

УДК 677.057.121.001.5

"САМОТОРМОЖЕНИЕ" В ВАЛКОВЫХ МЕХАНИЗМАХ

Л.Г. ГОРОДИССКИЙ, Г.К. КУЗНЕЦОВ

(Костромской государственной технологической университет)

Известно классическое условие захвата (втягивания) полосы валковой парой, используемое для расчета механизмов во всех отраслях промышленности [1...3]. Оно связывает величину коэффициента f трения с размерами валков и полосы через угол α захвата (рис. 1-а).

$$\operatorname{tg} \alpha < f.$$

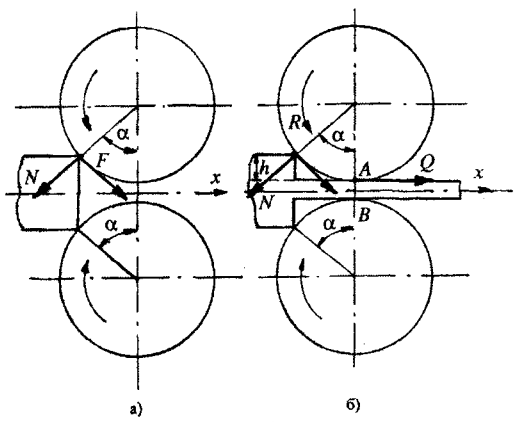


Рис. 1

Условие получено на основе уравнений статики полосы, когда сумма проекций втягивающих сил на направление движения (ось x) больше суммы проекций выталкивающих, а сила трения имеет предельное значение

$$F = fN,$$

где N – сила нормального взаимодействия; F – сила трения.

Применительно к текстильным машинам выведены также условия захвата при

различных способах привода валков в паре, устойчивого движения слоя волокнистого материала при наличии неравномерностей его по толщине [4...6]. В частности, при отсутствии привода одного из валков пары условия захвата ухудшаются в 4 раза, утолщения слоя могут привести к пробуксовке (к "самоторможению" [7]), то есть к прекращению движения полосы. Такие эффекты часто наблюдаются в производственной практике.

Для случая прокатки металлов в литературе рассматривается "принудительный" захват, при котором для втягивания полосы в технологическую зону к ней прикладывается усилие, направленное по движению материала [1]. Иногда силой, способствующей или препятствующей захвату, рассматривают силу инерции полосы. Для текстильных материалов, имеющих малую массу, это, по-видимому, нецелесообразно.

Если не учитывать деформируемости обрабатываемого материала и валков, то пробуксовка – "самоторможение" при прокатке неравномерной полосы выглядит следующим образом (рис. 1-б). Утолщение (порог) упирается в поверхность валков, межосевое расстояние в валковой паре увеличивается, контакт в точках А и В (рис. 1-б) нарушается и дальнейшее движение полосы определяется условиями захвата утолщения. То же самое наблюдается при утолщении не в форме порога, а в форме клина при резком возрастании толщины полосы [5]. При учете деформируемости обрабатываемого материала и поверхности валков (это имеет место в действительности) условия прохождения из-

меняются. Контакт в точках А и В при входе утолщения не нарушается и силы трения в этой зоне способствуют прохождению утолщения. Возникают условия принудительного захвата. Одновременно деформация материала при контакте с поверхностью валков несколько изменяет фактический угол захвата. Возникающие условия зависят от многих факторов (нагрузка, трение, податливость материалов и др.). К сожалению, это явление не изучено и в литературе не освещено.

Математические условия пробуксовки – "самоторможения" при прохождении неровностей и при захвате жесткого материала (при недеформируемой поверхности валков) прямо противоположны условиям захвата:

$$\operatorname{tg} \alpha > f.$$

Здесь сумма проекций выталкивающих сил больше суммы проекций втягивающих.

Соответственно как условие захвата, так и условие "самоторможения" могут быть выражены через геометрические размеры элементов полосы (радиус валков R , высота порога утолщения h).

Для случая, представленного на рис.1-б:

условие захвата

$$f > \frac{\sqrt{R^2 - h^2}}{R - h};$$

условие "самоторможения"

$$f < \frac{\sqrt{R^2 - h^2}}{R - h}.$$

При приближенных расчетах в некоторых случаях величинами h в знаменателе и h^2 под корнем можно пренебречь.

При конструировании механизмов для обеспечения надежного захвата или надежного "самоторможения" следует определить величину запаса того или другого [8]. Это должно предупредить возможные случайные влияния на процесс.

Условия обеспечения надежного "самоторможения" приходится принимать во внимание при проектировании роликовых затворов проходных аппаратов для обработки тканей при высоких температурах и давлениях [9...11].

