

Таблица 2

**Результаты исследований на ЭВМ нагруженности
трансмиссии карьерного самосвала**

Условия трогания и разгона			Темп накопления повреждений по контактным напряжениям зубчатых колес заднего моста
Уклон преодолеваемого подъема	Положение педали управления двигателем, %	Начальные обороты коленвала двигателя, мин ⁻¹	
0	70	955	$1,52 \cdot 10^{11}$
0	100	955	$2,15 \cdot 10^{11}$
0	100	1240	$2,37 \cdot 10^{11}$
0,1	100	1240	$2,84 \cdot 10^{11}$

С увеличением начальной частоты вращения коленчатого вала двигателя при трогании с места на первой передаче последовательно с 860 до 1240 мин⁻¹ максимальный динамический момент на карданном валу привода заднего моста повышается на 40 %.

Таким образом, одним из путей форсирования нагруженности трансмиссии карьерных самосвалов является увеличение доли переходных процессов в общем испытательном пробеге.

*Рецензент канд. техн. наук,
проф. МОЛИБОШКО Л. А.*

- максимальные динамические моменты на карданном валу привода заднего моста;

- темпы накопления усталостных повреждений по контактным и изгибным напряжениям зубчатых колес и роликовых подшипников. Сравнение проводилось по темпу накопления повреждений зубчатых колес по контактным напряжениям.

Результаты исследований на ЭВМ нагруженности деталей трансмиссии для различных режимов трогания и разгона приведены в табл. 2.

Проведенные исследования показали, что при трогании самосвала на ровном горизонтальном участке карьерной дороги при различных положениях педали управления двигателем (от 50 до 100 % нажатия) максимальный динамический момент на карданном валу привода заднего моста увеличился в 1,8 раза. Темп накопления усталостных повреждений зубчатых колес по контактным напряжениям возрос в 1,9 раза.

При увеличении крутизны преодолеваемого подъема с 0 до 0,1 максимальный динамический момент на карданном валу привода заднего моста увеличился в 1,3, а темп накопления повреждений R – в 1,9 раза.

УДК 622.002.5

ПРОФИЛИРОВАНИЕ ПНЕВМОУБОРОЧНОГО СОПЛА

Докт. техн. наук, проф. КИСЛОВ Н. В.

Белорусская государственная политехническая академия

Промышленные пневмоуборочные и пылесосные устройства представляют собой мобильные агрегаты или стационарные установки для уборки сыпучих сред и удаления пыли, осевшей в производственных помещениях. Работа пневмоуборочной техники заключается во всасывании сыпучего материала из расстила или пыли, лежащей на полу, оборудовании и стенах производственных помещений.

Наиболее ответственным узлом пневмоуборочной установки, от которого зависят качество уборки и энергоемкость процесса, является уст-

ройство для всасывания материала из расстила или пыли с различных поверхностей, называемое обычно всасывающим соплом или уборочным инструментом. Известны различные модификации сопел [1], каждое из которых предназначено для специфических условий пневмоуборки. Наибольшее распространение в пневмоуборочной технике нашли наклонные всасывающие сопла с козырьком (рис. 1).

Конструктивное оформление таких сопел определяется условиями их функционирования и размерно-плотностными свойствами убираемого

материала. Обеспечение рациональной конструкции сопла может быть достигнуто при условии, когда убираемые частицы при их транспортировании воздушным потоком находятся в сопле как можно меньше времени. Поэтому представляет интерес отыскание такого профиля сопла, при котором частица, достигая во входном отверстии некоторой скорости $\vartheta_r = \frac{dl}{dt}$, затратит минимум времени на преодоление расстояния l по дуге, очерчивающей аэродинамическую ось сопла или, что практически то же самое, нижнюю ее грань (рис. 1).

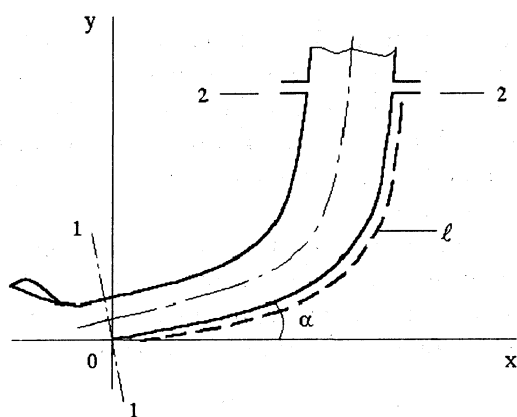


Рис. 1. Конструктивная схема сопла

Скорость ϑ воздуха в криволинейном канале всасывающей части сопла обычно изменяется по закону прямой линии (рис. 2) и подчиняется закономерности:

$$\vartheta = \vartheta_{\text{вх}} - ky, \quad (1)$$

где $\vartheta_{\text{вх}}$ – средняя скорость воздуха во входном сечении 1–1 сопла; y – осевая координата сечения криволинейного канала сопла; k – коэффициент, величина которого характеризует интенсивность убывания скорости воздуха в криволинейном канале сопла.

