



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **19836** (13) **U**
(51) МПК (2006)
G01N 3/20 (2006.01)
G01N 33/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ ВАЛА НАСОСНОГО АГРЕГАТА

1

(21) а200503327

(22) 11.04.2005

(24) 15.01.2007

(46) 15.01.2007, Бюл. № 1, 2007 р.

(72) Чорний Анатолій Петрович, Петроов Валерій Альбертович, Колотило Віктор Дмитрович, Байбула Віктор Федорович, Казакевич Андрей Вячеслав, MD

(73) КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ВОДА"

(56) SU 905714, G01N33/20, 15.02.82

RU 2169355, G01N33/20, 20.06.2001

US 1443877, G01N3/20, 30.01.23

Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1. - М.: Машиностроение, 1979.-С.63, 77, 79.

(57) Спосіб визначення модуля пружності вала насосного агрегата, що включає визначення модуля пружності по зусиллю навантаження зразка вала на випробному пристрої і по відповідних цьому зусиллю змінах розмірів зразка, який **відрі-**

2

зняється тим, що модуль пружності визначають по поперечному навантаженню самого вала, який установлюють горизонтально на пристрій у вигляді двох опор по кінцях, власною масою або власною масою і додатковим зосередженим зусиллям по його довжині посередині між опорами та по відповідному їм максимальному прогину вала, користуючись формулами:

$$\epsilon = \frac{5Q\ell^3}{384IU_{\max}} \text{ або } \epsilon = \frac{\ell^3(5Q + 8P)}{384IU_{\max}},$$

де:

 ϵ - фактичний модуль пружності вала; ℓ - довжина вала між опорами;

Q - маса вала;

P - додаткове зосереджене зусилля посередині довжини між опорами вала;

I - момент інерції поперечного перерізу вала;

 U_{\max} - максимальний прогин вала по його довжині посередині між опорами.

Корисна модель відноситься до насособудування, зокрема до агрегування насосів з приводом, що розташований на поверхні землі, і може бути використаний для оцінки стійкості та критичних чисел оборотів валів насосних агрегатів, а також інших механізмів.

Відомий спосіб визначення модуля пружності матеріалу будь-якої деталі по зусиллю навантаження зразка із нього на випробному пристрої і по відповідним йому змінам розмірів зразка. При цьому зразок розтягують уздовж на розривній машині в межах пружних деформацій зусиллям P і при цьому заміряють відповідне йому здовження $\Delta\ell$ зразка і, підставляючи їх у перетвореному по відношенню модуля пружності ϵ формулу для $\Delta\ell$, визначають величину модуля пружності по формулі:

$$\epsilon = \frac{P\ell_0}{\Delta\ell F}$$

де

 ϵ - модуль пружності;

P - розтягуюче зусилля;

 ℓ_0 - первісна довжина зразка; $\Delta\ell$ - здовження зразка зусиллям P;

F - площа поперечного перерізу зразка.

Одержана таким чином величина модуля пружності ϵ є приблизною величиною і приводиться в довідковій технічній літературі в визначених межах для кожного матеріалу (наприклад, для сталі - $(2,0 \div 2,2) \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$, для міді - $(1 \div 1,2) \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$) як модуль пружності першого роду або модуль Юнга [1] і використовується при розрахунках міцності

(13) **U**(11) **19836**(19) **UA**

деталей, що працюють як на розтягування так і на вигин незалежно від їх термообробки і твердості.

Недостатком відомого способу і одержаних при його здійсненні результатів є те, що вони приводяться в довідковій літературі не в залежності від стану термообробки і твердості матеріалу, в той час як пружність як і всі інші механічні властивості матеріалу (наприклад, межі міцності при розтягуванні σ_B , текучості σ_T , витривалості σ_{-1}) залежать від цього стану [2], а здійснення цього способу потребує спеціального обладнання (розривної машини) та виготовлення спеціальних зразків для випробування, не забезпечуючи при цьому повну відповідність результату реальній пружності вала через відмінність спеціальних зразків і реального вала по твердості і її розподілу по поперечному перерізу, а також через відмінність характеру навантаження спеціального зразка (розтягування) і реального вала (згин). Це було виявлено нами при створенні і випробуванні дослідних зразків насосних агрегатів типу ЕЦД, призначених для відкачки дренажних вод, в яких привід з'єднувався з насосом через секції валів довжиною 2м і діаметром 30мм. Ці вали втрачали стійкість навіть при роботі поза межею небезпечних швидкостей обертання, які визначаються умовою

