

УДК 631.33.024

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МАТЕРИАЛА ДИСКОВ СОШНИКОВ ПРИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИИ

Канивец А. В., кандидат технических наук
(Полтавская государственная аграрная академия)

Изложены определения параметров напряженного состояния материала деталей при его пластическом деформировании.

Проведенный анализ методов восстановления изношенных дисков сошников зерновых сеялок свидетельствует, что существующие технологии характеризуются энергоемкими операциями, высокой себестоимостью отремонтированных дисков, а также низким сроком эксплуатации, высокой интенсивностью изнашивания.

Нами разработан метод восстановления наружного диаметра диска привариванием трех сегментных шин, изготовленных из стали 45 с последующим вибрационным их упрочнением.

Определение распределения остаточных напряжений в любой точке в сварном соединении базируется на использовании уравнений механики деформированных тел с использованием экспериментальных данных.

Поскольку напряженное состояние в круговом сварочном шве восстановленного диска является плоским, то главными напряжениями будут радиальные и окружные.

Соответственно тензор напряжений будет иметь два компонента σ_{rr} и $\sigma_{\theta\theta}$, а тензор деформаций – два компонента ε_{rr} и $\varepsilon_{\theta\theta}$. В этом случае условие равновесия имеет вид [1]:

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{d}{dr} (r\sigma_{rr}). \quad (1)$$

Учитывая геометрические соотношения:

$$\varepsilon_{rr} = \frac{dU}{dr}; \quad \varepsilon_{\theta\theta} = \frac{U}{r}; \quad \varepsilon_{rr} = \frac{d}{dr} (r\varepsilon_{\theta\theta}), \quad (2)$$

согласно методу условных пластических деформаций получаем:

$$\varepsilon_{rr} = \frac{1}{E} (\sigma_{rr} - \mu\sigma_{\theta\theta}) + \varepsilon_{rr}^p, \quad (3)$$

$$\varepsilon_{\theta\theta} = \frac{1}{E} (\sigma_{\theta\theta} - \mu\sigma_{rr}) + \varepsilon_{\theta\theta}^p, \quad (4)$$

где r – координата в радиальном направлении;

$U = U(r)$ – радиальное перемещение;

ε_{rr}^p , $\varepsilon_{\theta\theta}^p$ – условные пластические деформации;

μ – коефіцієнт Пуассона;

E – модуль Юнга.

Решая совместно уравнения (3), (4) и (2), получаем:

$$\sigma_{rr} = \frac{E}{1-\mu^2} \left[\frac{dU}{dr} + \mu \frac{U}{r} - (\varepsilon_{rr}^o + \mu \varepsilon_{\theta\theta}^o) \right], \quad (5)$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{E}{1-\mu^2} \left[\frac{U}{r} + \mu \frac{dU}{dr} (\varepsilon_{\theta\theta}^o + \mu \varepsilon_{rr}^o) \right]. \quad (6)$$

Подставляя уравнения (5) и (6) в уравнение (1), получаем решение уравнения относительно $U(r)$:

$$\frac{d}{dr} \left[\frac{1}{r} \cdot \frac{d}{dr} (r \cdot U) \right] = \frac{d}{dr} (\varepsilon_{rr}^o + \mu \varepsilon_{\theta\theta}^o) + \frac{1-\mu}{r} (\varepsilon_{rr}^o - \varepsilon_{\theta\theta}^o). \quad (7)$$

С учетом граничных условий $r = 0$ и $U = 0$ из уравнения (7) получаем выражения для нахождения остаточных напряжений в произвольной точке сегментной шины:

$$\sigma_{rr}(r) = \frac{E}{2} \left[\int_0^{\infty} \frac{\varepsilon_{\theta\theta}^o(\xi) - \varepsilon_{rr}^o(\xi)}{\xi} d\xi - \frac{1}{r^2} \int_0^r [\varepsilon_{rr}^o(\xi) + \varepsilon_{\theta\theta}^o(\xi)] \xi d\xi \right], \quad (8)$$

$$\sigma_{\theta\theta}(r) = \frac{E}{2} \left[\int_0^{\infty} \frac{\varepsilon_{\theta\theta}^o(\xi) - \varepsilon_{rr}^o(\xi)}{\xi} d\xi + \frac{1}{r} \int_0^r [\varepsilon_{rr}^o(\xi) + \varepsilon_{\theta\theta}^o(\xi)] \xi d\xi - 2\varepsilon_{\theta\theta}^o(r) \right], \quad (9)$$

где ξ – переменная интегрирования.

Общий вид и размеры восстановленного диска показаны на рис.1.

Таким образом, получены формулы для определения напряжений в сварном стыковом соединении с круговым швом детали, ограниченной радиусом R .

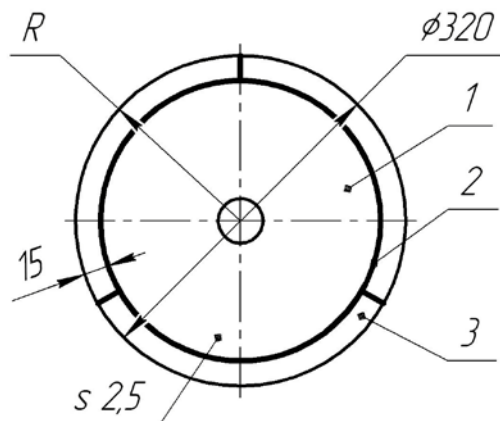


Рисунок - 1 Схема приваривания сегментов к восстанавливаемой поверхности диска: 1 – базовая деталь; 2 – круговой сварной шов; 3 – сегментная шина

Определение компонентов остаточно-деформированного состояния в восстановленных дисках производили до и после обработки рабочего участка. Определенную в конкретной точке величину деформации подставляли в

математический аппарат (формулы 8 и 9) экспериментально-расчетного метода и определяли остаточные напряжения в окружном и радиальном направлениях (таблице 1) [2].

Таблица 1 - Расчетные значения остаточных напряжений

Вариант диска	Остаточные напряжения, МПа	
	$\sigma_{\theta\theta}$	σ_{rr}
1. Новые из стали 65Г	100-110	145-155
2. Восстановленные приваркой сегментов из стали 45 с наплавкой сормайтотом	90-96	130-135
3. Восстановленные приваркой сегментов из стали 45 с наплавкой сормайтотом и вибрационным упрочнением	95-102	133-149

Выводы. Остаточные напряжения в радиальном и окружном напряжениях при вибрационном деформировании соответственно в 1,42 и 1,44 раза больше по сравнению с традиционной обработкой, что позволяет обеспечить большее упрочнение восстановленного диска, а, следовательно, повысить его износостойкость.

Список литературы

1. Касаткин Б. С. Экспериментальные методы исследования деформации и напряжений / Б. С. Касаткин, А. Б. Кедрин, Х. М. Лабанов. – К. : Наукова думка, 1981. – 584 с.

2. Канівец А. В. Влияние метода упрочнения на напряженное состояние обрабатываемой поверхности / А. В. Канівец // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця, 2011. – № 2(62). – С. 70-71.

Анотація

Напружено-деформований стан матеріалу дисків сошників при їх відновленні Канівець О. В.

Викладено визначення параметрів напруженого стану матеріалу деталей при його пластичному деформуванні.

Abstract

Stress-strain state of material opener disks on reconstitution Kanivets A.

Outlines the issues determining the parameters of the stress state of the material in detail his plastic deformation.