

Т.А.Генукова, А.С.Главацький, Ю.П.Рак, І.І.Регей

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СКРІПЛЕННЯ АРКУШІВ ДРОТЯНИМИ ГРЕБІНКАМИ

Метод скріплення аркушів дротяними елементами широко застосовується в паперово-біловому виробництві та при виготовленні календарів. Найбільш розповсюджені скріплювальні елементи у вигляді спіральної пружини і гребінки, виготовлені з пластмасового або сталевго дроту. Технологічно простіше виготовляти спіральну пружину, але скріпляти нею перфоровані аркуші складніше, ніж гребінкою, до того ж ця операція переважно виконується вручну або напіввручну. Це пояснюється складністю вкручування пружини в отвори аркушів. Легше механізується операція скріплення гребінкою.

Конструкція гребінки, виготовленої зі сталевго дроту діаметром $\delta = 0,6 - 0,8$ мм, зображена на рис. 1. Процес скріплення аркушів гребінкою можна розділити на дві групи незалежних операцій. Перша група – змотування дроту з котушки, калібрування дроту для зняття напружень і випадкових деформацій, формування гребінки і намотування її на котушку з прокладкою паперовою стрічкою. Другу групу операцій складають вставка блока, змотування гребінки з котушки, подача на

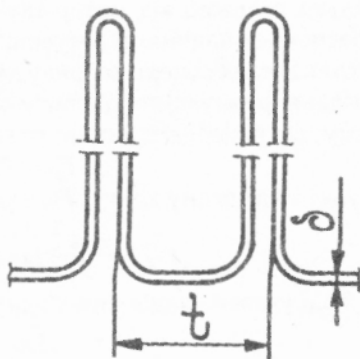


Рис. 1. Конструкція гребінки.

псвну довжину, кратну крокові перфорації, рубання, вштовхування в отвори блоку аркушів з одночасним згинанням довкола формуючої штанги, виведення блока. З названих операцій дві – формування гребінки і згинання на корінці блока – треба аналітично та експериментально дослідити, щоб виявити характер деформації дроту, зусиль при формуванні гребінки та її згинання, пружних властивостей гребінки. Схему формування гребінки зображено на рис. 2.

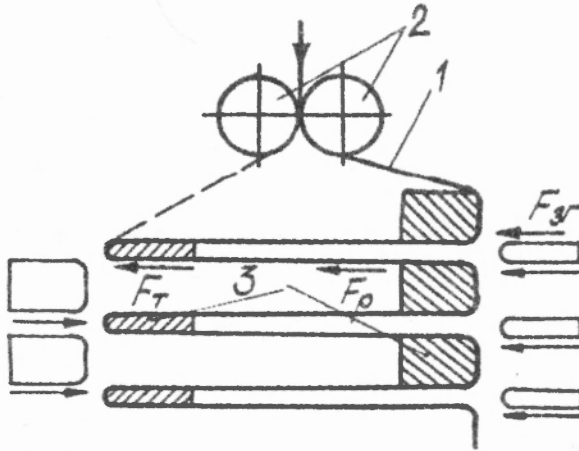


Рис. 2. Схема формування гребінки: 1 – дріт; 2 – калібруючі ролики; 3 – формуючі штоки.

Початок дроту закріплюється на кроковому поворотному барабані, що несе широкі і вузькі штоки, розташовані в шахматному порядку. Дріт проводиться через калібруючі ролики з котушки, що легко пригальмовується. Сила гальмування добирається залежно від матеріалу і діаметру дроту, вона повинна забезпечити надійне формування елементів гребінки (рис. 1) і не викликати небезпечно розриву дроту. Остання умова вирішальна, оскільки формування гребінки відбувається за рахунок згинання дроту, що перебуває у стані розтягу, причому сила розтягу

$$F_p = F_{z\epsilon} + F_m,$$

де $F_{z\epsilon}$ – сила згину дроту; F_m – сила тертя між дротом і штоком:

$$F_{z\epsilon} = \frac{\pi d^2}{32} [\sigma_p]; \quad F_m = F_{z\epsilon} \cdot f.$$

Тоді умовою надійного формування гребінки є нерівність

$$\frac{F_p}{\pi d^2} \leq [\sigma_p].$$

Враховуючи, що $[\sigma_p] = \varepsilon \cdot E$ (відносне видовження дроту і модуль пружності) і вважаючи радіус згину рівним діаметру дроту, отримаємо

$$\varepsilon \cdot E > 0,1 [\sigma_{\text{ст}}],$$

звідки
$$\varepsilon = 0,1 (1 + f) \frac{[\sigma_{\text{ст}}]}{E} < [\varepsilon],$$

де $[\varepsilon]$ – допустиме відносне видовження дроту.