$$0,7n < n_k < 1,3n,$$

де n та n_k - швидкість та розрахункова критична швидкість обертання [3], коли їх по зовнішній поверхні механічно обробляли, що лишало цю поверхню твердого поверхневого шару. Тому цей фактор необхідно враховувати при створенні насосних агрегатів і других механізмів з довгими та тонкими валами і при розрахунку їх критичних швидкостей обертання, для чого необхідний новий більш простий і достовірний спосіб визначення величини модуля пружності валів у їх кінцевому стані.

В основу корисної моделі поставлено задачу спосіб визначення модуля пружності вала насосного агрегату шляхом забезпечення максимальної відповідності зразка самому валу і умов його випробування умовам роботи вала та шляхом використання відомої залежності прогину від модуля пружності згинаючого навантаження і розмірів вала забезпечити спрощення його здійснення та одержання результату, що більше відповідає реальному стану вала.

Указана задача досягається тим, що спосіб визначення модуля пружності вала, що полягає у його визначенні по зусиллю навантаження його зразка, на випробному пристрої і по відповідним цьому зусиллю змінам розмірів зразка, згідно корисної моделі його визначають по поперечному навантаженню самого вала, який установлюють горизонтально на пристрій у вигляді двох опор по кінцям, власною масою або власною масою і додатковим зосередженим зусиллям посередині його довжини між опорами, та по відповідному їм максимальному прогину вала, користуючись формулами:

$$E = \frac{5Q\ell^3}{384IU_{\max}} \text{ або } E = \frac{\ell^3(5Q + 8P)}{384IU_{\max}},$$

які одержані шляхом перетворення відомих формул найбільшого прогину U_{\max} відносно E [2], де:

E - фактичний модуль пружності вала;

ℓ - довжина вала між опорами;

Q - маса вала;

P - додаткове зосереджене зусилля посередині довжини між опорами вала;

I - момент інерції поперечного перерізу вала;

U_{\max} - максимальний прогин вала посередині його довжини між опорами.

Ця сукупність нових суттєвих ознак, що полягають у визначенні фактичного модуля пружності реального вала, який установлюють горизонтально на пристрої у вигляді двох опор і поперечно навантажують, по величині цього навантаження і прогину, у взаємодії з відомими ознаками, що полягають у його визначенні по навантаженню зразка в матеріалу вала на пристрої і по змінам його розмірів, спрощує сам спосіб, дозволяючи здійснювати його в будь-яких виробничих умовах при виготовленні насосів, та значно підвищує достовірність його результату і відповідність розрахункових критичних швидкостей обертання вала фактичним.

На кресленні схематично зображено здійснення способу визначення модуля пружності вала.

Спосіб здійснюють наступним чином.

Вал 1 установлюють горизонтально на розташовані на відстані ℓ одна від другої опори 2 та 3. При цьому він само-навантажується власною масою $Q=g\ell$, яка уявляє собою розосереджене навантаження g , і прогинається усередині на величину U . Якщо ця величина мала і недостатня для одержання результату, то вал додатково навантажують в межах пружних деформацій посередині між опорами якимось грумом P , який попередньо зважують, і знову заміряють прогин U . Після цього по відомій формулі:

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad (2)$$

Де:

$\pi = 3,14$ і d - діаметр вала, розраховують момент інерції I площі поперечного перерізу вала і його величину, а також останні відомі величини (ℓ , Q , P і заміряну U) підставляють у вище приведені формули і одержують фактичну величину модуля пружності вала з його реальними механічними властивостями.

Таким чином цю операцію можна здійснювати у будь-яких виробничих умовах, одержуючи при цьому цілком достовірний результат.

Джерела інформації:

1. В.Н.Феодосьев. Сопротивление материалов. Государственное издательство физико-математической литературы. Москва. 1963. с.30...35.

2. В.И.Анурьев. Справочник конструктора машиностроителя, т.1. Москва. «Машиностроение». 1978. с.64,79,86...91.

3. Н.А.Биргер и др. Расчет на прочность деталей машин. Издательство «Машиностроение» Москва. 1966. с.496.

