

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
Высшего профессионального образования  
«Забайкальский государственный университет  
(ФГБОУ ВПО «ЗабГУ»)

Факультет горный  
Кафедра прикладной геологии и технологии геологической разведки

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №21**

по дисциплине: «Горные машины и оборудование при подземной  
разработке»

на тему «Проектирование вентиляторных установок»

Выполнил: студент группы МД-18  
Пахомов А.А.

Проверил: зав. кафедрой ПРМПИ, к.т.н, доцентов  
Медведев В.В.

**Исходные данные:**

|                      |                       |                       |        |         |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|---------|
| Q, м <sup>3</sup> /с | H <sub>min</sub> , Па | H <sub>max</sub> , Па | T, лет |         |
| 250                  | 1000                  | 2300                  | 15     | ВОД-40М |

1. По заданным параметрам выбран вентилятор ВОД-40М.
2. Регулирование рабочих режимов установки осуществляется изменением углов установки лопастей на рабочих колесах вентилятора.
3. Характеристики вентиляционной сети:

$$H = R \cdot Q^2$$

$$R_{min} = \frac{H_{cm.min}}{Q^2} = \frac{1000}{250^2} = 0,016$$

$$R_{max} = \frac{H_{cm.min}}{Q^2} = \frac{2300}{250^2} = 0,0368$$

$$H_{y.cm.min} = 0,016 \cdot Q^2$$

$$H_{y.cm.max} = 0,0368 \cdot Q^2$$

|                      |      |     |       |      |       |      |      |      |
|----------------------|------|-----|-------|------|-------|------|------|------|
| Q, м <sup>3</sup> /с | 62,5 | 125 | 187,5 | 250  | 312,5 | 350  | 375  | 400  |
| Нустмин<br>, Па      | 63   | 250 | 563   | 1000 | 1563  | 1960 | 2250 | 2560 |
| Нустмах,<br>Па       | 144  | 575 | 1294  | 2300 | 3594  | 4508 | 5175 | 5888 |

4. Рабочие режимы. Через точки *a* и *b* заданных режимов проводим прямую линию и находим режим *c* ( $Q_c = 250$  м<sup>3</sup>/с;  $H_c = 1550$  Па) как точку пересечения линии *ab* с характеристикой вентилятора, соответствующей углу установки лопастей на рабочих колесах  $\theta_k = 30^\circ$ , т. е. углу, при котором начнется эксплуатация вентилятора (режим *d*).

Для построения дополнительной характеристики сети, проходящей через точку *c*.

$$R = \frac{H_c}{Q^2} = \frac{1550}{250^2} = 0,0248$$

Следовательно уравнение характеристики сети, проходящей через точку *c*

$$H_c = 0,0248 \cdot Q^2$$

|                |        |       |        |      |         |      |        |      |
|----------------|--------|-------|--------|------|---------|------|--------|------|
| Q              | 62,5   | 125   | 187,5  | 250  | 312,5   | 350  | 375    | 400  |
| H <sub>c</sub> | 96,875 | 387,5 | 871,87 | 1550 | 2421,87 | 3038 | 3487,5 | 3968 |

|  |  |  |   |  |   |  |  |  |
|--|--|--|---|--|---|--|--|--|
|  |  |  | 5 |  | 5 |  |  |  |
|--|--|--|---|--|---|--|--|--|

Построенная по приведенным данным характеристика 3 вентиляционной сети позволяет установить ступени регулирования рабочих режимов установки.

На первой ступени регулирования угол установки лопастей рабочих колес равен  $\theta_1 = 30^\circ$ . При этом в начале работы будет обеспечен режим  $d$  ( $Q_d = 265$  м<sup>3</sup>/с;  $H_d = 1150$  Па). При перемещении режима в точку  $c$  происходит переход на вторую ступень регулирования установкой лопастей на угол  $\theta_2 = 35^\circ$ . Начальный режим на этой ступени — точка  $e$  ( $Q_e = 280$  м<sup>3</sup>/с;  $H_e = 1950$  Па). Окончание работы на второй ступени регулирования — режим  $f$  ( $Q_f = 260$  м<sup>3</sup>/с;  $H_f = 2400$  Па).

