

**РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ ПРАВЦІ ВИСТУПУ
ПЛАСТИН ПАКЕТУ СТАТОРА ЕЛЕКТРОДВИГУНА
ЗАНУРЮВАЛЬНОГО НАСОСУ**

Дашутін А.О. здобувач вищої освіти

Тіхонов О.В. к.т.н., доцент

Державний біотехнологічний університет (м. Харків)

З літературних джерел встановлено, що характер зношування пластин пакету статора електродвигуна полягає у вигині виступів у площині пластини. Залишкова деформація виступів пластин відбувається в наслідок дії згинальної сили величиною, що створює у виступі напруги, що перевищують напругу плинності металу пластини. У зв'язку з цим для відновлення вихідної форми пластини необхідно докласти зовнішні зусилля, що діють убік, протилежній стрілі прогину виступу. 34% статорів має дефекти у вигляді зсуву пластин пакету статора в пазах, їх жолоблення та розпушення крайніх пластин (більше 4мм по довжині пакета статора).

Правку можна зробити шляхом застосування зазначеного зусилля за різними схемами. Процес деформування виступу статора пластини представляє, як вигин консольної балки під дією тангенціального і радіального зусиль, що діють в площині пластини. Розрахунок зусиль проведений за таких припущень:

1) температура пластини вважаємо незмінною за часом та рівною +20°C;

2) оброблюваний матеріал однорідний, ізотропний, а інструмент абсолютно жорсткий.

Зусилля правки P визначали з умови, що максимальна напруга досягає величини напруги плинності:

$$\sigma_{max} = \sigma_T$$

де σ_{max} – максимальна напруження в балці; σ_T – напруга плинності металу.

Максимальну напругу знаходимо за залежностями: $\sigma_{max} = M_{зг.max} / W_x$

$M_{зг.max}$ – максимальний згинальний момент, $M_{зг.max} = Pl$; W_x – статичний момент інерції, рівний для прямокутного перерізу $W_x = bh^2/6$.

Отримаємо $\sigma_T = Pl/W_x$. Звідси: $P_a = \frac{\sigma_T W_x}{l} = \frac{\sigma_T b h^2}{6l}$. P_a – при тангенціальному напрямку зусилля.

Видно, що $M_{max} = P \frac{h}{2}$. Тоді підставляючи у вираз значення згинального моменту, отримаємо: $\sigma_{max} = \frac{Ph}{2W_x}$. Використовуючи перший вираз, матимемо:

$P_b = \frac{\sigma_T b h}{3}$. P_b – при радіальному напрямку зусилля.

При згинанні тонкостінних балок необхідно провести розрахунок стійкості на скручування. Розглянемо задачу стійкості виступу пластини за схемою – вигин виступу пластини змінним за довжиною моментом.

Диференціальне рівняння, що описує обурену форму рівноваги при дії зусилля P , прикладеного в центрі тяжкості лівого торцевого перерізу, має вигляд:

$$\frac{d^2 \varphi}{dx^2} + \frac{P^2 x^2}{GI_k EI_z} \times \varphi = 0,$$

де φ – кут повороту перерізу навколо осі «х»; P – навантаження; G – модуль Юнга при зсуві ($G=8 \times 10^4$ МПа); I_k – момент інерції перерізу при крученні; E – модуль Юнга при згині ($E=2 \times 10^5$ МПа); I_z – момент інерції перерізу щодо осі «z».

Зробивши розрахунки отримаємо перше критичне навантаження:

$$P_{a \text{ кр}} = \frac{4,012}{l^2} \sqrt{GI_k EI_z}.$$

Розглянемо задачу стійкості при дії зусилля P . Її можна уявити, як вигин балки постійним згинальним моментом, прикладеним у лівому торцевому перерізі. Диференціальне рівняння, що описує обурену форму рівноваги, має вигляд:

$$\frac{d^2 \varphi}{dx^2} + \frac{My^2}{GI_k EI_z} \times \varphi = 0.$$

Виконавши розрахунки, отримаємо: $M_{\text{кр}} = \frac{\pi \sqrt{GI_k EI_z}}{2l}$. У нашому випадку:

$M_{\text{кр}} = P_{\text{кр}} \frac{h}{2}$, тоді $P_{b \text{ кр}} = \frac{\pi \sqrt{GI_k EI_z}}{hl}$. При порівнянні величин зусилля виправлення виступу та критичного навантаження встановлено: $P_a < P_{a \text{ кр}}$; $P_b < P_{b \text{ кр}}$.

Це показує, що виправлення виступів пластин можна проводити без їх скручування. Правку виступів доцільно проводити шляхом докладання тангенціального зусилля у площині пластин.

При індивідуальній правці кожної пластини в штампі з тангенціальним напрямом зусилля для виключення моменту, що скручує, необхідно використовувати принцип стежучої системи. У такому разі точка докладання сили повинна розташовуватися на утворюючій клину матриці.

Встановлено, що при правці виступів пластин пакета статора величини в тангенціальному напрямку менше, ніж у радіальному.

CALCULATION OF THE DEFORMATION FORCES DURING STRAIGHTENING THE PROPERTIES OF THE PLATES OF THE STATOR PACKAGE OF THE ELECTRIC MOTOR OF A SUBMERSIBLE PUMP

Dashutin A. applicant for higher education

Tihonov O. Ph.D., Associate Professor

State Biotechnological University (Kharkov)

The process of deformation of the protrusion of the stator plate is presented as a bending of the cantilever beam under the action of tangential and radial forces. Editing of the protrusions of the plates can be done without twisting them and it is advisable to do it by applying a tangential force in the plane of the plates. When editing the protrusions of the plates of the stator package, the values in the tangential direction are less than in the radial direction.