

УДК 674.621.547

С.П. Трофимов, доцент

### О СТРУКТУРЕ ЗАТРАТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЦЕХОВЫХ ЭКСКАУСТЕРНЫХ УСТАНОВКАХ С КОЛЛЕКТОРОМ

Energy consumption structure in exhauster system with collector for wood chip and dust on the production room. Result of calculations and analysis for electric energy economy.

Удаление отходов резания из деревообрабатывающих цехов в настоящее время осуществляется преимущественно системами пневмотранспорта, основным звеном которых являются эксгаустерные установки. Эксплуатируемые эксгаустерные установки характеризуются высокими удельными энергозатратами на перемещение груза (0,2...0,3 Вт-ч/кгм), установленной мощностью электроприводов (17...45 кВт) и существенной долей в цеховом потреблении электроэнергии на силовые нужды (20...70%).

В целях оценки потенциальных возможностей энергосбережения при выборе транспортных средств, совершенствовании компоновочных схем и элементов эксгаустерных установок особый интерес представляет анализ соответствующей им структуры энергозатрат.

Структуру затрат электроэнергии в цеховой системе пневмотранспорта древесных отходов рассмотрим на примере наиболее распространенных всасывающе-нагнетательных коллекторных установок с одиночными ответвлениями (рис.1), центробежным пылевым вентилятором и циклоном типа К на опоре с бункером-накопителем. В структуре энергозатрат коллекторной эксгаустерной установки можно выделить следующие составляющие: 1) ответвления в составе приемника отходов, прямых труб, поворотов и входа в коллектор; 2) коллектор; 3) магистраль "коллектор-циклон", включая выход из коллектора, прямые трубы и повороты; 4) циклон; 5) перемещение груза; 6) вентилятор; 7) клиноременная передача.

Оценка структуры затрат электроэнергии проводилась на основе результатов расчета потребной мощности привода с определением потерь давления по методу динамических давлений [1...3]:

в ответвлениях по формуле

$$N_0 = \sum N_{0i} = \sum (1 + K\mu_i) \chi(\lambda_i / d_i) L_i + \xi_{\text{при}} + \sum (\xi_{\text{ги}} + \xi_{\text{вхi}}) \chi(\rho V_i^2 / 2) Q_i \quad (1)$$

$$\text{при } (1 + K\mu_i) \chi(\lambda_i / d_i) L_i + \xi_{\text{при}} + \sum (\xi_{\text{ги}} + \xi_{\text{вхi}}) \chi(\rho V_i^2 / 2) = H_{\text{ст.к}} = H_{0,\text{max}} \quad (2)$$

и  $\lambda_i = (0,0125 + 0,0011/d_i)K_M$ , причем для гибких металло рукавов  $d_i = 2 \dots 2,5$ , в магистрали

$$N_M = (1 + K\mu_M)((\lambda_M / d_M)L_M + \sum \xi_{\text{ПМ}} + \xi_{\text{ВЫХ}})(\rho V_M^2 / 2) \cdot \sum Q_i, \quad (3)$$

в циклоне

$$N_{\text{Ц}} = \xi_{\text{П}}(\rho V_{\text{ВХ,Ц}}^2 / 2) \cdot \sum Q_i, \quad (4)$$

где  $K$  - коэффициент, учитывающий наличие материала в воздушном потоке,  $K = 1,4$ ;  $\mu_i, \mu_M$  - массовая концентрация аэросмеси в ответвлениях и магистрали;  $\lambda_i, \lambda_M$  - коэффициент, учитывающий сопротивление движению в прямой трубе, определялся по формуле Блесса [1] с учетом коэффициента  $K_M$  конструктивного исполнения труб;  $L_i, L_M$  - длина ответвлений и магистрали, м;  $\xi_{\text{ПР}}$  - коэффициент сопротивления приемника отходов,  $\xi_{\text{ПР}} = 0,8 \dots 1,0$  [3];  $\xi_{\text{П}}$  - коэффициент сопротивления поворотов трубы,  $\xi_{\text{П}} = 0,1 \dots 0,2$  в зависимости от угла поворота [3];  $\xi_{\text{ВХ}}, \xi_{\text{ВЫХ}}$  - коэффициенты сопротивлений на входе и выходе из коллектора и коллектора в целом  $\xi_K = \xi_{\text{ВХ}} + \xi_{\text{ВЫХ}} = 0,8 \dots 1,0$ , [2];  $\rho$  - плотность воздуха,  $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ ;  $V_i$  и  $V_M$  - расчетная скорость воздуха в ответвлениях и магистрали, м/с;  $Q_i$  - расчетные расходы воздуха в ответвлениях, м<sup>3</sup>/мин;  $V_{\text{ВХ,Ц}}$  - расчетная скорость воздуха в циклон, м/с.

Мощность привода, расходуемая на преодоление сопротивлений при движении материала в трубах, учтена в формулах (1, 3) параметрами  $\mu_i$  и  $\mu_M$ . Расход мощности на подъем материала в процессе транспортирования на высоту  $h$  определялся по формуле  $N_{\text{ПМ}} = \rho \cdot \mu \cdot g \cdot h$ . При проведении анализа энергозатрат мощность привода, расходуемая на перемещение материала, была учтена в составе участков и как отдельная составляющая.

Мощность привода, необходимая для работы коллектора, учитывалась в расчете ответвлений и магистрали по формулам (1, 2), при анализе энергозатрат она была рассмотрена и как отдельная составляющая.

