

ТЭХНАЛАГІЧНЫЯ МАШЫНЫ ПЛАНЕТАРНАГА ТЫПУ ЯК АБ'ЕКТ НАВУКОВЫХ ДАСЛЕДАВАННЯЎ

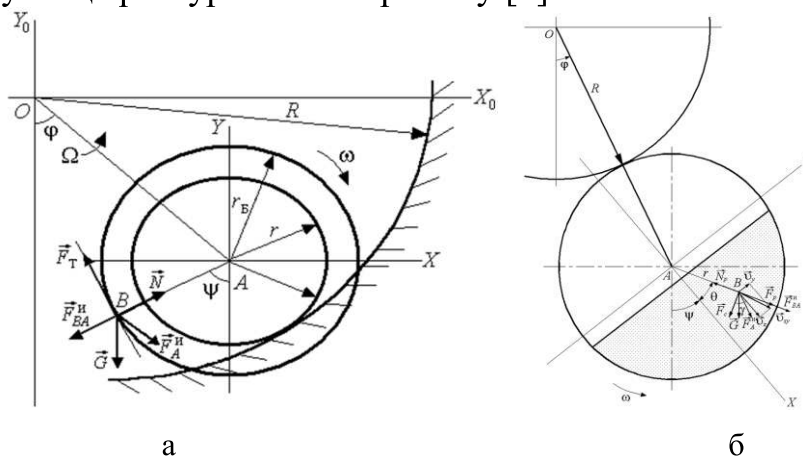
Тэхналагічныя машыны планетарнага тыпу маюць шырокія перспектывы для павышэння эфектыўнасці і інтэнсіфікацыі механічных працэсаў у хімічнай прамысловасці і вытворчасці будаўнічых матэрыялаў. Гэта дасягаецца за кошт ускладнення траекторыі і хуткасці руху рабочых органаў такіх машын.

У дадзенай рабоце прадстаўлены вынікі даследаванняў планетарных машын разнага прызначэння і розных тыпаў: млыноў, змяшальнікаў і загладжвальных агрэгатаў.

Даследаванні планетарных млыноў пачаліся з вывучэння руху адзінкавага здрабляльнага цела (шара) [1]. Удалейшым быў вывучаны рух цела ў сегменце загрузкі з улікам уплыву другіх цел па наступным сілавых схемах (рыс. 1). З улікам усіх сіл ураўнення адноснага руху запішацца ў выглядзе

$$m\vec{a}_d = \vec{G} + \vec{F}_T + \vec{F}_A^i + \vec{F}_{BA}^i + \vec{F}_c + \vec{F}_p \quad (1)$$

З улікам усіх сілавых фактараў, уваходзячых ва ураўнення адноснага руху (1), удалося ў межах сегмента загрузкі вызначыць зону адрыву здрабляльных цел, а таксама зоны безадрыўнага руху са слізгаццём і без яго [2]. У кожнай з іх рэалізуецца асноўны спосаб разбурэння: удар, сцісканне і расцісканне. Вызначаны разбуральныя напружанні ва указаных зонах і паказаны уплыў асобных спосабаў на эфектыўнасць разбурэння матэрыялаў [3].

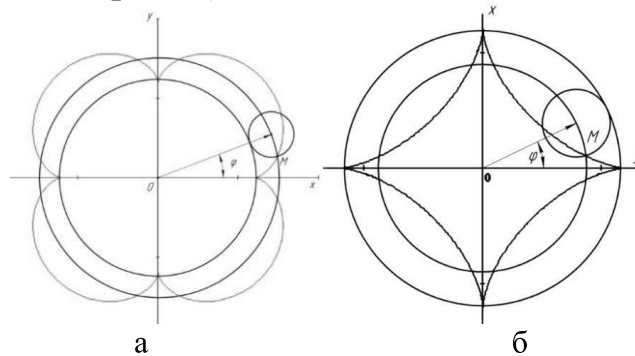


Рысуак 1 – Сілавая схема планетарнага млына
 а – унутраная абкатка; б – знешняя абкатка

Спецыфіка машын для загладжвання паверхняў, у прыватнасці бетонных, прадвызначыла і выбар метадаў іх даследаванняў. Паказчыка эфектыўнасці гэтага працэсу з'яўляецца загладжвальная здольнасць. Для дыскавай загладжвальнай машыны яна вызначаецца па формуле:

$$\theta_d = 0,94 \frac{v_d R}{v_3}, \quad (2)$$

Кожны пункт дыска пры яго планетарным руху апісвае эпіцыклоіды пры знешняй абкатцы, альбо гіпацыклоіды пры унутраннай абкатцы (рыс. 2).



Рысунк 2 – Траекторыя пункта загладжвальнага дыска пры планетарным руху а – эпіцыклойда; б – гіпацыклойда

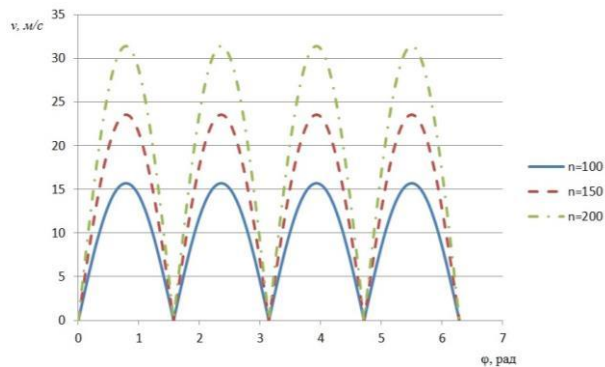
Метад вызначэння хуткацей дыска пры планетарным руху заснаваны на выкарыстанні параметрычных ураўненняў крывых [4]. Так для эпіцыклоіды параметрычныя ураўнення маюць выгляд

$$\begin{aligned} x &= (R + r) \cdot \cos \varphi - r_d \cdot \cos \left(\frac{R + r}{r} \cdot \varphi \right); \\ y &= (R + r) \cdot \sin \varphi - r_d \cdot \sin \left(\frac{R + r}{r} \cdot \varphi \right), \end{aligned} \quad (3)$$

