

УДК 622.258.3

Прокопов А. Ю. к.т.н., доц., доц., Прокопова М. В. доц., к.т.н.,
Ткачева К.Э., студ. Шахтинский институт ЮРГТУ(НПИ), г. Шахты, Россия

УЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА АРМИРОВКУ СТВОЛА

Действующими нормативными документами по проектированию жесткой армировки вертикальных стволов [1,2] дополнительные нагрузки на армировку вследствие аэродинамических сил на подъемные сосуды не учитываются.

Тем не менее, эти силы, особенно в местах встречи подъемных сосудов, вызывают дополнительные нагрузки на проводники, изученные в работах [3,4]. В месте встречи подъемных сосудов в стволе возникает подпор воздуха, который стремится расширить пропускное сечение воздушной струи между сосудами. Затем часть воздуха проходит с повышенной скоростью между подъемным сосудами, его статическое давление падает, вследствие этого возникает толчкообразное ускорение подъемного сосуда, направленное к середине ствола и вызываемое более высоким статическим давлением воздуха в крайних сегментах сечения ствола.

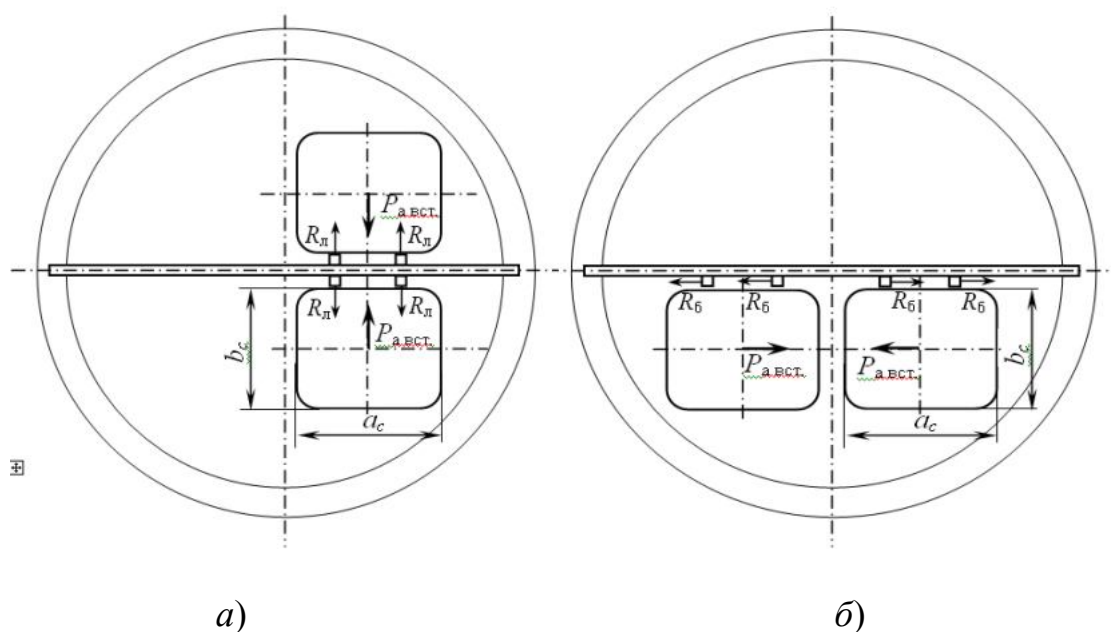


Рис. 1. Схема формирования дополнительных нагрузок на проводники от аэродинамической силы на сосуды в месте их встречи:
а – лобовой; б – боковой, $R_{л.}$, $R_{б.}$ – лобовая и боковая реакции проводников от действия аэродинамической силы на подъемные сосуды $P_{a.вст.}$

Анализ материалов продувок моделей в аэродинамической трубе цилиндрической формы [5] позволяет ориентировочно считать, что для взаимных размещений тел в трубе, подобных размещению подъемных сосудов в шахтном стволе, боковое давление на стенки встречного сосуда составляет 15 – 20% среднего давления на днище или крышу.

В зависимости от расположения подъемных сосудов в сечении вертикального ствола горизонтальная аэродинамическая сила на сосуды может вызывать дополнительную лобовую (рис. 1, а) или же боковую (рис. 1, б) силы на проводники.

