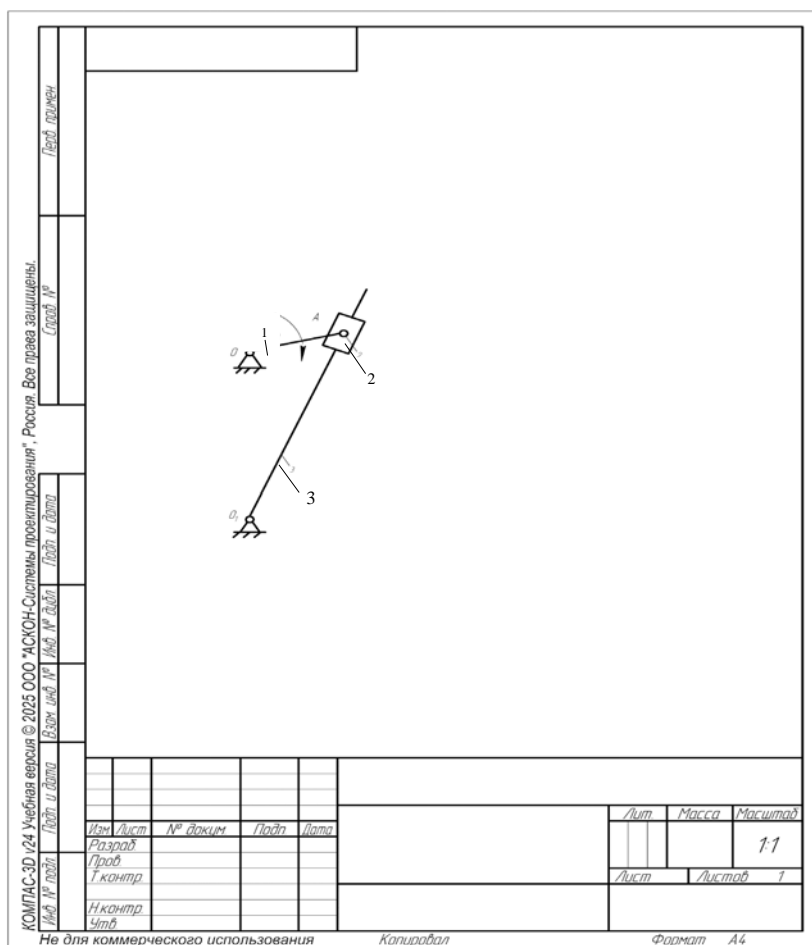


Рис. 1. Схема кривошипно-кулисного механизма:
1 – кривошип; 2 – кулисный камень; 3 – кулиса

Для кривошипно-кулисного механизма, помещенного в систему координат (рис. 2), уравнения (2) и (3) имеют вид:

F_{45}	M_{05}	F_{23}	F_{03x}	F_{03y}	F_{01x}	F_{01y}	x	=	F_{01x}	F_{01y}	F_{03x}	F_{03y}	F_{23}	F_{45}	M_{05})
1	0	0	0	0	0	0			F_{01x}	F_{01y}	F_{03x}	F_{03y}	F_{23}	F_{45}	M_{05}	
YC-YB	-1	0	0	0	0	0			F_{01x}	F_{01y}	F_{03x}	F_{03y}	F_{23}	F_{45}	M_{05}	
- YB	1	$-\sin\varphi_3 + \cos\varphi_3$	0	0	1	0			F_{01x}	F_{01y}	F_{03x}	F_{03y}	F_{23}	F_{45}	M_{05}	
1	0	$-\cos\varphi_3$	-1	0	0	0			F_{01x}	F_{01y}	F_{03x}	F_{03y}	F_{23}	F_{45}	M_{05}	
0	0	$-\sin\varphi_3$	0	-1	0	0			F_{01x}	F_{01y}	F_{03x}	F_{03y}	F_{23}	F_{45}	M_{05}	
0	0	$\cos\varphi_3$	0	0	-1	0			F_{01x}	F_{01y}	F_{03x}	F_{03y}	F_{23}	F_{45}	M_{05}	
0	0	$\sin\varphi_3$	0	0	0	-1			F_{01x}	F_{01y}	F_{03x}	F_{03y}	F_{23}	F_{45}	M_{05}	
									$M_{43}-F_{p3} XS_3 +F_{u3y} XS_3 -F_{43x} YS_3 $	F_{u3x}	$F_{p3}+F_{u3y}$	0	0			

