

Результаты эксперимента по исследованию применения напорных волок

Характеристика режимов волочения	Усилие волочения со скоростью 0,26 м/с для перехода диаметров проволоки с 2,01 на 1,821 мм, диаметр напорной волоки 2,23 мм, Н	Температура поверхности проволоки, °С
Без напорной волоки	1510	240,7
С напорной волокой	1382	203,6

Анализ таблицы показывает наличие эффекта снижения усилия и температуры поверхности проволоки при применении напорной волоки. Снижение усилия волочения и температуры поверхности проволоки обосновано устойчивой подачей водозмульсионной смазки к деформирующей волоке и снижением коэффициента трения за счет достижения равномерного смазочного слоя с пониженной вязкостью на поверхности проволоки.

В результате проведенных исследований можно сделать следующий вывод: применение напорных волок при мокром волочении проволоки приводит к устойчивой подаче водозмульсионной смазки к деформирующей волоке и созданию равномерного смазочного слоя с пониженной вязкостью на поверхности проволоки, что, в свою очередь, не снижает ее пластичности и не приводит к обрыву проволоки.

Литература

1. Колмогоров, В. Л. Напряжения. Деформации. Разрушения / В. Л. Колмогоров. – М. : Металлургия, 1970. – 162 с.
2. Битков, В. В. Технология и машины для производства проволоки / В. В. Битков. – Екатеринбург : УрО РАН, 2004. – 346 с.
3. Колмогоров, В. Л. Гидродинамическая подача смазки / В. Л. Колмогоров, С. И. Орлов, Г. Л. Колмогоров. – М. : Металлургия, 1975. – 256 с.
4. Инструмент для волочения проволоки : пат. на полез. модель № 7793 Респ. Беларусь, МПК В 21 С 3/00 / М. Н. Верещагин, Ю. Л. Бобарикин, С. И. Прач, С. В. Авсейков ; заявитель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – № и 20110337 ; заявл. 28.04.2011.

УДК 621.792

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНЫХ
НАПРЯЖЕНИЙ И ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ ПРИ НАНЕСЕНИИ
ПОРШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПРОКАТКОЙ**

Н. В. Иноземцева, О. В. Солодкин

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Среди большого многообразия способов нанесения покрытий из порошковых материалов одним из самых производительных и неэнергоёмких способов является совместная прокатка в валках металлической основы в виде полосы и порошкового материала, наносимого на основу покрытия [1], [2]. Для получения надежного соединения покрытия с основой между валками пропускают импульсный электроток, разогревающий межвалковое пространство. Качество получаемого покрытия зависит от величины контактных напряжений и величины температуры в зоне совместной деформации порошка и основы. Поэтому определение этих параметров является достаточно актуальной задачей.

В результате исследований получены зависимости, позволяющие оценивать величину контактных напряжений со стороны порошкового слоя [3]. Дуга контакта валка с порошком условно разделена на три зоны: на первой зоне происходит уплотнение порошка на пластически не деформируемой полосе, где действуют контактные напряжения P_1 ; на второй зоне осуществляется совместная пластическая деформация прокаткой спрессованного порошка и полосы при отстаивании скорости полосы от валков с контактными напряжениями P_2 ; на третьей зоне присутствует состояние, аналогичное второй зоне, но при опережении, этой зоне соответствуют контактные напряжения P_3 . Зависимости имеют вид:

$$P_1 = \beta \left(\frac{h_g \rho_g}{h} \right)^m \left[\left(\sigma_s + \sigma_c \frac{m-1}{S-m} \right) \left(\frac{h}{h_\phi} \right)^\delta - \sigma_{Tn} \frac{m-1}{\delta-m} \left(\frac{h}{h_\phi} \right)^m \right];$$

$$P_2 = \beta \sigma_{sk} \left(\frac{h_\phi}{h_g} \right)^{\delta_1} + \beta \sigma_n \rho_n^m \frac{m}{m+\delta_1} \left[\left(\frac{h_n}{h_\phi} \right)^m - \left(\frac{h_n}{h_g} \right)^m \left(\frac{h_\phi}{h_g} \right)^{\delta_1} \right];$$