Помимо расхода мощности, в транспортирующей части эксгаустерной установки имеют место энергозатраты в вентиляторе и его приводе, которые учитываются формулой определения расчетной мощности привода [2]:

$$N_p = (1 + \mu_p)N_p Q_p / (60000 \cdot \eta_v \eta_{\text{пер}}), \quad (5)$$

где  $\mu_p$  - расчетная массовая концентрация аэросмеси;  $N_p$  - расчетные потери давления в установке, Па;  $Q_p$  - расчетный расход воздуха в установке,

$\text{м}^3/\text{мин}$ ;  $\eta_{\text{В}}$  - КПД вентилятора;  $\eta_{\text{ПЕР}}$  - КПД клиноременной передачи,  $\eta_{\text{ПЕР}}=0,95$ .

Обычно в всасывающе-нагнетательных установках используются центробежные пылевые вентиляторы серии ВЦП с КПД, не превышающем 0,6. Фактически при выборе вентилятора из условия обеспечения наибольшего  $\eta_{\text{В}}$  (при известных  $N_{\text{р}}$  и  $Q_{\text{р}}$ ) вследствие большой дискретности изменения номеров в гамме вентиляторов  $\eta_{\text{В}}$  обычно находится на уровне 0,5...0,56.

При использовании пылевых вентиляторов, поставляемых без клиноременной передачи (например АО "Мовен"), затраты энергии могут быть еще большими вследствие нерегулируемости частоты вращения рабочего колеса, большой дискретности номеров, превышений необходимых  $N_{\text{р}}$  и  $Q_{\text{р}}$  и получения более низких КПД.

Ниже приведены обобщенные результаты вычислений по элементам составляющих энергозатрат, которые нашли отражение в вышеуказанных формулах. Расчеты выполнены на компьютере с использованием разработанных автором программ для нескольких реализованных проектов.

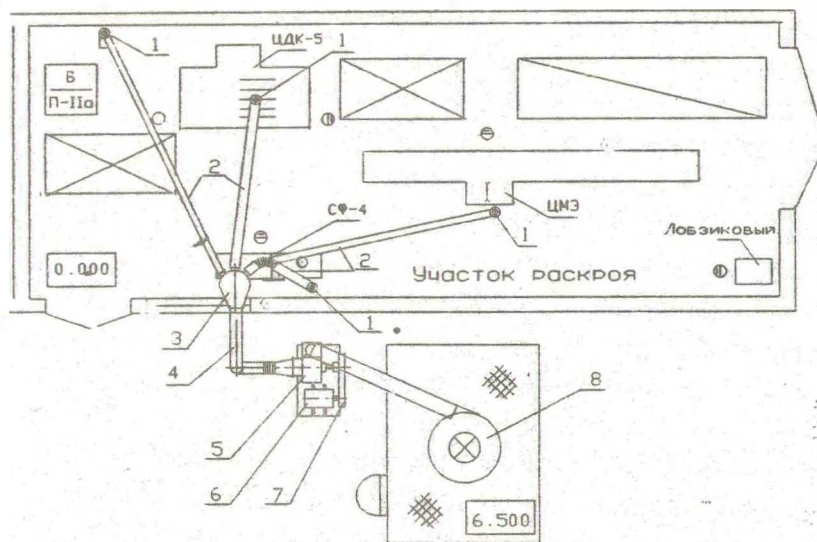


Рис. Общий вид эксгаустерной установки: 1 - приемник отходов; 2 - трубы ответвлений; 3 - коллектор; 4 - магистральный трубопровод; 5 - вентилятор; 6 - электродвигатель; 7 - клиноременная передача; 8 - циклон

На ответвления пришлось 18,1 % мощности привода (приемник отходов - 29,8, прямые трубы - 31,5, повороты - 26,8, вход в коллектор -



11,9%), на магистраль - 11,3% (выход из коллектора - 18,3, прямые трубы - 54,3, повороты - 27,4%), на перемещение и подъем груза - 8,0%, на циклон - 15,8, на вентилятор - 4,3%, на клиноременную передачу - 4,5%. Коллектор потребляет около 5,3% расчетной мощности привода.

Полученные показатели позволяют сделать выводы о значительном преобладании затрат энергии на создание воздушного потока - 92% по сравнению с работой по перемещению груза - 8%, несущественной роли коллектора - 5% и чрезвычайно низкой энергетической эффективности вентиляторной установки - 46,8%. Результаты расчетов свидетельствуют о больших резервах снижения энергозатрат в цеховых транспортных системах удаления отходов резания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1: Святков С.Н. Пневматический транспорт измельченной древесины. - М.:Лесная пром-сть, 1966.
2. Козориз Г.Ф. Пневматические транспортные системы деревообрабатывающих предприятий. - Львов:Вища школа, 1985.
3. Трофимов С.П., Кухаренко И.Н. Методические указания по разделу "Проектирование универсальных эксгаустерных установок ..." .- Мн.:БТИ, 1987.

УДК 674.055:539.4

С.С.Макаревич, доцент,  
А.А.Клубков, аспирант

#### К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В РЕЖУЩЕМ ЭЛЕМЕНТЕ ОТ СИЛ РЕЗАНИЯ

The new method of determine the stresses which are arisen in the wood working knife with cutting process have been proposed. This method allow us to define the stresses from different shapes of the cutting forces. We have decision both for the steel and for carbide tipped knives.

В последнее время очень часто в деревообрабатывающем инструменте используют резцы, состоящие из стальной подложки и твердосплавной пластины. Для разработки достаточно простого способа расчета таких резцов воспользуемся методами сопротивления материалов, но, чтобы приблизить решение к теории упругости, при определении напряжений будем рассекать резец не плоским сечением, а цилиндрической поверхностью с радиусом  $r = \text{const}$  и осью, проходящей по лезвию резца. При этом введем гипотезу, аналогичную гипотезе плоских сечений. Будем считать, что при нагружении резца цилиндрическое сечение поворачивается, смещается, но