

УДК 621.83.069.2

Л.В. Шенкман, С.Н. Козлова

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УДАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ХРАПОВОМ
МЕХАНИЗМЕ СВОБОДНОГО ХОДА БЛОЧНОГО ТИПА
С ХРАПОВИКОМ НАРУЖНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ**

Храповый механизм свободного хода (МСХ) блочного типа – оригинальная и перспективная конструкция МСХ [1]. Было разработано несколько разновидностей блочных МСХ. Все они способны работать при высоких частотах вращения и обладают достаточно высокой нагрузочной способностью.

С целью получения оптимальных конструктивных параметров храпового МСХ блочного типа был проведен теоретический анализ всех разработанных конструкций.

При исследовании храпового блочного МСХ (рис. 1) наружного зацепления с профилем зуба образованного окружностью радиусом R_p анализ

- число зубьев храповика $z = 2 \dots 24$;
- высота зуба храповика $H = 2 \dots 6$ мм;
- усилие поджатия собачки $P_{\text{пр}} = 12,45$ Н ... 60 Н;
- момент инерции собачки $I_C = 5,44 \cdot 10^{-8} \dots 1,12 \cdot 10^5$ кг·м².

Оценка изменения анализируемого параметра проводилась при прочих неизменных параметрах. Полученные данные позволили, во-первых, оценить возможность замыкания МСХ при возникновении обратного импульса для различных режимов работы и конструктивном выполнении элементов МСХ, во-вторых, оценить величину контактных напряжений в период движения собачки для рассматриваемых режимов. В последнем слу-



Рис. 1 МСХ блочного типа с храповиком наружного зацепления

движения собачки МСХ проводился для следующих изменяемых параметров:

- частота оборотов храповика в диапазоне $n = 1000 \dots 8000$ мин⁻¹;

чае необходимо оценить значения усилия, возникающего при соударении.

На графике (рис. 2), построенном по данным исследования, приведены кривые процесса после-

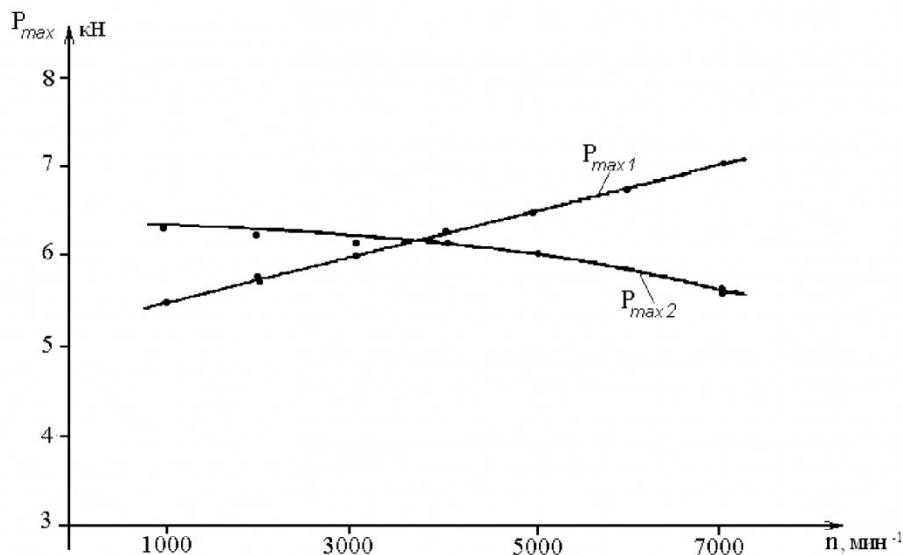


Рис. 2. Характер изменения двух последующих соударений собачки о поверхность зуба храповика.