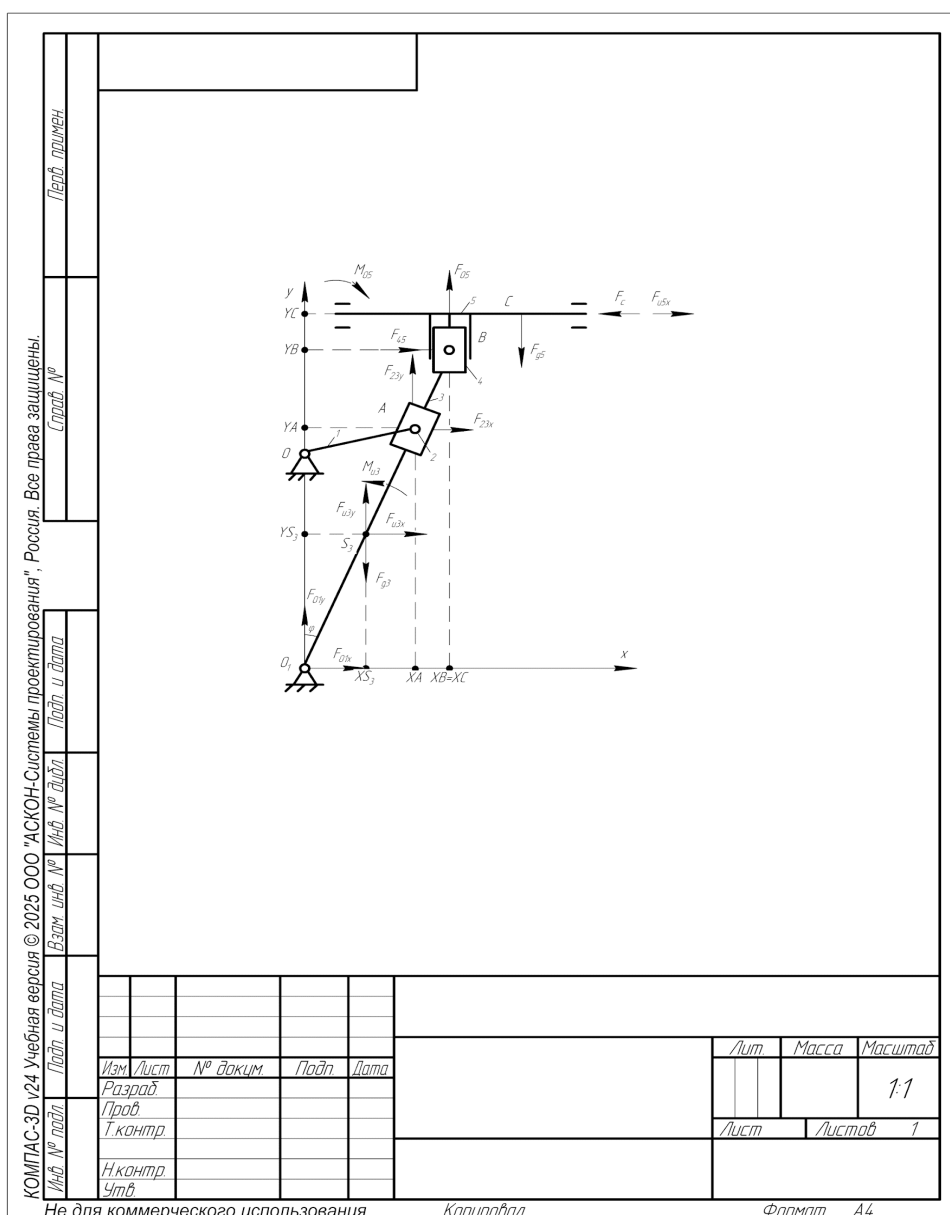


Рис. 2. Расчетная модель кривошипно-кулисного механизма

Проекции и главный момент приведенных к оси вращения кривошипа реакций подвижных звеньев на стойку:

$$\begin{aligned}
 F_{rx} &= F_{01x} + F_{03x}; F_{ry} = F_{01y} + F_{03y} \\
 F_{ry} &= F_{01y} + F_{03y}; M_r = F_{03x} \cdot OO_1 + F_{05} \cdot |X_B| \\
 M_r &= F_{03x} \cdot OO_1 + F_{05} \cdot |X_B|.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Графические зависимости F_{rx} , F_{ry} , M_r представлены на рис. 3. Красным выделены динамические воздействия на станину (фундамент) машины при максимально нагруженном механизме, зеленым – на холостом ходу.

