

РАЗМЕЩЕНИЕ ГЛАВНЫХ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК ПОД ЗЕМЛЕЙ НА ШАХТАХ «СЕВУРАЛБОКСИТРУДА»: ТРУДНОСТИ И ИХ ПРЕОДОЛЕНИЕ

Н. Н. Мохирев

Пермский государственный технический университет

В. В. Радько

ОАО «Севуралбокситруда», г. Североуральск

При реконструкции бокситовых рудников ОАО «Севуралбокситруда» были определены и предложены для внедрения рациональные вентиляционные системы с подземным размещением вентиляторных установок главного проветривания. Однако при этом столкнулись с трудностью доставки вентиляторов до места монтажа. Данная проблема была удачно решена.

В 2003 году был выполнен раздел вентиляции в техническом проекте на вскрытие глубоких горизонтов шахты «Черемуховская» ОАО «Севуралбокситруда». Анализ расчетной вентиляционной модели шахты, имеющей связи с поверхностью через выработанные пространства, позволил найти варианты вентиляции, которые при минимальных затратах обеспечивали все рабочие зоны требуемыми (расчетными) объемами воздуха. Ранее в 2002 году такая же работа была выполнена для шахты «Кальинская», для которой также были предложены варианты вентиляции, обеспечивающие все рабочие зоны расчетными объемами воздуха при вскрытии и отработке предельного горизонта – 1220 м.

Моделирование вентиляционных систем и выбор вентиляционного оборудования проводились с использованием в расчетных моделях шахт каких-то известных базовых вен-

тиляторов, которые, работая на определенное аэродинамическое сопротивление выработок, развивали необходимые рабочие режимы, позволяющие доставить в рабочие зоны требуемые объемы свежего воздуха. К примеру, для обеспечения необходимым объемом воздуха всех добычных участков в качестве главной вентиляторной установки на шахте «Черемуховская» должен был использоваться вентилятор ВЦД-37,5, на шахте «Кальинская» – ВЦД-31,5, на шахте «Красная Шапочка» – ВЦД-34,5. Однако эти вентиляторы в условиях действующих шахт ввиду своих габаритов не могут быть спущены по стволам и доставлены до места монтажа. Выход из создавшегося положения мог быть только в том, чтобы заменить громоздкие вентиляторы вентиляторами малого типоразмера, работающими в параллели [1]. Такими вентиляторами могли стать вентиляторы типа ВЦ-15 или другие, выпускаемые ООО «Артемовский машиностроительный завод» [2].

Методика выбора количества вентиляторов в одной вентиляторной установке строилась на следующих принципах. Кривая аэродинамической характеристики вентилятора, соответствующая определенному углу установки лопаток рабочего колеса (РК) или направляющего аппарата (НА), описывается общим уравнением

$$h_g = a + b \cdot q + c \cdot q^2, \quad (1)$$

где h_g , q – развиваемые одним вентилятором депрессия (давление) и производительность (подача), соответственно даПа и м³/с;

a , b , c – коэффициенты уравнения кривой аэродинамической характеристики вентилятора (со своими знаками), соответствующие определенному углу установки лопаток РК или НА.

Известно, что параллельно работающие вентиляторы в количестве n штук имеют суммарную характеристику, описываемую уравнением [3]

$$h_{\text{в}} = a + \frac{b}{n} \cdot q_{\text{в}} + \frac{c}{n^2} \cdot q_{\text{в}}^2, \quad (2)$$

где $h_{\text{в}}$, $q_{\text{в}}$ – развиваемые вентиляторной установкой депрессия и подача, даПа и м³/с.

Уравнение (2) справедливо только в том случае, если все вентиляторы однотипны, имеют один и тот же угол установки лопаток рабочего колеса или направляющего аппарата. Естественно, что развиваемая вентиляторами депрессия $h_{\text{в}}$ затрачивается на преодоление аэродинамического сопротивления вентиляционной сети R , т.е. $h_{\text{в}} = R \cdot q_{\text{в}}^2$. Для определения суммарной производительности вентиляторов $q_{\text{в}}$, которые, работая в параллели, преодолевают это сопротивление R , необходимо решить равенство

$$a + \frac{b}{n} \cdot q_{\text{в}} + \frac{c}{n^2} \cdot q_{\text{в}}^2 = R \cdot q_{\text{в}}^2 \quad (3)$$