При общей продолжительности работы вентиляторной установки  $T = 15$  лет и допущении линейности закона изменения от  $H_{y.c.m.min}$  до  $H_{y.c.m.max}$  устанавливаем продолжительность работы:

На первой ступени

$$T_1 = T \frac{H_c - H_a}{H_f - H_a} = 15 \cdot \frac{1550 - 1000}{2400 - 1000} = 5,9 \text{ лет}$$

На второй ступени

$$T_2 = T \frac{H_f - H_c}{H_f - H_a} = 9,1 \text{ лет}$$

5. Резерв производительности вентилятора определяется режимами  $k$  ( $Q_k = 365$  м<sup>3</sup>/с;  $H_k = 2150$  Па) и  $n$  ( $Q_n = 280$  м<sup>3</sup>/с;  $H_n = 2800$  Па) при характеристиках 1 и 2 вентиляционной сети и угле установки лопастей на рабочих колесах  $\theta = 45^\circ$ :

при характеристике сети 1

$$\Delta Q_1 \% = \frac{Q_k - Q_a}{Q_a} \cdot 100 = \frac{365 - 250}{250} \cdot 100 = 46 \%$$

при характеристике сети 2

$$\Delta Q_2 \% = \frac{Q_n - Q_b}{Q_b} \cdot 100 = \frac{280 - 250}{250} \cdot 100 = 12 \%$$

В среднем

$$\Delta Q \% = \frac{\Delta Q_1 \% + \Delta Q_2 \%}{2} = \frac{46 + 12}{2} = 29 \%$$

6. Реверсирование вентиляционной струи обеспечивается изменением направления вращения ротора вентилятора с одновременным поворотом лопаток промежуточного направляющего и спрямляющего аппаратов.

7. Мощность двигателя на первой ступени регулирования по режиму  $c$

$$N_{min} = \frac{Q_c \cdot H_c}{1000 \cdot \eta_c} = \frac{250 \cdot 1550}{1000 \cdot 0,713} = 543,5 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя на второй ступени регулирования по режиму  $n$

$$N_{max} = \frac{Q_n \cdot H_n}{1000 \cdot \eta_n} = \frac{280 \cdot 2800}{1000 \cdot 0,76} = 1032 \text{ кВт}$$

При переходе на вторую ступень регулирования предусматривается замена двигателя.

Для работы на первой ступени регулирования принимаем синхронный электродвигатель СДН-17-31-16УЗ мощностью  $N = 630$  кВт;  $n = 375$  об/мин;  $\eta_d = 0,932$ ;  $\cos \varphi = 0,9$ ;  $U = 6000$  В.

$$k_d = \frac{N}{N_{min}} = \frac{630}{543,5} = 1,16$$

Для работы на второй ступени регулирования принимаем синхронный электродвигатель СДКП4-18-41-16ФУХЛ4:  $N = 1250$  кВт;  $n = 375$  об/мин;  $\eta_d = 0,948$ ;  $\cos \varphi = 0,9$ .

Коэффициент запаса мощности

$$k_d = \frac{N}{N_{max}} = \frac{1250}{1032} = 1,21$$

Среднегодовой расход электроэнергии на первой ступени регулирования в диапазоне режимов  $d$  и  $c$ :

$$Q_{1cp} = \frac{Q_d + Q_c}{2} = \frac{265 + 250}{2} = 257,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H_{1cp} = \frac{H_d + H_c}{2} = \frac{1150 + 1550}{2} = 1350 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\eta_{1cp} = \frac{\eta_d + \eta_c}{2} = \frac{0,64 + 0,713}{2} = 0,677$$

Расход энергии

$$W_{1z} = \frac{Q_{1cp} \cdot H_{1cp}}{1000 \cdot \eta_{1cp} \cdot \eta_{II} \cdot \eta_d \cdot \eta_c \cdot \eta_p} \cdot n_q \cdot n_q = \dot{i} \cdot \frac{257,5 \cdot 1350}{1000 \cdot 0,677 \cdot 0,925 \cdot 0,932 \cdot 0,95 \cdot 0,85} \cdot 24 \cdot 365 = 6461395 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Среднегодовой расход электроэнергии на второй ступени регулирования в диапазоне режимов  $e$  и  $f$ :

$$Q_{2cp} = \frac{Q_e + Q_f}{2} = \frac{280 + 260}{2} = 270 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H_{2cp} = \frac{H_e + H_f}{2} = \frac{1950 + 2400}{2} = 2175 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\eta_{2cp} = \frac{\eta_e + \eta_f}{2} = \frac{0,725 + 0,762}{2} = 0,744$$

Расход энергии

$$W_{2z} = \frac{Q_{2cp} \cdot H_{2cp}}{1000 \cdot \eta_{2cp} \cdot \eta_{II} \cdot \eta_{Д} \cdot \eta_{С} \cdot \eta_{P}} \cdot n_{ч} \cdot n_{ч} = \dot{i}$$

$$\dot{i} \frac{270 \cdot 2175}{1000 \cdot 0,744 \cdot 0,925 \cdot 0,948 \cdot 0,95 \cdot 0,85} \cdot 24 \cdot 365 = 9041445 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

9. Дистанционное управление и контроль вентиляторной установки осуществляются с помощью аппаратуры УКАВ.