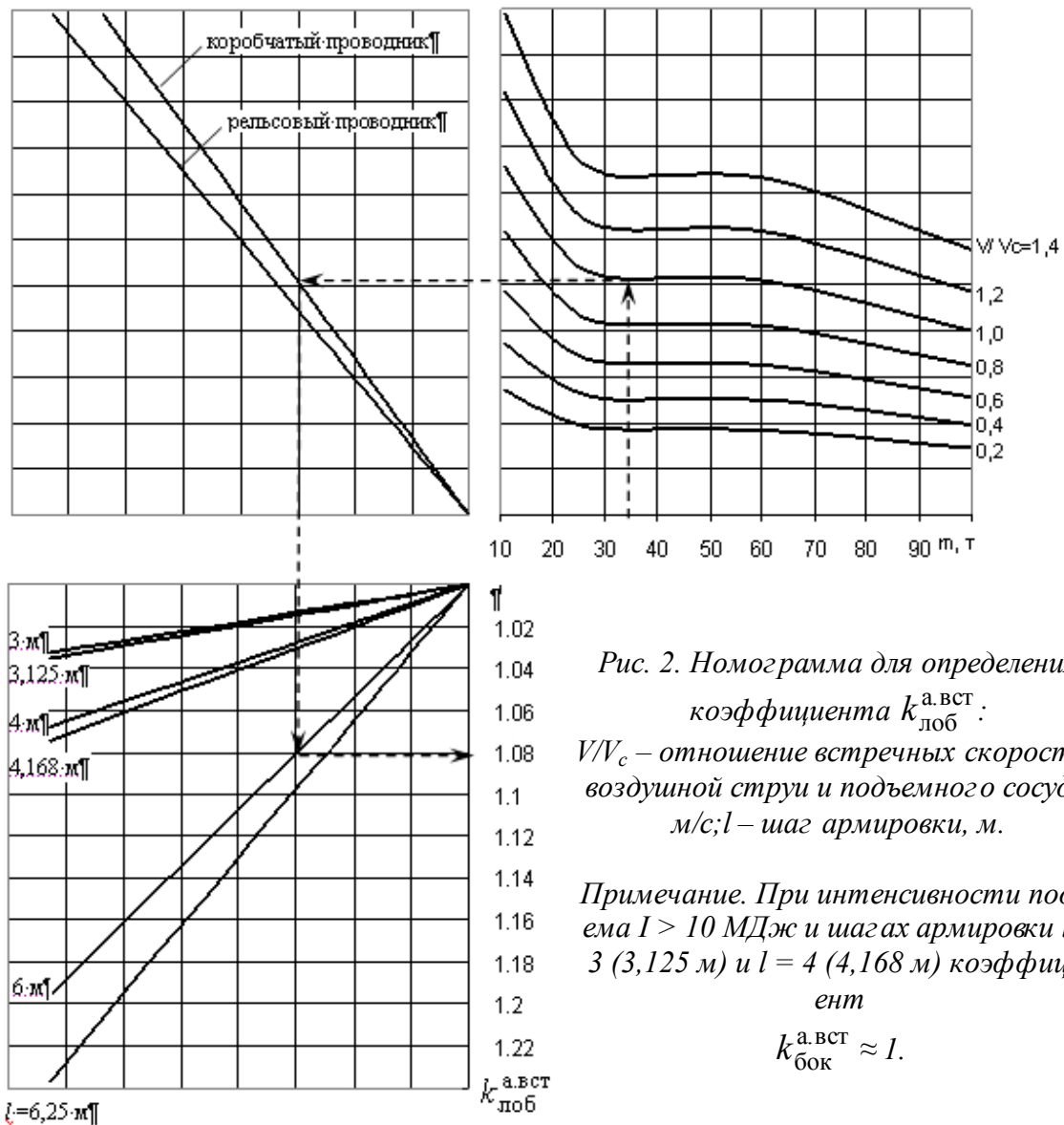


Рис. 2. Номограмма для определения коэффициента $k_{\text{бок}}^{\text{a.вст}}$: V/V_c – отношение встречных скоростей воздушной струи и подъемного сосуда, м/с; l – шаг армировки, м.

Примечание. При интенсивности подъема $I > 10$ МДж и шагах армировки $l = 3$ (3,125 м) и $l = 4$ (4,168 м) коэффициент $k_{\text{бок}}^{\text{a.вст}} \approx 1$.

Для учета дополнительных аэродинамических сил предлагается ввести к основным эксплуатационным нагрузкам поправочные коэффициенты лобового $k_{\text{лоб}}^{\text{a.вст}}$ и бокового $k_{\text{бок}}^{\text{a.вст}}$ аэродинамического удара, которые определяются выражениями:

$$k_{\text{лоб}}^{\text{а.вст}} = 1 + \frac{c \rho a_c H (k + \sin \alpha_a^{\text{л}}) l^2}{15 n \Delta_y K_p^2 m \gamma_y} \left(1 + \frac{V}{V_c}\right)^2;$$

$$k_{\text{бок}}^{\text{а.вст}} = 1 + \frac{c \rho b_c H (k + \sin \alpha_a^{\text{б}}) l^2}{15 n \Delta_x K_p^2 m \gamma_x} \left(1 + \frac{V}{V_c}\right)^2,$$