относительно величины n , т.е. нужно решить квадратное уравнение

$$n^2 + n \cdot \frac{b \cdot q_{\text{в}}}{a - R \cdot q_{\text{в}}^2} + \frac{c \cdot q_{\text{в}}^2}{a - R \cdot q_{\text{в}}^2} = 0, \quad (4)$$

откуда

$$n = -\frac{0,5 \cdot b \cdot q_{\text{в}}}{a - R \cdot q_{\text{в}}^2} + \sqrt{\left(\frac{0,5 \cdot b \cdot q_{\text{в}}}{a - R \cdot q_{\text{в}}^2}\right)^2 - \frac{c \cdot q_{\text{в}}^2}{a - R \cdot q_{\text{в}}^2}}. \quad (5)$$

Обозначим $D = \frac{b \cdot q_{\text{в}}}{a - R \cdot q_{\text{в}}^2}$, тогда общая формула (5) бу-

дет выглядеть как

$$n = -\frac{D}{2} + \left(\frac{D}{|D|}\right) \cdot \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \frac{c \cdot q_{\text{в}}^2}{a - R \cdot q_{\text{в}}^2}}. \quad (6)$$

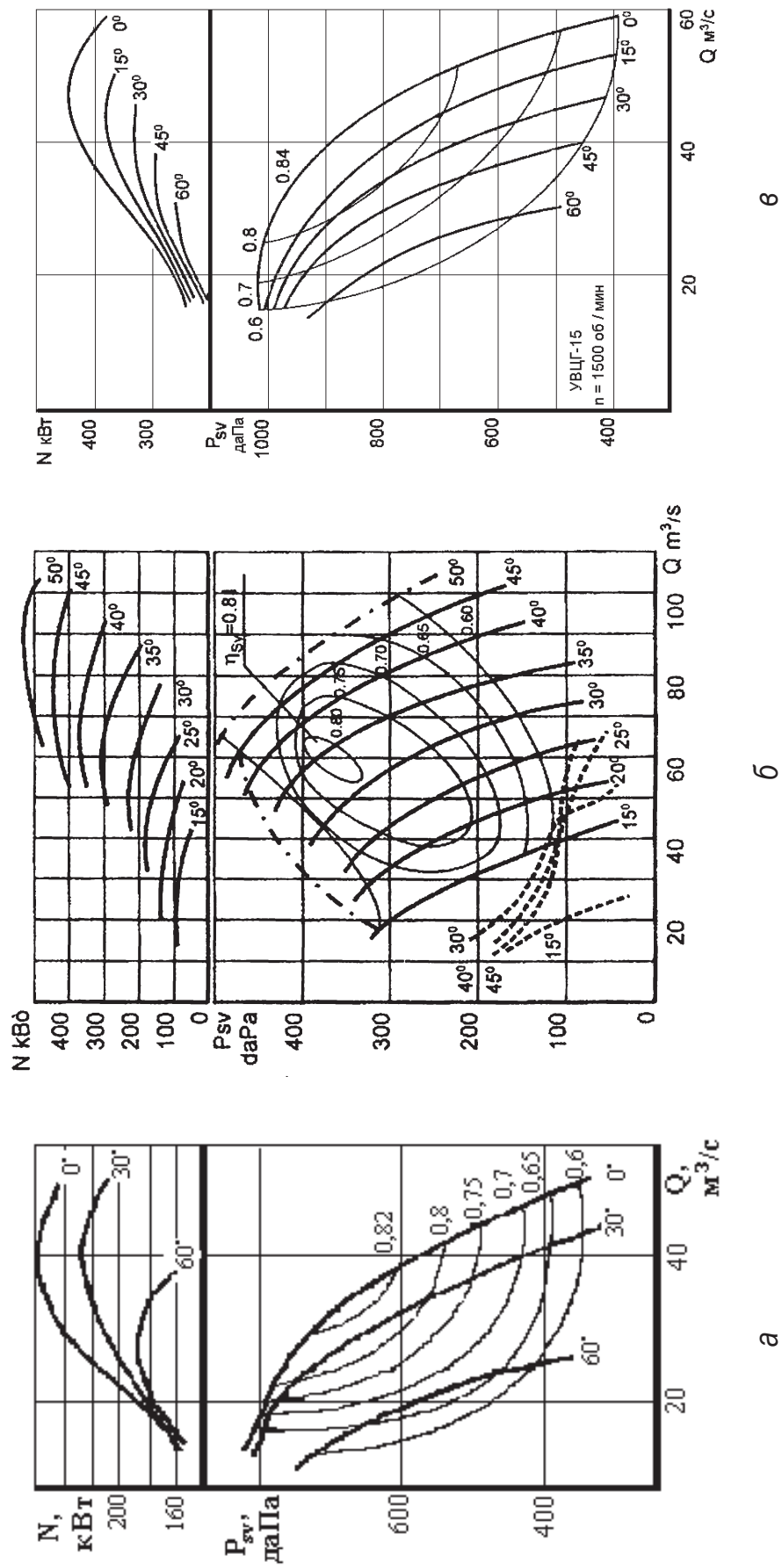


Рис. 1. Аэродинамические характеристики вентиляторов ВЦ-15 (а), ВД-18 (б) и УВЦГ-15 (в)

Характеристики вентиляторов малого типоразмера, выпускаемые ООО «Артемовский машиностроительный завод», приводятся ниже на рис. 1 – это ВЦ-15, ВОД-18 и УВЦГ-15. Уравнения кривых характеристик для решения задачи по приведенной выше методике выбраны с таким расчетом, чтобы вентиляторы имели определенный запас по производительности, т.е. при выборе вентилятора ВЦ-15 величина этого запаса будет определяться при переключении угла установки лопаток направляющего аппарата с 30 до 0° (рис. 1, *а*), при выборе вентилятора ВОД-18 – с 40 до 45° (рис. 1, *б*) и т.д.