Прадыферэнцыраваўшы ураўнення (3) можна атрымаць ураўненне для разліку поўнай хуткасці дыска

$$v = 2 \cdot \Omega \cdot R \cdot \sqrt{1 + b^2 - 2 \cdot b \cdot \cos \left(\frac{\varphi}{k} \right)}. \quad (4)$$

З выкарыстаннем ураўнення (4) разлічана змяненне модуля поўнай хуткасці за адзін поўны абарот (рыс. 3). Бачна, што хуткасць змяняецца цыклічна, але па модулю яна у 3-4 разы вышэй, чым хуткасць звычайнага дыска. Адпаведна, будзе вышэй і загладжвальная здольнасць.



Рысунак 3 – Залежнасць хуткасці ад вугла павароту пры розных n

Яшчэ адным спецыфічным аб'ектам з'яўляецца планетарны змяшальнік. Эфектыўнае перамешванне ў ім ацэньваецца крытэрыем [5]

$$\lambda = \frac{v \cdot S}{V}. \quad (5)$$

Карыстаючыся метадамі класічнай механікі, былі праведзены разлікі і вызначаны хуткасці у адвольным пункце лапаткі, а таксама атрымана, што за адзін абарот вадзіла хуткасць некалькі разоў цыклічна змяняецца ад мінімума да максімуму. Для перамешвання сыпучых матэрыялаў пры такім змяненні дасягаюцца самыя найлепшыя ўмовы гамагеннасці асобных часцінак по аб'ёму змяшальніка.

Да тэхналагічных машын планетарнага тыпу можна аднесці і роліка-маятнікавы млын. Тут таксама, як і ў другіх планетарных агрэгатах узнікае дзве інерцыйныя сілы, звязаныя з рухам крыжавіна маятнікаў і ролікаў. Паколькі разбуральныя напружанні у роліка-маятнікавым млыне залежаць выключна ад інерцыйных сіл, то на першым этапе даследаванняў вызначалася часціна вярчэння маятнікаў пры якой яны дасягаюцца. Першыя спробы даследаванняў паказалі, што з пункту гледжання механікі агрэгат слаба вывучаны, метадыка яго разліку недасканалая і патрабуе сур'ёзнай карэкціроўкі.

Увогуле калі ацаніць стан метадаў разліку кінематычных і дынамічных характарыстык разгледжаных машын планетарнага тыпу, то можна прызнаць яго незадавальняючым. Менавіта гэтым абумоўлены слабыя тэмпы іх укарыстання ў вытворчасць. Патрабуецца цэлы комплекс аналітычных і эксперыментальных даследаванняў для рашэння назначанай праблемы.

ЛІТАРАТУРА

1. Вайтехович П.Е. Интенсификация и моделирование процессов диспергирования в поле инерционных сил / П.Е. Вайтехович. Минск: БГТУ. – 2008. – 220 с.

2. Семененко, Д. В. Влияние конструктивных и технологических параметров горизонтальной планетарной мельницы на эффективность

процесса измельчения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д. В. Семененко; Белорус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2014. – 20 с.

3. Вайтехович П.Е., Боровский Д.Н. Разрушающее воздействие мелющих тел в горизонтальной планетарной мельнице при различных способах обкатки помольных барабанов / П.Е. Вайтехович, Д.Н. Боровский // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2019. – № 2. – С. 3–6.

4. Вайтехович П.Е. Определение скорости движения технологических машин планетарного типа / П.Е. Вайтехович, Н.Н. Сидоров // Труды БГТУ. Сер. химии и технологии неорганич. Вып. 12. – 2004. – С. 28–35.

5. Вайтехович П.Е. Определение основных параметров эффективного планетарного смесителя / П.Е. Вайтехович, Г.М. Хвесько, Д.Н. Боровский, Д.В. Семененко // Труды БГТУ. Серия 2. Химические технологии, биотехнология и геоэкология. – 2019. – №2 (223). – С. 114–119.

УДК 620.178.162

Ю. Я. Жепицкий, маг. (ОАО «Гродно Азот»);
П. С. Гребенчук, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНОСА ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ НАСОСОВ

Повысить рабочий ресурс узлов трения в гидродинамическом оборудовании можно с помощью замены применяемого антифрикционного материала на более эффективный. Ранее [1, 2] были рассмотрены физические закономерности процессов изнашивания и подходы к оценке их интенсивности.

Далее был проведен расчет ресурса подшипников скольжения по методике [3] и экспериментальные исследования интенсивности износа вкладышей из трех различных антифрикционных материалов. Здесь остановимся на данных экспериментальных исследований и сделаем вывод по целесообразности использования того или иного материала для вкладышей подшипников скольжения химических насосов.

Изучение условий работы подшипников скольжения производилось на трёх одинаковых по техническим параметрам центробежных электронасосных агрегатах (рисунок 1), которые находятся в цехе “Циклогексанон-2” на ОАО “ГродноАзот”. В качестве смазки, которой является сама перекачиваемая жидкость, при проведении экспе-