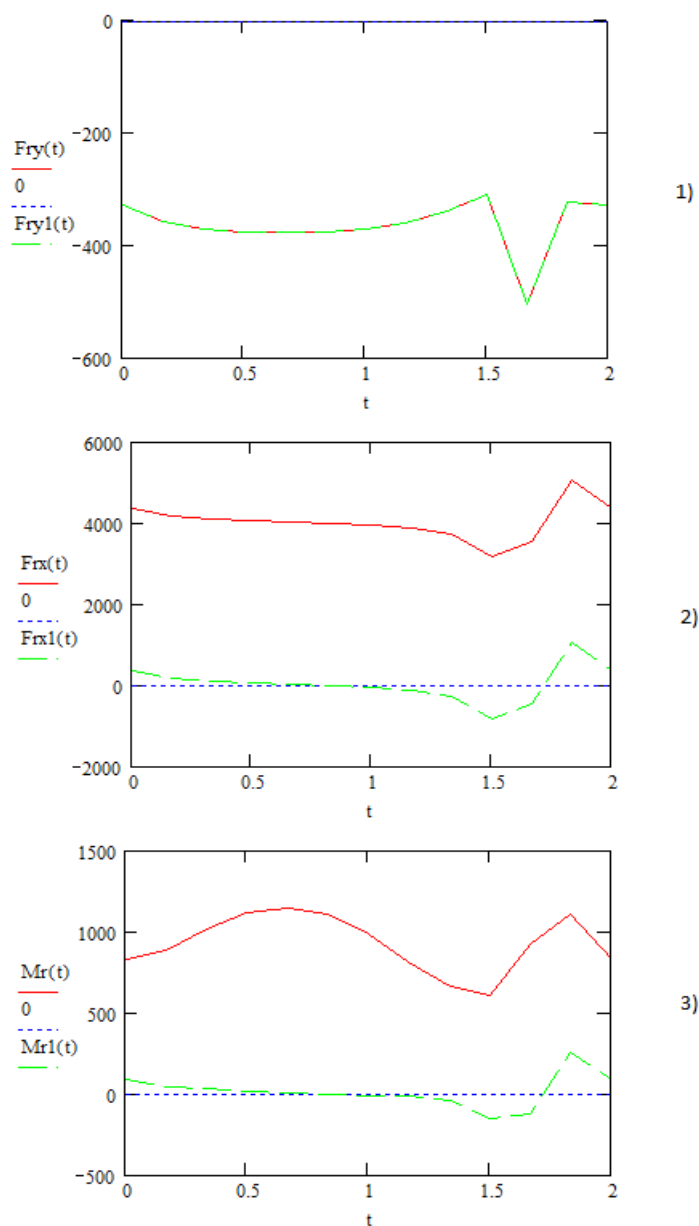


Рис. 3. Графические зависимости:
 1) – график зависимости F_{rx} от t , 2) – график зависимости F_{ry} от t ,
 3) – график зависимости M_r от t

Учитывая, что при эксплуатации машины происходит чередование рабочего (нагруженного) состояния механизма и холостого хода, динамические воздействия имеют периодический характер с амплитудой, соизмеримой с прилагаемой внешней нагрузкой.

Такие воздействия могут являться источником значительных вынужденных колебаний, негативно влияющих на работу механизма.

При проектировании станин и фундаментов таких машин, расчете опор механизма обязательно нужно предусматривать соответствующие методы виброзащиты.

Список источников

1. Куцубина Н. В., Санников А. А. Виброзащита технологических машин и оборудования лесного комплекса. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 222 с.

2. Теория механизмов и машин / Под ред. К. В. Фролова. М. : Высш. школа, 1987. 496 с.