Для визначення зусилля на механізмі штоків знайдемо силу

$$F_p = \frac{\pi d^2}{32} [\sigma_{\text{ст}}] (1 + f) \text{ для дротів діаметрами } d = 0,6; 0,7; 0,8 \text{ мм}$$

із сталі Ст 2 при $[\sigma_{\text{ст}}] = 0,75 \text{ Н/мм}^2$, $f = 0,2$.

Результати розрахунків відкоректовані експериментальними даними, отриманими на макеті з допомогою пружинного динамометра.

Таким чином, отримано: для дроту $d = 0,5 \text{ мм}$ – $F_p = 82 \text{ Н}$, для дроту $d = 0,7 \text{ мм}$ – $F_p = 110 \text{ Н}$ і для дроту $d = 0,8 \text{ мм}$ – $F_p = 160 \text{ Н}$.

Перший елемент гребінки буде бракованим, тому що дві ділянки дроту, які складають елемент, деформуються по-різному, наступні елементи формуються в однакових умовах.

Процес формування елементів гребінки забезпечує її безкопечність: гребінка може намотуватись на котушку-накопичувач або подаватись безпосередньо в зону скріплення аркушів.

Друга відповідальна операція – згинання гребінки, встановленої в отвори блоку аркушів, довкола корінця. Корінець блоку 1 встановлено до пазу круглої штанги 3, довкола якої і відбувається згинання гребінки 2 (рис. 3, а). Цей згин можна зробити поворотною планкою 4, але через пружні властивості дроту гребінка

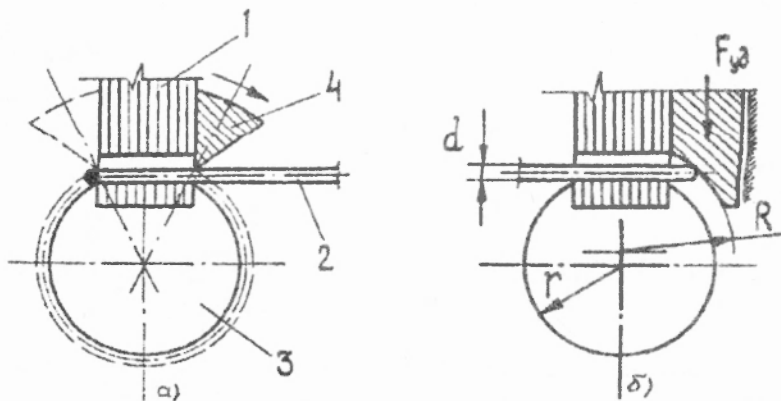


Рис. 3. Схема формування дуги гребінки: а – поворотною планкою; б – ударним методом.

втрачає належну форму і після релаксації стає подібною до спіралі Архімеда.

Очевидно, згинання гребінки повинно відбуватися в режимі, що давав би пластичну деформацію і нейтралізував би пружність дроту. Цього можна досягти, застосовуючи ударний метод дискретного згинання при неперервній подачі гребінки (рис. 3, б). На макеті досягнуто позитивного результату при високій частоті ударів – біля 500-600 за хвилину при подачі гребінки на крок до одного міліметра (рис. 3, б). Ударник має форму дуги радіусом $R = r + d$, де r – радіус штанги; d – діаметр дроту. Сила $F_{y\delta}$ для

одного дроту визначається за формулою $F_{y\delta} = \frac{\pi d^3}{32n} [\sigma_{\Sigma}]$. Сумарна сила $F_{\Sigma} = 2F_{y\delta} \cdot n$, де n – кількість елементів гребінки. Ця сила є основою для розрахунку механізму ударника. У міру згинання наступних ділянок гребінки попередні, вже зігнуті, ділянки додатково калібруються і в них нейтралізуються пружні властивості.

Наведені дослідження визначають конструктивні особливості устаткування, яке разом з перфоратором складає технологічний комплекс із трьох модулів. Модуль I – перфорувальна машина, модуль II – автомат для виготовлення гребінки, модуль III – напівавтомат для скріплення аркушів з ручним накладом аркушів і виводом блоків. Залежно від можливостей і потреб виробництва модуль III може бути значно спрощений за рахунок ручної вставки гребінки в блок. Модулі II і III можуть працювати автономно, тоді гребінка накопичується на котушках, з яких живиться модуль III. Можливий і агрегований варіант, коли модулі II і III працюють синхронно і гребінка з модуля потрапляє безпосередньо в модуль III без проміжного накопичувача.

Стаття надійшла до редакції 12.01.93.