Пусть закон изменения скорости частицы в криволинейном канале сопла (рис. 2)

$$\frac{dl}{dt} = (\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s, \quad (2)$$

где ϑ_{r0} – скорость входа частицы в сечение 1–1; ϑ_s – то же витания частицы; e – основание на-

туральных логарифмов; a – параметр формулы, характеризующий уменьшение скорости частицы по мере удаления от входного отверстия сопла по направлению $y = f(x)$.

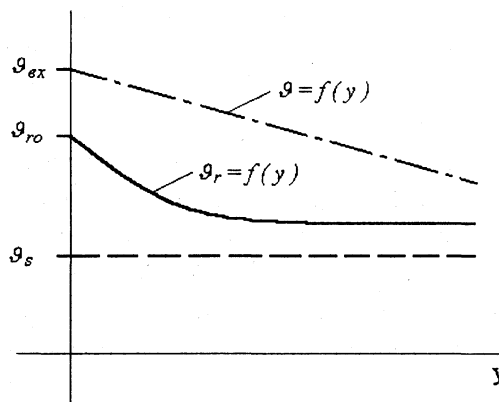


Рис. 2. Характер изменения скоростей ϑ воздуха и частицы ϑ_r в криволинейном канале сопла

Определим профиль дуги l , очерчивающей нижнюю грань сопла. Дифференциал дуги [2]

$$dl = \sqrt{1 + y'^2} dx. \quad (3)$$

За критерий минимизации принимаем время, за которое частица проходит путь l (рис. 1) внутри криволинейного канала сопла. Из (2) и (3) имеем

$$dt = \frac{dl}{(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s} = \frac{\sqrt{1 + y'^2} dx}{(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s}. \quad (4)$$

Необходимо найти функцию $y = f(x)$, при которой время $t = \min$, т. е. нужно минимизировать функционал вида

$$t = \int_0^{x_2} F(y, y') dx = \int_0^{x_2} \frac{\sqrt{1 + y'^2} dx}{(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s}. \quad (5)$$

Для нахождения функции y , соответствующей $t_{\min}$, необходимо решить уравнение Эйлера

[2] $\frac{d}{dx} F'_{y'} - F'_y = 0$. В частном случае, когда имеем $F(y, y')$, т. е. функция не содержит в явном виде x , первый интеграл уравнения Эйлера имеет вид

$$y'F'_y - F = C_1, \quad (6)$$

где C_1 – постоянная интегрирования; F – функционал искомой функции, содержащий в явном виде y и y' .

Первая производная функционала F по y'

$$F'_y = \frac{y'}{[(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s] \sqrt{1 + y'^2}}. \quad (7)$$

Подставив (7) в (6) с учетом того, что функционал $F = dt$, после преобразования имеем

$$y' = \sqrt{\frac{1 - C_1^2 [(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s]^2}{C_1^2 [(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s]^2}}. \quad (8)$$

Преобразовав (8) и разделив переменные, получим

$$\int \frac{C_1 [(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s]}{\sqrt{1 - C_1^2 [(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s]^2}} dy = \int dx + C_2. \quad (9)$$

Разложим в степенной ряд $e^{-ay} = 1 - ay + \frac{(ay)^2}{2}$.

Погрешность $e^{-ay} = 1 - ay$ обозначим через Δ . Известно [2], что $\Delta \leq (ay)^2/2$. Тогда

$$\int \frac{C_1 [(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s]}{\sqrt{1 - C_1^2 [(\vartheta_{r0} - \vartheta_s)e^{-ay} + \vartheta_s]^2}} dy = x + C_2. \quad (10)$$

Решение (10) при начальном условии $y(x=0)=0$ дает зависимость

$$y = \frac{1}{a} \left[1 - \frac{\sqrt{\frac{1}{C_1^2} - a^2 (\vartheta_{r0} - \vartheta_s)^2 (C_2^2 + x)} - \vartheta_s}{\vartheta_{r0} - \vartheta_s} \right]. \quad (11)$$

Формула (11) при известных значениях x и y в сечениях 1-1 и 2-2 позволяет находить для вполне конкретных аэродинамических характеристик убираемого материала такие профиль входной части пневмоуборочного сопла и угол его наклона, при которых частицы будут находиться в сопле минимум времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хрусталеv Б. М., Кислов Н. В. Пневматический транспорт. – Мн.: Информ. служба недвижимости. – 451 с.
2. Федорюк М. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1980. – 352 с.

Рецензент канд. техн. наук,
доц. ЦЫБУЛЕНКО П. В.