

УДК 628.517.2:677.46.05

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ПНЕВМОПЕРЕПЛЕТЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ НИТЕЙ**

Б.С. САЖИН, О.С. КОЧЕТОВ, А.В. КОСТЫЛЕВА, Е.О. БОБРОВА

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Процесс пневмотекстурирования в настоящее время может осуществляться на скоростях до 2000 м/мин, поскольку единственным практически приемлемым способом придания компактности извитым комплексным нитям является их аэродинамическая обработка.

В настоящее время широко распространены аэродинамические устройства, которые позволяют получать пневмотекстурированные нити линейной плотностью 125...666 текс с компактностью 25...30 "сцепок" на 1 метр нити при рабочем давлении 0,65 МПа [1].

При истечении сжатого воздуха из сопел устройства в нитепроводящий канал реализуется скорость звука, что возбуждает высокочастотный шум большой интенсивности. Звуковая мощность струи согласно уточненной формуле Лайтхилла [3] выражается зависимостью:

$$P_c = k \frac{\rho^2 c u_c^8}{\rho_0 c_0} D^2 \frac{1}{(T_0/T_c \cdot 0,6 + 0,4)}, \quad (1)$$

где T_c , T_0 – абсолютная температура соответственно струи и окружающего воздуха; D – диаметр среза сопла; ρ_0, c_0 – плотность и скорость звука в окружающем пространстве; ρ, c – плотность и скорость звука в струе, u_c – скорость на выходе из нитепроводящего канала.

Как видно из уравнения (1), звуковая мощность струи пропорциональна 8-й степени скорости истечения струи и 2-й степени диаметра, то есть шум может быть снижен увеличением площади выходного

отверстия. Однако в рассматриваемой конструкции это не представляется возможным, так как в случае расширения нитепроводящего канала резко падает эффективность работы устройства, которая проявляется в появлении на нити некомпактных участков. Более рациональным представляется снижение шума аэродинамического устройства методом звукоизоляции.

Известные конструкции звукоизолирующих кожухов с обработкой звукопоглощающим материалом типа "поролон" имеют сравнительно невысокие эксплуатационные качества за счет чрезмерного загрязнения, засаливания пор звукопоглощающего материала из-за отсутствия свободного выхода отработанного воздуха [2].

С целью повышения эффективности шумопоглощения и эксплуатационных свойств была разработана оригинальная конструкция звукоизолирующего кожуха для форсунки с экранным глушителем шума на выходе (рис.1) [4].

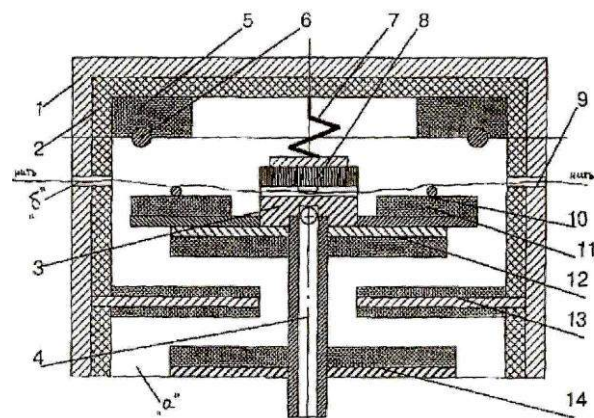


Рис. 1

Кожух 1 выполнен негерметичным и имеет технологические отверстия "а" (0,08×0,045 м) для выброса технологического воздуха и "б" (0,003×0,015) – для прохода нити. Форсунка 3, с подводящим сжатый воздух патрубком 4, помещается в кожухе 1 с откидной крышкой и крепится на пластине 12 с повышенными вибродемпфирующими свойствами. Герметичность заправочной щели под нить обеспечивается пружиной 7 и клиновидным эластичным замком 8. Кожух изнутри покрывается слоем мастики ВД-17-58 для уменьшения виброакустической энергии излучения кожуха в диапазоне частот 500...2000 Гц. Поверх мастики наносится ворсовое покрытие 2, которое снижает уровень звукового давления в диапазоне

частот 2...8 кГц. По обе стороны от форсунки устанавливаются дополнительные звукопоглотители 5 и 11 из поролон, крепящиеся цилиндрическими гладкими штифтами 6 и 10, которые снижают высокочастотные составляющие спектра уровня звукового давления. К кожуху 1 прикреплены нижние пластины 13 и 14, покрытые звукопоглощающим материалом и образующие с пластиной 12 аэродинамический глушитель шума экранного типа с небольшим аэродинамическим сопротивлением. Звуковые волны, исходящие через щелевые глазки 9, экранируются специальными пластинами.

