

УДК 677.055.621

Березін Л.М., канд. техн. наук, доцент
Київський національний університет технологій та дизайну, Lnb07@ukr.net

ДО РОЗРАХУНКІВ ПАРАМЕТРІВ ПОДАТЛИВИХ ГРАНЕЙ КЛИНІВ

Для надійності панчішних автоматів визначальною є втомлена довговічність в'язальних голок. Домінуючим напрямком мінімізації відмов голок від дії повторно змінних навантажень при взаємодії їх з клинами є зменшення жорсткості в парі п'ятка голки та робоча поверхня клину. Оскільки випуск голок централізований, доцільно застосовувати клини з податливими робочими гранями (ПРГ), класифікація яких представлена в [1]. Переважна більшість робіт стосується конструкцій клинів з ПРГ, які утворені пазами, що розміщені вздовж робочої поверхні клину, а також розрахунків геометрії податливих граней традиційних форм за умовою міцності в детермінованій постановці, які забезпечують мінімальні ударні навантаження.

В попередніх розрахунках ПРГ враховують дві основні суперечливі вимоги: одночасне забезпечення умови міцності та необхідної податливості. Переважно прямою задачею вважають виконання вимог за податливістю, а вимога за міцністю повинна задовольнятися з допустимим запасом. У випадках унеможливлення виконання умови міцності, ПРГ відносять до критеріальних деталей за розміром та розраховують на надійність та довговічність в ймовірнісному аспекті.

В [2] представлено обчислення поперечних розмірів вздовж податливої грані клину, виходячи з характеристичного критерію заданої однакової надійності по довжині грані та мінімізації її маси. За розрахункову прийнято двічі невизначену схему навантаження з балковою деформацією. Використовували метод найменшого об'єму для визначення закону розподілу матеріалу вздовж вісі грані. Вимога на зменшення маси балки (відповідно і осьового моменту опору площі поперечного перерізу) пов'язана із забезпеченням рівня її податливості, яка задається з технологічних міркувань. Як результат, отримано аналітичні залежності для визначення площ поперечних перерізів прямокутної форми вздовж ПРГ клину за критерієм втомленої надійності на її характерних ділянках. Використання ймовірнісного підходу дозволяє отримувати заданий рівень надійності ПРГ в цілому при мінімізації її маси.

Комплексний підхід до розрахунку геометричних параметрів ПРГ клину в залежності від характеристик її жорсткості та циклічної довговічності в детермінованій та ймовірнісній постановках представлено в [3]. Використовуючи загальний метод розкриття статичної невизначеності та класичні підходи з опору матеріалів, отримано залежності зміни прогину балки та згинаючого моменту в небезпечному перерізі. Перевірний розрахунок на втомлену міцність ПРГ виконували за обмеженою, попередньо заданою довговічністю N в циклах навантаження до її втомленого руйнування. Використовували співвідношення між розрахунковим напруженням σ_a в небезпечному перерізі та граничним напруженням ПРГ σ_{-10N} при заданому числі циклів навантаження N , перевищення якого викликає руйнування. У випадках, коли для ПРГ клину неможливо забезпечити великий запас міцності, перевірний розрахунок виконували в ймовірнісній постановці, розуміючи, що максимальні напруження σ_{max} в перерізах балки не перевищують границю втомленості балки σ_{-10} з заданого матеріалу, тобто $H = P(\sigma_{max} < \sigma_{-10})$, оскільки втомлене руйнування виникає в результаті накопичення втомлених пошкоджень.

Тоді надійність ПРГ за ймовірністю безвідмовної роботи $p(t)$ оцінюють за квантилем нормального розподілу:

$$u_p = -\frac{1-n}{\sqrt{n^2 v_{-1\delta}^2 + v_a^2}},$$

де $n = \frac{\bar{\sigma}_{-1\delta}}{\sigma_{екв}}$ – коефіцієнт безпеки за середніми значеннями границі втоми $\bar{\sigma}_{-1\delta}$ та амплітуди еквівалентних навантажень $\bar{\sigma}_{екв}$ ПРГ; $v_{-1\delta}$ та v_a – коефіцієнти варіації границі втоми та амплітуд еквівалентних навантажень.

Для визначення параметрів клинів з ПРГ використовують переважно аналітичні методи, але, враховуючи розвиток сучасної комп'ютерної техніки, їм на зміну приходять чисельні методи дослідження. За допомогою комп'ютерного моделювання усувається більшість припущень, що мають місце в аналітичних методах, а результати є більш інформативними. Серед них найбільш ефективним вважають метод скінченних елементів, який використовували в [4] при аналізі конструкції клину з ПРГ складної форми, що забезпечує одночасну балкову і подвійну консольну деформації. Розрахунок виконували за критеріями міцності та податливості з використанням некомерційного програмного забезпечення Code_Aster. За результатами обчислювальних експериментів були встановлені розподіли еквівалентних напружень та деформацій по поверхні грані клину, отримано оптимальні геометричні параметри ПРГ при врахуванні габаритних обмежень клину, умов міцності та максимального допустимого прогину. За розподілом напружень по довжині консольних балок очевидне використання трапецієвидних консолей, що забезпечує рівномірний опір згину та дозволяє мінімізувати розміри клину при забезпеченні умови рівної міцності та заданих переміщень. За умовами технологічності виготовлення консолей використовувати перерізи рівного опору при зміні їх ширини за довжиною та з сталою висотою [5]. Враховуючи умову рівноміцності, визначали закон зміни ширини консолі вздовж її довжини та дійсний обрис її трапецієподібності, який задається обмеженням $a(1)$ та $a(0) \geq a_{\min}$, де $a(1)$ та $a(0)$ – ширина кореневого перерізу балки в місці закріплення та ширина перерізу приєднання до поперечної балки. $a(1)$ визначали за умовою міцності при складній деформації, $a(0)$ – за дотичними напруженнями від поперечної сили, яка дорівнює прикладеному навантаженню. При виборі дійсного обрису трапецієвидної консольної балки враховували також необхідність заданої податливості, яка забезпечується ступеню трапецієподібності консолі та задається коефіцієнтом форми, як відношення $a(0)$ до $a(1)$.

Список посилань

1. Березін Л.М. Оцінка довговічності та надійності в'язальних механізмів панчішно-шкарпеткових автоматів: монографія [Текст] / Л.М. Березін. – К.: КНУТД, 2013. – 191 с.
2. Березін Л. М. Розрахунок податливої грані клину панчішних автоматів за заданою рівною надійністю за критерієм міцності [Текст] / Л.М. Березін // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. –2013. – №3. – С.168–172.
3. Березін Л. М. Розрахунок податливої грані клину за критеріями жорсткості та довговічності [Текст] / Л.М. Березін // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. –2016. – № 3 (98). – С. 68–73.
4. Березін Л. М. Моделювання податливої грані клину складної форми за критеріями деформації та міцності [Текст] / Л.М. Березін, К.В. Савченко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2019. – №6. – С.24 –27.
5. Березін Л.М. До розрахунку геометричних параметрів податливих граней клинів [Текст] / Л.М. Березін // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2019. – №5 (138). – С.9–16.