

УДК 621.771.63

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ПОЛУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Плеснецов Ю.А., Сучков Г.М., Плеснецов С.Ю.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина

Аннотация: Проанализированы современные технологии производства гнутых профилей, в которых наметилась тенденция по интенсификации процессов формоизменения металла при валковой формовке гнутых профилей. При этом, для уменьшения трения, применяют смазки, что уменьшает коэффициент трения и усилия профилирования. Вместе с тем, если коэффициент трения не превышает определенной величины, полоса не захватывается валками происходит пробуксовка заготовки. В результате увеличиваются затраты энергии, происходит перераспределение усилий формовки между клетями, возникают дополнительные динамические нагрузки на передаточных элементах привода, ухудшается качество профилей. Важное значение приобретает определение численного значения коэффициента трения, определение которого позволило бы рационально проектировать процесс профилирования. В работе установлено, что под действием сил трения в местах контакта профилируемого металла с валками возникают растягивающие напряжения, которые локализуются в тонком поверхностном слое и могут привести к его разрушению. Определены коэффициенты трения при формовке профилей без покрытия и с покрытием, обеспечивающие получение профилей без поверхностных дефектов.

Ключевые слова: трение; коэффициент трения; сила; профилирование; валки; полоса; клеть; профиль; дефект.

В последнее время в связи с интенсификацией производства гнутых профилей при разработке и совершенствовании процессов профилирования стремятся ужесточить режимы формовки, для уменьшения трения – применяют смазки [1-9]. Однако, если коэффициент трения не превышает определенной минимальной величины, полоса не захватывается валками, и они буксуют по ней. В результате увеличиваются затраты энергии, происходит перераспределение усилий формовки между клетями, возникают дополнительные динамические нагрузки на передаточных элементах привода, ухудшается качество профилей. Вместе с тем, сокращение дополнительных затрат энергии, достигаемое благодаря применению дорогостоящих смазок, часто дает весьма незначительный экономический эффект, особенно при небольшом уменьшении коэффициента трения. Получение профилей без поверхностных дефектов можно обеспечить также с помощью сравнительно дешевых смазок при несколько большем коэффициенте трения.

С учетом изложенного, важное значение приобретает определение численного значения коэффициента трения, определение которого позволило бы рационально проектировать процесс профилирования. В работе предпринята попытка определить численное значение коэффициента трения для случая профилирования сортовых гнутых профилей, как наиболее распространенных в сортаменте гнутых профилей и содержащих основные типовые элементы сложных гнутых специальных профилей.

В работе установлено, что под действием сил трения в местах контакта профилируемого металла с валками возникают растягивающие нормальные напряжения σ_{zz} , которые локализуются в тонком поверхностном слое и могут привести к его разрушению. Максимальные растягивающие напряжения на поверхности контакта определяются выражением:

$$\sigma_{zz}^{max_s} = f\sigma_s, \quad (1)$$

где f - коэффициент трения; σ_S - предел текучести металла полосы.

При формовке стальных профилей без специальных покрытий для получения качественной поверхности должно выполняться условие $\sigma_{ZZ}^{max} \leq f\sigma_S$. Из рис. 1 а, построенного на основании расчета по формуле (1), следует, что это условие выполняется при $f \leq 0,275$. Однако в результате воздействия внешней среды поверхностный слой имеет пониженные прочностные свойства по сравнению с основным металлом. Кроме того, в подгибаемых прямолинейных элементах в результате формоизменения возникают растягивающие напряжения, которые могут достигать предела текучести. Поэтому, для предотвращения разрушения поверхностного слоя необходим в 1,8...2,5 раза больший запас прочности, который обеспечивается при коэффициенте трения $f=0,11...0,16$.

