

УДК.635.64:631.55

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОМЕНТНОГО ГІДРОЦИЛІНДРА

Крилов В.В., к.т.н.,

Коломієць С. М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-24-36, 42-05-70

Анотація – у роботі наведено аналіз стану та результати досліджень з визначення оптимальних характеристик ротатора при проведенні навантажувально-розвантажувальних робіт.

Ключові слова – ротатор, вантаж, гідроманіпулятор, кутова швидкість вала ротора, тривалість розвороту грейферного захвату.

Постановка проблеми. Для механізації навантажувально-розвантажувальних робіт на базі тракторів і автомобілів, що випускаються серійно, створено конструкції машин, обладнаних гідравлічними маніпуляторами [2].

Маніпулятори оснащені змінними робочими органами: грейфером або щелепним захватом. Поворот грейферних захватів навколо своєї вертикальної осі здійснюється моментними гідроциліндрами-ротаторами [2]. Як відомо, якість навантажувально-розвантажувальних робіт (кутова швидкість, тривалість розвороту вантажу, забезпечення чіткого фіксованого положення захвату вантажу над транспортним засобом і т.і.) в значній мірі залежить від рівня механізації, а саме від параметрів механізму повороту грейферного захвату. Тому дослідження, з метою визначення оптимальних характеристик механізму повороту грейферного захвату, є актуальним.

Аналіз останніх досліджень. Механізми повороту грейферів у літературних джерелах освітлені недостатньо. Питання дослідження параметрів розвороту грейферного захвату неповноповоротним ротатором, а саме, визначення оптимальних значень кутової швидкості та тривалості розвороту вантажу, які істотно впливають на якість розвороту, на сьогоднішній день потребує подальшого вивчення.

Формулювання цілей статті. Мета роботи – шляхом досліджень визначити оптимальне значення кутової швидкості та встановити залежність тривалості розвороту грейферного захвату від усталеної

кутової швидкості вала ротора, довжини гнучких шлангів і сталевих трубопроводів.

Основна частина. Оптимальність параметрів механізму повороту грейферного захвату визначається, в першу чергу, кутовою швидкістю і тривалістю розвороту вантажу. Приймаємо, що тривалість розгону і тривалість гальмування рівні, тоді загальна тривалість розвороту вантажу

$$t_0 = 2t_p + \frac{\varphi_{\Gamma}}{\omega},$$

де φ_{Γ} - максимальний кут розвороту грейферного захвату, рад;

ω - кутова швидкість усталеного руху, рад/с;

t_p - тривалість розгону, с.

Встановимо залежність між тривалістю розгону і усталеною швидкістю розвороту вала ротора. У загальному випадку ротор грейферного захвату і гідророзподільувач з'єднані системою сталевих трубопроводів і гнучких шлангів.

За формулою Н. Є. Жуковського визначимо потенціальну енергію трубопроводу і стислої рідини [1]

$$U = \left(\frac{F_{\text{ТР}} \ell_{\text{ТР}}}{E_{\text{ТР}} \frac{\delta_{\text{ТР}}}{r_{\text{ТР}}}} + \frac{F_{\text{шл}} \ell_{\text{шл}}}{E_{\text{шл}} \frac{\delta_{\text{шл}}}{r_{\text{шл}}}} + \frac{F_{\text{л}} R \varphi_{\Gamma}}{2E_{\text{р}} \frac{\delta_{\text{р}}}{r_{\text{р}}}} + \frac{F_{\text{ТР}} \ell_{\text{ТР}}}{2E_{\text{р}}} + \frac{F_{\text{л}} R \varphi_{\Gamma}}{4E_{\text{р}}} \right) \Delta p^2.$$

Якщо члени рівняння, що містять $E_{\text{ТР}}$ і $E_{\text{р}}$, опустити (оскільки модулі пружності сталевих трубопроводів і матеріалу ротора в 100-150 разів перевищують модулі пружності робочої рідини), то

$$U = \left(\frac{F_{\text{шл}} \ell_{\text{шл}}}{E_{\text{шл}} \frac{\delta_{\text{шл}}}{r_{\text{шл}}}} + \frac{F_{\text{ТР}} \ell_{\text{ТР}}}{2E_{\text{р}}} + \frac{F_{\text{л}} R \varphi_{\Gamma}}{4E_{\text{р}}} \right) \Delta p^2,$$

де $F_{\text{шл}}$ - площа прохідного перетину гнучкого шланга, м²;

$\ell_{\text{шл}}$ - довжина гнучких шлангів, м;

$F_{\text{ТР}}$ - площа прохідного перетину сталевих трубопроводів, м²;

$\ell_{\text{тр}}$ - довжина сталевих трубопроводів, м²;

$E_{\text{шл}}, E_{\text{р}}$ - модулі пружності матеріалу гнучких шлангів і робочої рідини, відповідно, Н/м²;

$\delta_{\text{шл}}, r_{\text{шл}}$ - товщина стінок і внутрішній радіус гнучких шлангів, відповідно, м;

$F_{\text{л}}$ - площа лопаті ротатора, м²;

Δp - перепад тиску між нагнітальною порожниною ротатора і розподільником, Н/м².