На рис. 2 приведен пример широко известного графического метода расчета параллельной работы четырех вентиляторов типа ВЦ-15 на вентиляционную сеть, имеющую, к примеру, аэродинамическое сопротивление $R=0,010776$ даПа·с²/м⁶. Поскольку вентилятор может развивать достаточно большое давление (более 800 даПа), то расчеты с наращиванием количества вентиляторов в группу параллельно работающих могут продолжаться до того момента, когда характеристика вентиляционной сети не пересечет этот уровень давления.

На рис. 2 показан также уровень давления, который может обеспечить вентилятор типа ВОД-18. Этот уровень гораздо ниже уровня ВЦ-15, поэтому расчеты могут продолжаться только до пересечения этого уровня с характеристикой сети (на рис. 2 эта характеристика показана в виде кривой $h = 0,010776 \cdot Q^2$).

Результаты расчетов по приведенной выше методике определения количества вентиляторов в вентиляторной установке в зависимости от их суммарной производительности приведены ниже на рис. 3. Из рисунка видно, что 4 вентилятора типа ВОД-18, работая в параллели и преодолевая аэродинамическое сопротивление $R=0,010776$ даПа·с²/м⁶, смогут обеспечить производительность чуть более 250 м³/с, 7 вентиляторов УВЦГ-15 – более 300 м³/с и 10 вентиляторов типа ВЦ-15 – более 285 м³/с.

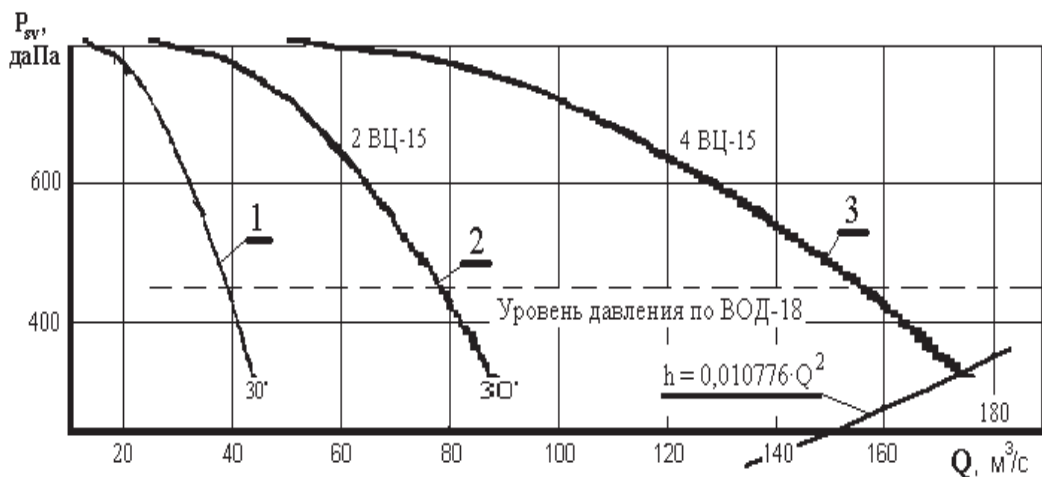


Рис. 2. Кривая (1) индивидуальной характеристики вентилятора ВЦ-15, соответствующей углу установки лопаток НА 30° и кривые условных характеристик вентиляторных установок, состоящих из двух (2) и четырех (3) параллельно включенных вентиляторов