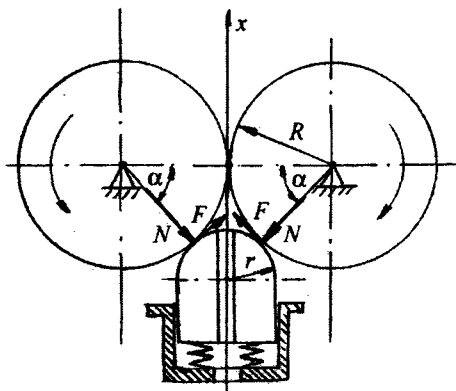


Рис. 2

В конструкции затвора уплотняющий элемент для поддержания давления в камере прижимается к поверхности роликов (валков) с определенным усилием (рис. 2). Здесь необходимо с достаточным запасом "самоторможения" избежать возникновения условий, благоприятных для захвата уплотняющего элемента. Это одновременно связано и с уменьшением энергии затрачиваемой на процесс.

Для роликового затвора, представленного на рис. 2, выведено следующее выражение для геометрических условий "самоторможения" уплотнителя при контакте с валками при условии, что поверхность уплотнителя выполнена в форме цилиндра радиусом r :

$$r > R \left(\frac{f}{\sin \arctg f} \right) - 1.$$

Выражение выведено на основе формулы $\operatorname{tg} \alpha > f$.

Зависимость радиуса r уплотнителя от величины коэффициента f трения при различных размерах валков представлена на рис. 3. При проведении расчетов по этому выражению следует иметь в виду обеспечение необходимого запаса "самоторможения" и учитывать величину усилия прижима уплотнительного элемента для избе-

жания возникновения условий принудительного захвата. Аналогичные математические выражения получены и для других конструкций роликовых затворов.

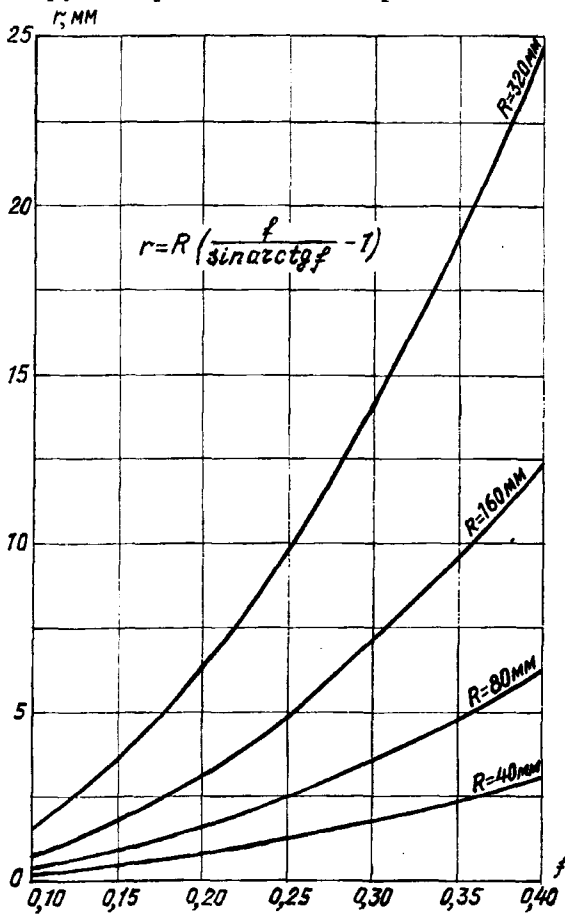


Рис. 3

ВЫВОДЫ

1. При расчетах валковых механизмов могут возникнуть требования как надежного захвата полосы парой валков, так и надежного "самоторможения" ее, то есть избежания возникновения условий захвата.

2. Условия "самоторможения" уплотнителя следует соблюдать при расчетах роликовых затворов аппаратов, работающих под давлением.

3. Для предотвращения случайных влияний следует обеспечивать запас в условиях захвата или "самоторможения" полосы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грудев А.П. Теория прокатки. – М.: Металлургия, 1988.
2. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д., Метлов Б.Н. Валковые машины для переработки пластмасс и резиновых смесей. – М.: Машиностроение, 1967.
3. Кузнецов Г.К., Фомин Ю.Г. Механика валковых механизмов текстильных машин: Учебное пособие ИвТИ. – Иваново, ИХТИ, 1989.
4. Кузнецов Г.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1964, № 2. С. 40...43.
5. Кузнецов Г.К., Сиюшева Т.Х., Трезуб Л.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1973, № 1. С. 43...45.
6. Кузнецов Г.К. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1986, № 4. С. 95...98.
7. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. – М.: Машиностроение, 1987.
8. Саввин А.П. // Вестник машиностроения. – 1960, № 7.
9. Барaboшкин Е.А., Городисский Л.Г., Кузнецов Г.К. К вопросу об актуальности исследований процессов и аппаратов для непрерывной высокотемпературной обработки тканей под давлением. Деп. ООО "Легпроминформ", № 40 – 47, 2001.
10. Щеголев А.И., Аникин С.И. Затворы для аппаратов термической жидкостной обработки под давлением непрерывно движущегося полотна. Авт. свид. № 334302, кл. D06B, 1972.
11. Городисский Л.Г., Романов Н.Т. Затвор для аппаратов высокого давления. Авт. свид. № 563029, кл. D06B, 1973.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 03.04.02.