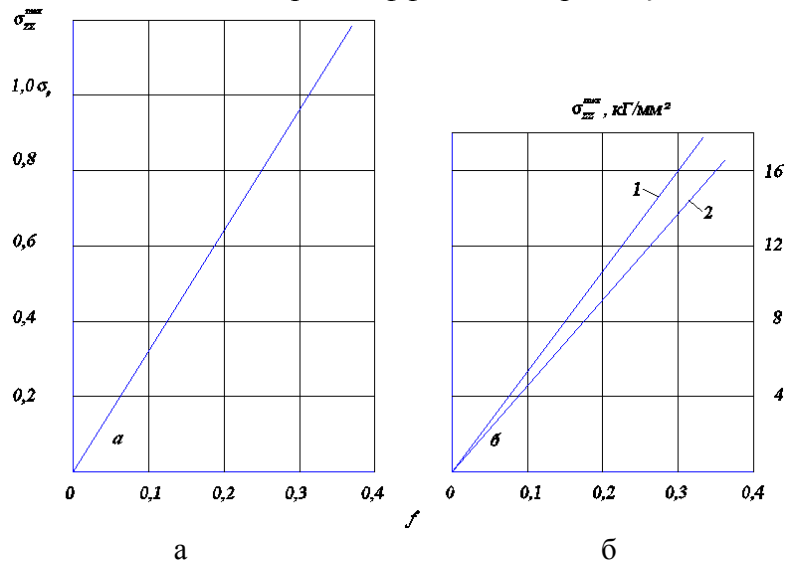


Рис. 1 - Зависимость максимальных растягивающих напряжений (σ_{ZZ}) от коэффициента трения: а - для полос без металлического лакирующего покрытия; б - для полос алюминиевого сплава АМг6М с лакирующим покрытием из алюминия ($\sigma_{ВПЛ}=9...12$ кг/мм²; 1 - $\sigma_S=15$ кг/мм²; 2 - $\sigma_S=13$ кг/мм²)

При профилировании полос с лакирующим покрытием из другого металла, предохраняющего основной металл от коррозии, очень важно сохранить это покрытие от разрушения в процессе формоизменения. Толщина его незначительна. Так, на листы из алюминиевых сплавов с обеих сторон наносится слой чистого алюминия, толщина которого составляет 2...4% толщины листа. Он менее прочен, чем основной металл (соответственно $\sigma_S=3...6$ кг/мм² и 10...20 кг/мм², $\sigma_B=9...12$ кг/мм² и 20...32 кг/мм²), а показатели пластичности у него в 1,5...2,5 раза выше. Определим коэффициент трения, при котором обеспечивается это условие, для алюминиевого сплава АМг5М с $\sigma_S=13...15$ кг/мм². Из графиков (рис. 1, б) следует, что при $f \geq 0,18$ напряжения σ_{ZZ}^{max} превышают предел прочности лакирующего покрытия. Для сохранения последнего коэффициент трения должен быть меньше 0,18.

Таким образом, в работе установлено, что:

1. Использование смазок, обеспечивающих коэффициент трения $f=0,1...0,16$ при формовке профилей без металлического покрытия и $f=0,09...0,14$ с покрытием, позволяет получать профили практически без поверхностных дефектов, вызываемых действием сил трения, то есть гарантируется достаточный запас прочности.

2. Величину коэффициента трения 0,1...0,14 (при обработке рабочих поверхностей профильных валков по Ra 0,63...032) обеспечивают применяемые в настоящее время меткомбинатами смазочно-охлаждающие эмульсии:

- для стальных профилей без покрытия 5% эмульсия на стандартном эмульсоре;

- для оцинкованих профілей 5% емульсія на основі полімеризованного хлопкового масла.

3. При формівке профілей с металіческим плакірующим покритієм, а также профілей из матеріалов, склонных к налипанію на інструмент (нержавеющих сталей), рекомендованы следующие смазки: полімеризованное хлопковое масло ($f=0,08\dots0,1$), циліндровое масло № 24 - «Вискозин» ($f=0,1\dots0,12$), 5% емульсія на основі пасты СП-3 ($f\approx 0,1$), солидол с добавкой дисульфида молибдена ($f=0,1$). Эти смазки для внедрения.