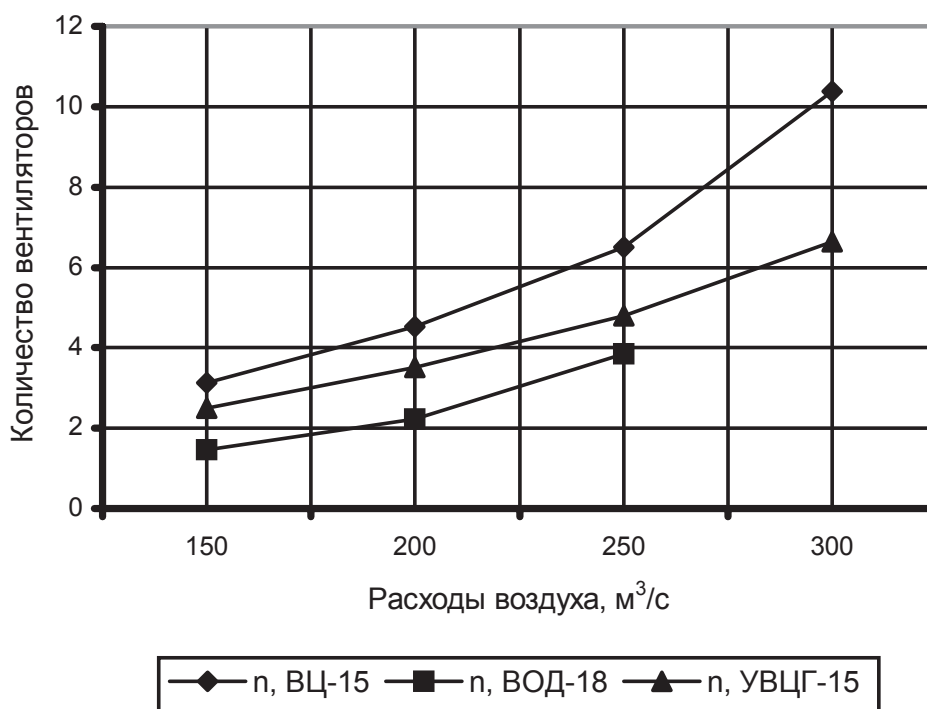


Рис. 3. Зависимость количества работающих вентиляторов, включенных в параллель, от их суммарной производительности

Выполненные таким образом расчеты показали, что вместо 2 вентиляторов ВЦД-34,5 (рабочего и резервного) в одной вентиляторной установке на шахте «Красная Шапочка» можно

установить 4 типа ВЦ-15. Такая компоновка дает большие преимущества перед базовым вариантом с вентилятором ВЦД-34,5: а) в момент проведения в шахте взрывных работ, к примеру, с 15 до 17 часов 4 работающих вентилятора в вентиляторной установке обеспечивают быстрый вынос вредных газов (продуктов взрыва) из шахты; б) при ведении погрузочных работ 2 работающих вентилятора обеспечивают шахту необходимым объемом свежего воздуха; в) при ведении вспомогательных работ, креплении или бурении шпуров требуемым объемом свежего воздуха шахту обеспечивает 1 вентилятор. Такая система компоновки вентиляторов в вентиляторной установке оказывается весьма экономически выгодной, имеющей большой предел регулируемости, гибкой и работоспособной, создавая в шахте нормальные условия труда.

Список литературы

1. Мохирев Н. Н. Вынужденная компоновка подземных главных вентиляторных установок / 2 авт. // Нефтегазовое и горное дело: Вестник ПГТУ. – 2005. – Вып. 6. – С. 153–155.

2. ВЕНТПРОМ. ООО «Артемовский машиностроительный завод». Перечень выпускаемой продукции. 2005.

3. Брага Г. И. К определению пределов изменения производительности вентиляторов при совместной работе / Г. Н. Б., Д. И. Р. // Горная электромеханика и автоматика. – Киев, 1980. – Вып. 37. – С. 83–85.

Получено 08.12.06.