

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЫЛЕОТДЕЛИТЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА МУКОМОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Коломиец Татьяна, Павалюк Никита

Технический университет Молдовы

**Abstract:** In this article were made calculation, selection and comparative analysis of thee commonly used filter types in the food industry: cyclone, baghouse and filtercyclone. The calculation was performed for the milling company with a constant air flow. In a comparative analysis were taken into consideration the technical characteristics of the investigated filters, their eucipment and maintenance, as well as the effect on the environment and the people who are working in that enterprice.

**Ключевые слова:** Циклон, рукавный фильтр, фильтроциклон, предельно допустимый выброс (ПДВ), максимальная концентрация ( $C_{max}$ ), штраф за загрязнение окружающей среды ( $P$ ).

В последнее время проблемы экологии окружающей среды начинают носить более острый характер. В связи с увеличением антропогенного влияния, приводящего к стремительному загрязнению воздушного бассейна, появляется необходимость в рациональном подборе и анализе средств защиты и фильтрации отработанного воздуха на промышленных предприятиях.

Особое внимание необходимо учесть предприятиям, которые занимаются различными видами измельчений: зерноперерабатывающие, мукомольные предприятия, производство комбикормов и т.д., во время работы которых, кроме выделения токсичных газов и избыточной теплоты, так же выделяется и огромное количество органической и неорганической пыли, стружки, шелухи. Наличие в воздухе мелкодисперсной пыли не только ухудшает природный фон, но и может привести к пожарам и взрывам. Особенно опасной пыль становится, если не соблюдать технологию обработки зерна и ее хранение, из-за чего в конечный, измельченный продукт могут попасть различные споры грибов, бактерии, а так же химические вещества, используемые для защиты от вредителей.

Из всего вышесказанного видно, что перед предпринимателем стоит огромный ряд вопросов и требований, которые он должен удовлетворить для успешной и безопасной деятельности своего производства, как для работающего персонала и готовой продукции, так и для окружающей среды в целом.

За основу расчета был принят цех пищевого (мукомольного) предприятия с размерами 24,0x18,0x4,5 м и необходимым общим расходом воздуха  $L = 750 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Для данного цеха были рассчитаны и подобраны пылеотделители: циклон (рис. 1), рукавный фильтр (рис. 2), фильтроциклон (рис. 3).

Циклон представляет собой устройство гравитационного типа, предназначенное для грубой и средней очистки вентиляционного воздуха от неорганической и органической пыли, стружки, опилок и т.д.

Циклон подбирается в зависимости от общего расхода воздуха в системе вентиляции ( $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ), в зависимости от заданного расхода воздуха  $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , выбирают циклон с наименьшим диаметром.

$$Q = 1,05 \cdot L = 1,05 \cdot 750 = 787,5 \quad (1)$$

По полученному расходу воздуха подбираем циклом марки БЦ-350, технические характеристики которого использовались для дальнейшего расчета. Расчет ПДВ ( $\text{г/с}$ ),  $C_{max}$  ( $\text{мг/м}^3$ ) и  $P$  (лей) приводится ниже:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot n \cdot m \cdot F \cdot \beta} = \frac{4 \cdot 1,588^2 \cdot \sqrt[3]{0,048 \cdot 7,3}}{200 \cdot 0,685 \cdot 2,858 \cdot 2 \cdot 1} = 0,0091 \quad (2)$$

$$C_{max} = \frac{M \cdot A \cdot m \cdot n \cdot F \cdot \beta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{0,75 \cdot 200 \cdot 0,685 \cdot 2,858 \cdot 2 \cdot 1}{1,588^2 \cdot \sqrt[3]{0,048 \cdot 7,3}} = 330 \quad (3)$$

$$P = N \cdot A' \cdot (F^\phi - F^n) \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 18 \cdot 2 \cdot (2,592 - 0,031) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 207,5 \quad (4)$$

В приведенных формулах используются обозначения:

ПДК – предельно-допустимая концентрация, мг/м<sup>3</sup>

C<sub>ф</sub> – фоновая концентрация, мг/м<sup>3</sup>

H – высота источника выброса над уровнем земли, м

V<sub>1</sub> – расход газовойоздушной смеси, м<sup>3</sup>/с

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовойоздушной смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха, °C

A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, с<sup>2/3</sup> · мг · °C<sup>1/3</sup>/Г

n, m – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовойоздушной смеси из устья источника выброса

F – коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе

β – коэффициент учитывающий влияние рельефа местности

M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с

N – условный норматив в лейх за 1 условную тонну загрязняющего вещества, лей/т

A' – коэффициент агрессивности загрязняющего вещества

F<sup>φ</sup> – фактическая величина выбросов загрязняющего вещества в атмосферу, т

F<sup>n</sup> – нормативная величина выбросов загрязняющего вещества в атмосферу, т

k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>, k<sub>3</sub>, k<sub>4</sub> – коэффициенты зависящие от типа выброса, от высоты источника загрязнения, от рельефа, от метеоусловий и функционирования пылеотделителей



Рис. 1

Рукавный фильтр предназначен для тонкой и средней очистки вентиляционного воздуха от органической и неорганической пыли, в специальных технических помещениях на пищевых предприятиях для улавливания особо ценной пыли.