$$P_3 = \beta \sigma_n \left[\frac{m}{m-\delta^1} \left(\frac{h_n}{h_\phi} \right)^m - \frac{\delta^1}{m-\delta^1} \left(\frac{h_n}{h_\phi} \right)^{\delta_1} \right];$$

$$\delta = \frac{f + f_1}{2 \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha_p - \alpha_g}{2} \right)}; \quad \delta^1 = \frac{R(f + f^1)}{(h_g - h_n)};$$

$$\sigma_{TC} = \sigma_s + \frac{\rho_g a_m (h - h_g)^n}{2h^n};$$

$$\sigma_{Tn} = \sigma_s + \frac{\rho_n a_m (h_g - h_n)^n}{h^n},$$

где h – высота насыпки слоя порошка на полосу на входе в валки; h_g и ρ_g – высота слоя и плотность порошка в момент начала пластической деформации подложки; h_n – высота слоя порошкового покрытия; ρ_n – плотность покрытия; σ_s – предел текучести материала порошка; σ_{TC} – сопротивление деформации порошка после прокатки; σ_{sk} – предел текучести материала полосы; m – показатель интенсивности уплотнения порошка; h_ϕ – изменяемый параметр, определяющий текущее значение высоты слоя; a_m и n – эмпирические коэффициенты для определения сопротивления материала, упрочняемого при наклепе; f и f_1 – коэффициенты внешнего трения порошка о поверхности валка и полосы; β – коэффициент Луде; α_p и α_g – углы, определяющие положение в очаге деформации сечений порошка, высотой h и h_g соответственно.

Зависимости для P_1 , P_2 и P_3 проверены экспериментально путем измерения

усилия прокатки и пересчета этой величины через P_1 , P_2 и P_3 . Погрешность не превышает 11 %.

Для определения температуры в зоне деформации от действия пропускаемого электротока получена зависимость:

$$T = \frac{I^2 t (\rho_0 (\sqrt{\sigma_m / p} - 1) (1 - T / T_{\text{пл}}) + 2\rho_{\text{ср}} l / s)}{4m\gamma c s \sqrt{at}},$$

где I – сила тока; t – время взаимодействия; ρ_0 – удельное электросопротивление материала; p – давление в очаге деформации; σ_m – предел текучести материала; $T_{\text{пл}}$ – температура плавления материала; l – длина дуги контакта с валком; S – площадь контакта материала с валком; γc – энтальпия материала; $\rho_{\text{ср}}$ – среднее удельное электросопротивление материала; a – коэффициент температуропроводности.

Полученные зависимости позволяют проектировать и интенсифицировать процесс нанесения износостойких защитных и других порошковых покрытий с помощью прокатки порошка и металлической основы.

Литература

1. Бобарикин, Ю. Л. Технология нанесения порошковых покрытий на стальную полосу / Ю. Л. Бобарикин и [др.] // Кузнечно-штамповочное производство. – 2003. – № 16. – С. 30–33.
2. Селивончик, Н. В. Анализ условия достижения адгезии между слоями биметалла при плакировании прокаткой / Н. В. Селивончик, Ю. Л. Бобарикин // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2003. – № 1. – С. 29–38.
3. Бобарикин, Ю. Л. Теоретическое определение контактных напряжений при плакировании полос порошковыми материалами / Ю. Л. Бобарикин, Н. И. Стрикель, А. М. Урбанович // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого – 2000. – № 2. – С. 15–24.

УДК 519.87(075.32)

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ДИСКРЕТНЫМ И НЕПРЕРЫВНЫМ В ЭВОЛЮЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Л. Л. Великович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Со времен Галилея описание физического явления считается достоверным, если его факторы выражены числовыми величинами.

Академик А. А. Самарский

Общие понятия. Примеры

С самого начала существования человечества каждый конкретный индивид пытался построить в своей голове правильную картину окружающей действительности, используя для этого необходимые схематизации происходящего. Этот процесс теперь принято называть моделированием. И, конечно, математика при этом всегда играла не последнюю роль. Так, по-видимому, и возник натуральный ряд чисел –