Расчет ведем для негерметичных ограждений [5] по следующей зависимости

$$R_{\text{кож.тр}} \leq R_{\text{си}} - 1011g \left(\frac{\sqrt{1-\alpha} + \frac{\sum \tau_i S_{0i}}{\sum S_i} \cdot 10^{0,1R_{\text{си}}}}{\alpha + \frac{\sum \tau_i S_{0i}}{\sum S_i} + \sqrt{1-\alpha} \cdot 10^{-0,1R_{\text{си}}}} \right), \quad (2)$$

где $R_{\text{кож.тр}}$ – требуемая звукоизоляция кожуха, дБ, определяемая по формуле

$$R_{\text{кож.тр}} = L_i - L_{\text{доп}} + 5, \quad (3)$$

L_i – октавный уровень звукового давления в расчетной точке от одиночно работающей изолируемой машины, дБ; $L_{\text{доп}}$ – допустимый по нормам уровень звукового давления в расчетной точке, дБ; $R_{\text{си}}$ – средняя звукоизоляция сплошной части ограждений i -го кожуха, дБ; α – реверберационный коэффициент звукопоглощения внутри i -го кожуха; τ_i – энергетический коэффициент прохождения звука через глушитель технологического отверстия (для простого отверстия $\tau_i = 1$, причем простым отверстием считается отверстие без глушителя шума, как в нашем случае); $\sum S_{0i}$ – суммарная площадь технологических отверстий для i -го кожуха машины, м²; $\sum S_i$ – суммарная площадь сплошной

части ограждения, м², определяемая по формуле

$$\sum S_i = 2(\ell_i b_i + b_i h_i + \ell_i h_i) - \sum S_{0i}, \quad (4)$$

где ℓ_i , b_i , h_i – соответственно длина, ширина и высота i -го кожуха, м. Величина реверберационного коэффициента звукопоглощения внутри ограждения определяется по формуле

$$\alpha = \frac{\alpha_0 (\sum S_i - \sum S_m) + \alpha_m \sum S_m}{\sum S_i}, \quad (5)$$

где α_0 – реверберационный коэффициент звукопоглощения для ограждения без звукопоглощающего материала; α_m – реверберационный коэффициент звукопоглощения звукопоглощающего материала; $\sum S_m$ – площадь нанесения звукопоглощающего материала, м.

Теперь рассмотрим методику расчета эффективности снижения шума звукопоглощающими конструкциями в цехе штапельного производства ОАО "Киевское производственное объединение "Химволокно".

Октавные уровни звукового давления в зоне прямого звука $L_{2-j(пр)}$, дБ, при наличии в цехе звукопоглощающих конструкций определялись с учетом максимально возможного звукопоглощения следующим образом:

$$L_{2-j(пр)} = L_{P_0} + 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\chi_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4\Psi_{1-j}n}{V_{1-j}} \right), \quad (6)$$

где S_i – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей i -й источник шума и проходящей через расчетную точку; m – количество источников шума, ближайших к расчетной точке; n – общее количество источников шума в помещении с учетом среднего коэффициента одновременности работы оборудования; χ_i – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля [5]; Φ_i – фактор направленности i -го источника шума, безразмерный, определяемый по технической документации на источник шума (для ИШ с равномерным полем звука следует принимать $\Phi_i = 1,0$); Ψ_{1-j} – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, принимаемый по графику в зависимости от отношения $V_{1-j}/S_{огр}$, [5]; V_{1-j} – постоянная помещения после его акустической обработки, m^3 ; $j = 1,2,3,4$ – число последовательных приближений к выбору максимально достаточной площади ΔA_j дополнительного звукопоглощения в цехе.

Измерения акустических характеристик проводились в лаборатории аэродинамических исследований ВНИИЛтекмаш на расстоянии 1 м от контура устройства с использованием измерительного комплекса типа "4145, 2203,1616" фирмы "Брюль и Кьер" (Дания). Условия проведения испытаний включали в себя последовательное изменение параметров звукоизолирующей облицовки кожуха, в который помещена

форсунка, и введение дополнительных шумопоглощающих элементов. Результаты испытаний показали, что покрытие вибродемпфирующей мастикой ВД-17-58 внутренней поверхности кожуха позволило снизить уровень звукового давления на 14... 15 дБ, уровень звука на 5...6 дБА. Звукопоглощающий слой из синтетического коврового покрытия уменьшает шум дополнительно на 8... 10 дБ. Введение в зону работы форсунки штучных звукопоглотителей 9 из пенополиуретана позволило довести уровень излучаемого шума до санитарных норм. Конструкция устройства предусматривает замену штучных звукопоглотителей при их эксплуатации в случае замасливания и засорения.