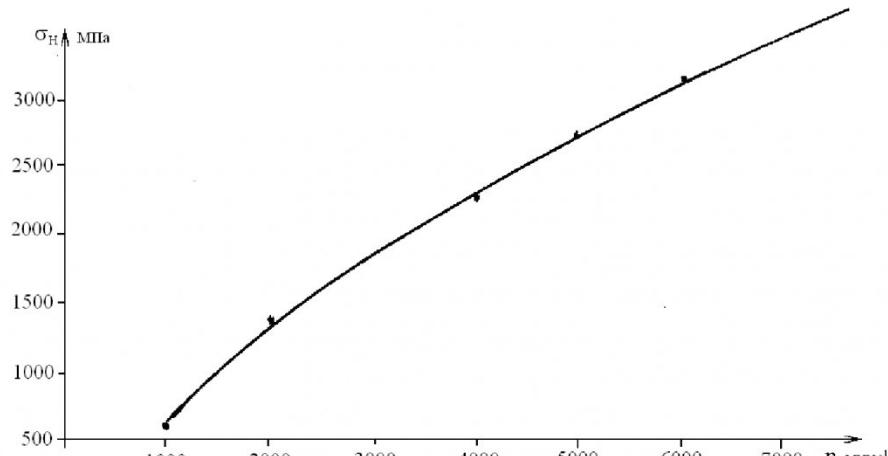


Рис. 3. Характер изменения контактных напряжений при изменении скорости вращения храповика

дующих двух соударений собачки о зуб храповика при изменении частоты оборотов храповика.

Напряжения наружного смятия в зоне контакта торца зуба храповика и собачки определяются по выражению [2]:

$$\sigma_H = 0.418 \sqrt{2q \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}},$$

где $q = \frac{P_{\max}}{b}$ - удельное давление в зоне контакта; E_1, E_2 - модули упругости собачки и храповика; R_1, R_2 - радиусы поверхностей контакта собачки и профиля зуба храповика. В расчетах приняты $R_1 = 0,001\text{м}$ и R_1, R_2 . Ниже приведены графики зависимости напряжений от различных факторов (рис. 3 - 6).

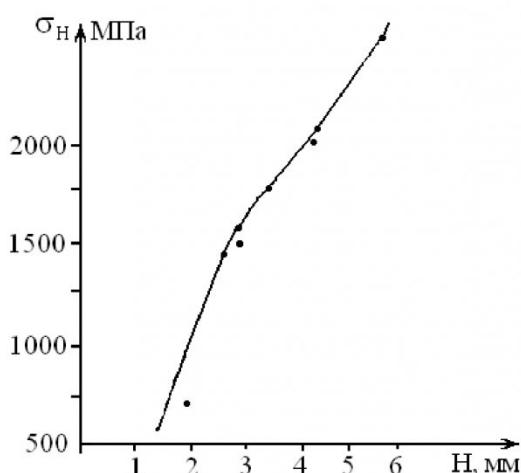


Рис. 4 Характер изменения контактных напряжений в зависимости от высоты зуба храповика

Конечной целью анализа движения собачки является определение диапазона величин изменяемых параметров, ограничиваемых лишь значением контактных напряжений в зоне соударения собачки с поверхностью зуба храповика.

Для МСХ наружного с профилем образованым радиусом окружности при $n = 1000\dots8000\text{ мин}^{-1}$ контактные напряжения хотя и растут, но остаются в пределах допустимых значений для легированных сталей $[\sigma_H] = 5 \cdot 10^3\text{ МПа}$.

Изменение числа зубьев в храповика в пределах $z = 2\dots12$ для таких МСХ не вызывает большого роста контактных напряжений, но увеличение $z > 12$ отрицательно сказывается на траектории движения собачки, проскакивающей через 1 – 2 зуба, что вызывает снижение эффективности работы передачи.

Высота зуба храповика не должна превышать $H = 4\text{ мм}$, в противном случае при высоких скоростях реально возрастание контактных напряжений выше допустимых.

Усилие предварительного поджатия пружины собачки до $P_0 < 60\text{ Н}$ незначительно сказывается на траектории движения ее в режиме холостого хода, но значительно увеличивает механические потери в МСХ.

Высота зуба храповика влияет в первую очередь на скорость собачки в период соскаока. С увеличением высоты зуба резко увеличиваются контактные напряжения в связи с ростом скорости соударения собачки. Из графиков следует, что при высоте $H > 4$ контактные напряжения оказываются равными $[\sigma_H]$ и даже превышают его.