10. Калориферная установка.

Расчет калориферной установки производится для следующих условий: наружная температура воздуха в зимнее время,  $-25^{\circ}\text{C}$ ; температура пара при 0,35 МПа  $t_{\text{пар}} = 147,9^{\circ}\text{C}$ .

Общие количество подаваемого в шахту воздуха

$$m = Q \cdot \rho = 250 \cdot 1,293 = 323,25 \text{ кг/с}$$

Количество подогреваемого воздуха:

$$m_n = m \cdot \frac{t_{cm} - t_n}{t_n - t_n} = 323,25 \cdot \frac{+2 - (-25)}{+70 - (-25)} = 92$$

Расход тепла при подогреве воздуха

$$Q_{к.м} = 3600 \cdot m \cdot c_p \cdot (t_{cm} - t_n) = 3600 \cdot 323,25 \cdot 1,012 \cdot (+2 - (-25)) = \dot{i}$$

$$\dot{i} 31796940 \text{ кДж/ч}$$

Объем воздуха (м<sup>3</sup>/ч), подаваемый калориферным вентилятором

при  $0^{\circ}\text{C}$ , 101,3 кПа определяется по формуле

$$V_0 = \frac{3600 \cdot m_{II}}{\rho_0} = \frac{3600 \cdot 92}{1,293} = 256150 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Объем подогретого воздуха (м<sup>3</sup>/ч), подаваемого калориферным вентилятором, определяется по формуле

$$V = V_0 \cdot \left(1 + \frac{t_{II}}{273}\right) = 256150 \cdot \left(1 + \frac{70}{273}\right) = 321830 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход пара (кг/ч) при избыточном давлении 0,35 МПа для калориферной установки с учетом 10 % потерь в паропроводе равен

$$D_{\kappa} = \frac{1,1 Q_{к.м}}{c_B \cdot (t_{\text{пар}} - t_{cp})},$$

где  $t_{cp}$  - средняя температура воздуха в калориферах.

$$t_{cp} = \frac{t_n + t_n}{2} = \frac{-25 + 70}{2} = 22,5$$

$$D_k = \frac{1,1 Q_{к.м}}{c_B \cdot (t_{нар} - t_{ср})} = \frac{1,1 \cdot 31796940}{4,19 \cdot (147,9 - 22,5)} = 66570 \text{ кг/ч}$$

**Вывод:** При данных эксплуатационных условиях (минимальное давление  $H_{\min} = 1000$  Па; Максимальное давление  $H_{\max} = 2300$  Па; Требуемая производительность вентилятора  $Q = 250$  м<sup>3</sup>/с, срок службы вентилятора 15 лет), применении вентилятора ВОД-40М с приводом от двигателей СДН-17-31-16УЗ на первой ступени регулирования и СДКП4-18-41-16ФУХЛ4 на второй, получены следующие параметры проветривания:

- при первой ступени регулирования: угол наклона лопаток рабочих колёс – 30°. Её начальный режим – точка *d* характеристики *d* ( $Q_d = 265$  м<sup>3</sup>/с;  $H_d = 1150$  Па);
- при второй ступени регулирования: угол наклона лопаток рабочих колёс – 35°. Её начальный режим – точка *e* характеристики *e* ( $Q_e = 280$  м<sup>3</sup>/с;  $H_e = 1950$  Па);
- окончание работы на второй ступени регулирования — режим *f* ( $Q_f = 260$  м<sup>3</sup>/с;  $H_f = 2400$  Па);
- продолжительность работы вентилятора на первой ступени работы – 5,9 лет, на второй – 9,1 лет
- резерв производительности вентилятора от 12 до 46%;
- расход электроэнергии среднегодовой: 6461395 кВт·ч на первой ступени, 9041445 кВт·ч на второй;
- расход пара для калориферной установки 66570 кг/ч.

Производительность вентилятора на всём протяжении эксплуатации установки выше требуемой в 250 м<sup>3</sup>/с.