За теоремою Кастельяно визначимо об'ємну деформацію рідкої ланки

$$\Delta W = \frac{dU}{d(\Delta p)} = \left(\frac{2V_{\text{шл}}}{E_{\text{шл}} \frac{\delta_{\text{шл}}}{r_{\text{шл}}}} + \frac{V_{\text{тр}} + V_{\text{р}}}{E_{\text{р}}} \right) \Delta p,$$

де $V_{\text{тр}}$ - об'єм трубопроводів, м³,

$$V_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \ell_{\text{тр}};$$

$V_{\text{шл}}$ - об'єм гнучких шлангів, м³,

$$V_{\text{шл}} = F_{\text{шл}} \ell_{\text{шл}};$$

$V_{\text{р}}$ - об'єм ротатора, м³,

$$V_{\text{р}} = \frac{1}{2} F_{\text{л}} R \varphi_{\text{Г}};$$

R - робоча довжина лопаті ротатора, м,

$$R = D - d;$$

D і d - внутрішній діаметр циліндра ротатора і діаметр вала ротатора, відповідно, м.

Тривалість наростання тиску в ротаторі

$$t_{\text{р}} = \frac{\Delta W}{Q},$$

де Q - кількість рідини, що поступає в ротатор при усталеній швидкості,

$$Q = \omega V_{\text{р}}.$$

Визначимо перепад тиску в нагнітальній порожнині ротатора і золотнику гідророзподільвача

$$\alpha f \sqrt{2g \frac{\Delta p}{\gamma}} = \omega V_p;$$

$$\Delta p = \frac{\omega^2 V_p^2 \gamma}{2g(\alpha f)^2},$$

де g - прискорення вільного падіння, м/с²;
 γ - щільність робочої рідини, кг/м³;
 f - площа перетину щілини золотника, м²;
 α - коефіцієнт витрати рідини в золотнику.

Отже,

$$t_p = \left(\frac{2V_{\text{шл}}}{E_{\text{шл}} \frac{\delta_{\text{шл}}}{r_{\text{шл}}}} + \frac{V_{\text{ТР}} + V_p}{E_p} \right) \frac{V_p \gamma \cdot \omega}{2g(\alpha f)^2}.$$

$$c = \left(\frac{2V_{\text{шл}}}{E_{\text{шл}} \frac{\delta_{\text{шл}}}{r_{\text{шл}}}} + \frac{V_{\text{ТР}} + V_p}{E_{\text{ж}}} \right) \frac{V_p \gamma}{2g(\alpha f)^2};$$

$$t_p = c\omega.$$

Загальний час розвороту вантажу (рис. 2)

$$t_0 = 2c\omega + \frac{\varphi_{\Gamma}}{\omega}.$$

Визначимо екстремальне значення швидкості розвороту рейферного захвату

$$t'_0 = 2c - \frac{\varphi_{\Gamma}}{\omega^2_{\text{екстр}}} = 0; \omega_{\text{екстр}} = \sqrt{\frac{\varphi_{\Gamma}}{2c}}.$$

Висновки. Таким чином, недоцільно кутову швидкість розвороту рейферного захвату підвищувати більш за $\omega_{\text{екстр}}$. Для скорочення загальної тривалості розвороту рейферного захвату необхідно зменшити довжину гнучких шлангів і сталевих трубопроводів.

Література

1. Векслер В. М. Проектирование и расчет перегрузочных машин / В.М.Векслер, Т.И.Муха. - Л.: Машиностроение, 1971. - 320 с.
2. Таубер Б. А. Подъемно-транспортные машины / Б.А. Таубер. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. - 456 с.

DETERMINATION OF HYDROCYLINDER'S OPTIMUM DESCRIPTIONS

V. Krylov, S. Kolomiyets

Summary

The analysis of the state and results of researches descriptions of rotator during conducting of loading – unloading works is resulted in the article.