Момент инерции J_C собачки неотделим от ее длины, поэтому, большие значения J_C соответствуют большей длине собачки. Этот параметр не превышает предельных $[\sigma_H]$ в границах рассматриваемых значений J_C .

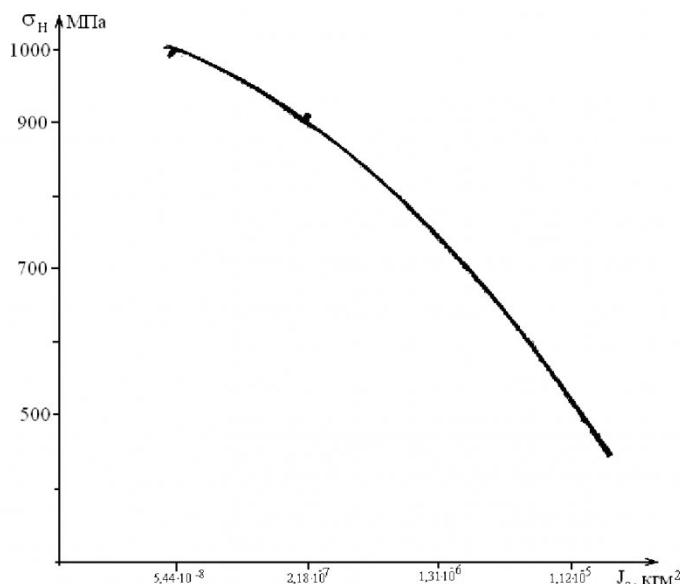


Рис. 5. Характер изменения контактных напряжений в зависимости от момента инерции собачки

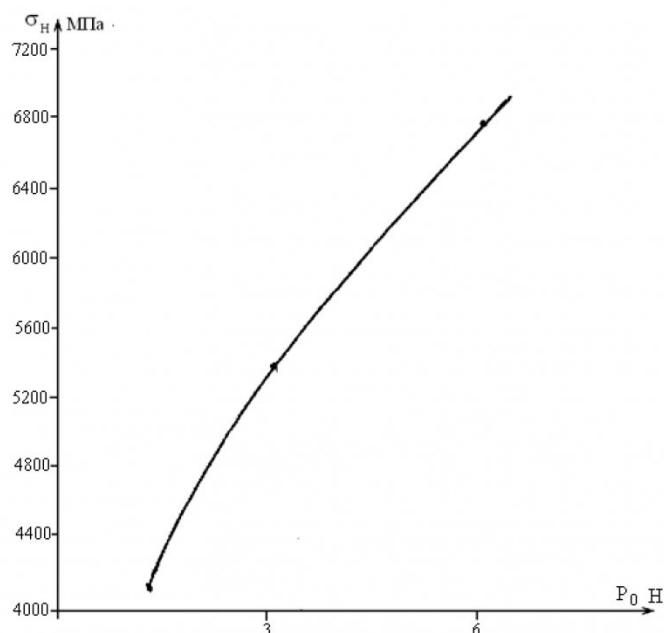


Рис.6. Характер изменения напряжения от предварительного поджатия пружины собачки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свид. №12445 РФ МКИ F16H 27/02 Блок микрохраповых механизмов. /Бондалетов В.П. и др. Заявл. 11.05.99г. Опубл. 10.01.2000г. бюлл. №1 – 2с.
2. Писаренко Г.С. и др. Справочник по сопротивлению материалов .- Киев: Наукова думка, 1985 г.
3. Ионов В.Н., Огibalов П.М. Напряжения в телах при импульсном нагружении. - М.: Высшая школа, 1975 г.

Авторы статьи

Шенкман

Людмила Владиславовна,
канд.техн. наук, доцент каф. теории
и конструирования машин (Кировов-
ская государственная технологиче-
ская академия им. В.А. Дегтярева),
e-mail: kgtatikm@mail.ru

Козлова

Светлана Николаевна,
канд. техн. наук, доцент, зав. каф.
теории и конструирования машин (
Кировская государственная техно-
логическая академия им. В.А. Дегтя-
рева), , e-mail: kgtatikm@mail.ru