Рукавный фильтр подбирается по расходу воздуха Q, м<sup>3</sup>/ч.

$$Q = 1,05 \cdot L + 150 = 1,05 \cdot 750 + 150 = 937,5 \quad (5)$$

По полученному расходу воздуха подбираем рукавный фильтр марки А1-БФЭ, технические характеристики которого использовались для дальнейшего расчета. Расчет ПДВ (г/с), C<sub>max</sub> (мг/м<sup>3</sup>) и Р (лей) приводится ниже:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_\phi) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot n \cdot m \cdot F \cdot \beta} = \frac{4 \cdot 4,29^2 \cdot \sqrt[3]{0,785 \cdot 7,3}}{200 \cdot 0,952 \cdot 1,724 \cdot 2 \cdot 1} = 0,2006 \quad (6)$$

$$C_{max} = \frac{M \cdot A \cdot m \cdot n \cdot F \cdot \beta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{0,75 \cdot 200 \cdot 0,952 \cdot 1,724 \cdot 2 \cdot 1}{4,29^2 \cdot \sqrt[3]{0,785 \cdot 7,3}} = 11 \quad (7)$$

$$P = N \cdot A' \cdot (F^\phi - F'' ) \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 18 \cdot 2 \cdot (2,592 - 0,691) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 154,0 \quad (8)$$



Рис. 2

Рециркуляционные пылеулавливающие аппараты предназначены для очистки воздуха от сухой неслипающейся пыли и стружки. Предварительная очистка воздуха происходит во встроенном циклонном элементе. Мелкая пыль улавливается кассетой из полиэстера. Частицы, под воздействием собственного веса, падают вниз и осаждаются в бункер-накопитель, расположенный в нижней части установки.

Фильтроциклоны подбираются по расходу воздуха в системе вентиляции  $Q$ , м<sup>3</sup>/ч.

$$Q = 1,05 \cdot L + 150 = 1,05 \cdot 750 + 150 = 937,5 \quad (9)$$

По полученному расходу воздуха подбираем фильтроциклон марки ФЦ-4000, расчет ПДВ,  $C_{\max}$  и  $P$  не проводится, так как в нем используется принцип рециркуляции и нет выбросов вредных веществ в атмосферу.



Рис.3

При изучении и расчете трех видов пылеотделителей были проанализированы преимущества и недостатки данных устройств. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Критерий	Циклон	Рукавный фильтр	Фильтроциклон
Место установки	На тер. предприятия	Техн. помещение	Обслуж. помещение
КПД,	0,98	0,99	0,999
Рециркуляция	отсутствует	отсутствует	присутствует
Загрязняемая среда	Наружный воздух	Наружный воздух	Внутренний воздух
ПДВ, г/с	0,0091	0,2006	-
$C_{\max}$ , мг/м <sup>3</sup>	330	11	-
Очистка	Не требуется	Путем встряхивания	Регенерация кассеты
P, лей	207,5	154,0	0

Из таблицы наглядно видно, что установка фильтроциклона является наилучшим решением для охраны воздушного бассейна, однако, одновременно приводит к ухудшению качества воздуха в самом цехе. Своевременная очистка пылеотделителя, корректная его эксплуатация и соответствующая работа систем общеобменной вентиляции приведут к значительному снижению пагубного воздействия вредных веществ внутри помещения.

### Библиография

1. Веселов, С.А., *Практикум по вентиляционным установкам*, Москва, «Колос», 1982, 43-47 стр.
2. Ministerul Ecologiei și Resurselor Naturale, *Ghid cu privire la evaluarea prejudiciului cauzat mediului de la activitățile antropogene și mecanismele de compensare a lui*, Chisinau, 2006, 45-47 p.
3. Госкомгидромет, *ОНД-86, Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий*, Ленинград, «Гидрометеиздат», 1987, 4-13,43 стр.
4. <http://www.consar.su/catalog/cyklon/cyklon.html>
5. <http://280700.ru>
6. <http://www.ekovent.ru/filtrociklon.php>