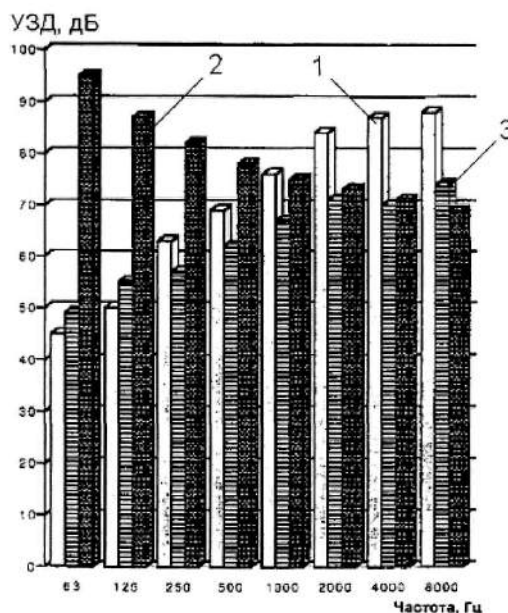


Рис. 2

На рис. 2 представлены спектры уровней звукового давления устройства для пневмопереплетения комплексных нитей при различных параметрах звукопоглощающей облицовки кожуха: кривая 1 – характеристика форсунки, помещенной в кожух без звукоизолирующей облицовки, кривая 2 – нормативные уровни звукового давления, кривая 3 – оптимальный вариант покрытия кожуха, заключающийся в нанесении на стенки кожуха вибродемпфирующей мастики типа ВД-17-58 толщиной 5 мм; затем слоя звукопоглотителя из синтетического коврового покрытия толщ-

ной 7 мм и установки дополнительных звукопоглотителей из винипора размером 45×45×30 мм.

Анализ результатов расчета характеристик звукоизолирующего кожуха, проведенного на ПЭВМ, показал совпадение теоретической модели с результатами эксперимента. Таким образом, комплекс разработанных средств снижения шума в устройстве для пневмопереплетения комплексных нитей позволил снизить уровни звукового давления с 98 дБ до нормативных значений, регламентированных ГОСТом 12.1.003–83 [6]. Испытания разработанной конструкции показали, что она проста в обслуживании и обладает повышенными эксплуатационными свойствами. Производственные испытания аэродинамических устройств проводились в Киевском ПО "Химволокно" на агрегате АФС-3-КЖЭ, совмещающем процессы формования, вытягивания, текстурирования и намотки нити на товарные паковки и подтвердили свои высокие эксплуатационные свойства. Разработанными устройствами оснащен парк машин ОВГ-500И штапельного производства ОАО "Киевское производственное объединение "Химволокно".

ВЫВОДЫ

1. Методика расчета звукоизолирующего кожуха для устройств пневмопереплетения комплексных нитей как негерметичного ограждения с технологическими отверстиями подтверждена результатами

экспериментальных исследований.

2. Разработанная конструкция звукоизолирующего кожуха с покрытием вибродемпфирующей мастикой ВД-17-58 позволила снизить уровень звукового давления в спектре на 14...15 дБ (уровень звука на 5...6 дБ А). Звукопоглощающий слой из синтетического коврового покрытия уменьшает шум дополнительно на 8...10 дБ, а введение в зону работы форсунки дополнительных звукопоглотителей из пенополиуретана позволило довести уровень излучаемого шума до санитарных норм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лев С.Г., Суханов Н.Л. и др. // Химические волокна. – 1985, № 3. С 54...56.
2. Лев С.Г., Красев С.Ю. Определение расхода сжатого воздуха в пневмоперепутывающих устройствах // Научн. тр. ВНИИЛтекмаш. – М., 1983.
3. Коритыцкий Я.И., Корнев И.В. и др. Вибрация и шум в текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1974.
4. А.С. СССР № 1326657. Устройство для пневмопереплетения комплексных нитей // Волхонский А.А., Лев С.Г., Кочетов О.С. и др. – Оpubл. 1987. Бюл. №28.
5. Кочетов О.С. Методика расчета звукоизолирующих ограждений привода веретен прядильных машин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, №5. С.66...69.
6. ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

Рекомендована кафедрой процессов, аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности.. Поступила 08.10.07.