Список літератури

1. Тришевский И.С., Докторов М.Е. Теоретические основы процесса профилирования. - Москва: Металлургия, 1980. - 288 с.
2. Гун Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением (теория пластичности). - Москва: Металлургия, 1980. - 456 с.
3. Тришевский И.С. Калибровка валков для производства гнутых профілей проката / И.С. Тришевский, В.И. Мирошніченко, В.П. Стукалов и др. - Киев: Техника, 1980. - 168 с.
4. Тришевский И.С. Производство гнутых профілей. Оборудование и технологии. / И.С. Тришевский, А.Б. Юрченко, В.С. Марьин и др. - Москва: Металлургия, 1982. - 384 с.
5. Тришевский И.С., Клепанда В.В. Металлические облегченные конструкции. - Киев: «Будівельник», 1978. - 112 с.
6. Тришевский И.С. Гнутые профіли проката. Справочник / И.С. Тришевский, В.И. Мирошніченко, В.П. Стукалов и др. - Москва: Металлургия, 1980. - 352 с.
7. Тришевский И.С. Производство деталей из гнутых профілей / И.С. Тришевский, В.С. Марьин, В.А. Хмель. - Киев: Техника, 1985. - 128 с.
8. Roll forming handbook / Edited by George T. Halmos. - Boca Raton, London, New York: Taylor & Francis Group, 2006. -573 p
9. Марковцев В.А. Формообразование стесненным изгибом в роликах и правка гнутых тонкостенных профілей / В.А. Марковцев, В.И. Филимонов. - Ульяновск: УЛГТУ, 2006. - 244 с.

Determination of the friction coefficient to provide quality bended profiles

Plesnetsov Yu.A., Suchkov G.M., Plesnetsov S.Yu.

Abstract. Analyzed are modern technologies for the production of roll-formed sections, in which there is a tendency to intensify the processes of metal forming during roll forming of roll-formed sections. At the same time, to reduce friction, lubricants are used, which reduces the coefficient of friction and profiling forces. At the same time, if the coefficient of friction does not exceed a certain value, the strip is not captured by the rolls, slipping of the workpiece occurs. As a result, the energy consumption increases, the forming forces are redistributed between the stands, additional dynamic loads appear on the drive transmission elements, and the quality of the profiles deteriorates. Determination of the numerical value of the friction coefficient, the determination of which would make it possible to rationally design the profiling process, is of great importance. It is established in the work that under the action of friction forces at the points of contact of the profiled metal with the rolls, tensile stresses arise, which are localized in a thin surface layer and can lead to its destruction. The coefficients of friction during the forming of uncoated and coated profiles, which ensure the production of profiles without surface defects, have been determined.

Key words: friction; coefficient of friction; force; profiling; rolls; band; stand; profile; defect.

Визначення коефіцієнта тертя, що забезпечує отримання якісних гнутих профілей

Плєснецов Ю.О., Сучков Г.М., Плєснецов С.Ю.

Анотація. Проаналізовано сучасні технології виробництва гнутих профілів, в яких намітилася тенденція по інтенсифікації процесів формозміни металу при валкової формуванні гнутих профілів. При цьому, для зменшення тертя, застосовують мастила, що зменшує коефіцієнт тертя і зусилля профілювання. Разом з тим, якщо коефіцієнт тертя не перевищує певної величини, смуга не захоплюється валками відбувається пробуксовка заготовки. В результаті збільшуються витрати енергії, відбувається перерозподіл зусиль формування між клітьми, виникають додаткові динамічні навантаження на передавальних елементах приводу, погіршується якість профілів. Важливе значення набуває визначення чисельного значення коефіцієнта тертя, визначення якого дозволило б раціонально проектувати процес профілювання. У роботі встановлено, що під дією сил тертя в місцях контакту профілюваного металу з валками виникають напруження розтягу, які локалізуються в тонкому поверхневому шарі і можуть привести до його руйнування. Визначено коефіцієнти тертя при формуванні профілів без покриття та з покриттям, що забезпечують отримання профілів без поверхневих дефектів.

Ключові слова: тертя; коефіцієнт тертя; сила; профілювання; валки; смуга; кліть; профіль; дефект.