где: c – коэффициент сопротивления, определяемый опытным путем в зависимости от формы тела; для скипа, как параллелепипеда $c = 0,36$ [5]; ρ – плотность воздуха, кг/м³; a_c, b_c – геометрические размеры подъемного сосуда в плане (см. рис. 1), соответственно перпендикулярный и параллельный лобовой нагрузке на проводник, м; H – высота подъемного сосуда, м; V, V_c – соответственно скорости воздушной струи и подъемного сосуда, м/с; $k = 0,15 \div 0,20$ – коэффициент, учитывающий уменьшение давления вследствие потери скорости при движении воздуха в поперечном направлении; $\alpha_a^{\text{л}}, \alpha_a^{\text{б}}$ – соответственно углы атаки воздушной струи в лобовой и боковой плоскостях, °; l – шаг армировки, м; n – количество проводников, воспринимающих нагрузку; Δ_x, Δ_y – зазоры на сторону между рабочими или предохранительными направляющими скольжения и проводником; K_p – коэффициент влияния типа рабочих направляющих подъемного сосуда; γ_{y1}, γ_{x1} – коэффициенты соответственно в лобовой и боковой плоскостях, определяемые по методике [1]

Для упрощения расчета коэффициентов $k_{\text{лоб}}^{\text{а.вст}}$ и $k_{\text{бок}}^{\text{а.вст}}$ можно оценить их значения с помощью номограмм. На рис. 2 представлена номограмма для определения коэффициента лобового аэродинамического удара $k_{\text{лоб}}^{\text{а.вст}}$ в зависимости от массы подъемного сосуда m , связанной для типовых скипов с их размерами a_c, b_c и H , отношения встречных скоростей воздуха и подъемного сосуда V/V_c , профиля проводника, связанного с типом направляющих устройств подъемного сосуда и шага армировки l .

Аналогичная номограмма построена и для коэффициента бокового аэродинамического удара $k_{\text{бок}}^{\text{а.вст}}$.

Как следует из величин коэффициентов $k_{\text{лоб}}^{\text{а.вст}}$ и $k_{\text{бок}}^{\text{а.вст}}$, дополнительные лобовые и боковые нагрузки на коробчатые (рельсовые) проводники вследствие действия аэродинамического удара в местах встречи скипов, при средней интенсивности подъема (3 – 10 МДж) составляют:

– 2-7% эксплуатационной нагрузки при шагах армировки 3 (3,125) и 4 (4,168) м;

– 7 – 22% эксплуатационной нагрузки при шагах армировки 6 (6,25) м.

При высокой интенсивности подъема (10 – 40 МДж) удельный вес дополнительной нагрузки вследствие аэродинамического удара в общей нагрузке на армировку снижается и составляет:

- 1-2% эксплуатационной нагрузки при шагах армировки 3 (3,125) и 4 (4,168) м;
- 4 – 11,5% эксплуатационной нагрузки при шагах армировки 6 (6,25) м.

Таким образом, дополнительные лобовые и боковые нагрузки на проводники вследствие действия аэродинамических сил в местах встречи подъемных сосудов должны обязательно учитываться при проектировании армировки с шагом 6 (6,25) м при любой интенсивности подъема, а также с шагом 3 (3,125) и 4 (4,168) м при интенсивности подъема ниже 10 МДж.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика расчета жестких армировок вертикальных стволов шахт.– ВНИИГМ им. М.М. Федорова.– Донецк, 1985.– 170 с.

2. Пособие по проектированию и монтажу жесткой армировки вертикальных стволов шахт и рудников (к СНиП II-94-80). Гос. ком. СССР по народн. образ., Моск. горн. ин-т / Под ред. И.В. Баклашова. – М.: Недра, 1989. – 160 с.

3. Прокопов А.Ю. Влияние аэродинамических сил на подъемные сосуды и жесткую армировку в стволах с высокой интенсивностью подъема// Горный информационно-аналитический бюллетень – М.: МГГУ, 2006. – Тематическое прил. «Физика горных пород» – С. 309 – 316.

4. Прокопов А.Ю. Влияние аэродинамических сил на жесткую армировку вертикальных стволов// Научно-технические проблемы разработки угольных месторождений, шахтного и подземного строительства: Сб. науч. тр. / Шахтинский ин-т ЮРГТУ(НПИ). – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ(НПИ), 2005. – С. 140 – 145.

5. Белый В.Д. Канатные проводники шахтных подъемных установок. – М.: Углетехиздат, 1959. – 212 с.

УДК 691.3.002.3

*Солодянкин А. В. к.т.н., доц., Алямов Ш. студ. каф. СГМ,
НГУ, г. Днепрпетровск, Украина*

ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕТОНА В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

«Бетон – наилучший из материалов, изобретенных человечеством», – сказал знаменитый итальянский архитектор П.Л. Нерви. И он был прав.

Сегодня большинство домов в современных городах сделано из бетона. Бетон применяют для строительства мостов и тоннелей, портов и плотин, дорог, подземных сооружений, атомных электростанций и стартовых площадок для ракет.