

**КИНЕМАТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
БАШМАКОВ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ
С РАБОЧИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ ПРОВОДНИКОВ
ЖЁСТКОЙ АРМИРОВКИ**

У статті представлені результати досліджень щодо кінематики взаємодії силовимірювальних елементів шахтних підйомних посудин із робочими поверхнями провідників жорсткого армування під час динамічних випробувань та діагностики системи “підйомна посудина - армування”.

**KINEMATICS OF INTERACTION BOOTS OF MINE CAGES
WITH WORKING SURFACES OF CONDUCTORS RIGID ARMORING**

In article results of researches of kinematics of interaction elements of mine cages with working surfaces of conductors of a rigid armoring during dynamic tests and diagnostics of system “ a cage - an armoring ” are presented.

При проведении динамических испытаний и диагностирования систем “подъёмный сосуд - армировка” вертикальных шахтных стволов с проводниками коробчатого типа применяется измерительная аппаратура содержащая либо светолучевые либо цифровые регистрирующие блоки [1, 2]. В качестве первичных преобразователей в ряде случаев используются встраиваемые взамен рабочих на время измерений контактные силоизмерительные башмаки. Эти башмаки, как правило, состоят из двух элементов.

Первый рабочий башмак и его вкладыш, непосредственно контактирующий с проводником по трём рабочим граням со специальными пазами, выточенными в его корпусе, второй комплект самостоятельных силоизмерительных датчиков типа “месдоз”, встраиваемых в эти пазы в каждый башмак напротив лобовой и боковых граней проводника.

Всего на сосуд при испытаниях устанавливается по два башмака, укомплектованных дополнительными “месдозами”. Обычно, исходя из практического опыта и результатов исследований они монтируются на верхнем поясе подъёмного сосуда, хотя при проведении комплексных измерений особенно для таких сосудов как клетки работающие в режимах и спуска и подъёма грузов их целесообразно монтировать одновременно на всех башмаках сосуда верхнего и нижнего поясов. Естественно, что измерительная аппаратура должна иметь соответствующее количество входных каналов по числу “месдоз”. Их число для встречающихся на практике подъёмных сосудов может быть 6 для 2-х проводников с установкой на одном поясе, 12 для 2-х проводников с установкой на 2-х поясах или для 4-х проводников с установкой на одном поясе, 24 для 4-х проводников с установкой на 2-х поясах.

При отсутствии такого числа измерительных каналов информацию о действующих в каждой кинематической паре “башмак-проводник” контактных на-

грузках можно получить путём проведения серий испытаний на достаточно большой выборке циклов с последующей статистической обработке данных, проводя последовательную перестановку силоизмерительных башмаков с одного пояса сосуда на другой или для 4-х проводников с одной пары проводников на другую на обоих поясах клетки на каждой серии испытаний.

Во всех случаях возникает задача встраивания “месдоз” в готовые башмаки с жёстко определёнными размерами между стенками башмаков и проводников в боковой и лобовой плоскостях, размерами подъёмного сосуда по горизонтали и вертикали, искривлениями профиля проводников по ярусам ствола.

Проблема обеспечения достоверности измерений состоит в том, что из-за пространственных колебаний сосуда грани башмаков и грани искусственных в пространстве проводников могут в момент контакта, который длится 0,02-0,25 сек быть непараллельными друг другу и передача контактного усилия на чувствительный элемент датчика может искажаться за счёт передачи части нагрузки на свободную поверхность башмака.

Это такое положение которое требует проведения специальных исследований кинематики взаимодействия системы измерительных башмаков сосуда с проводниками с учётом указанных выше факторов с целью разработки методики определения геометрических параметров взаимного расположения контактных поверхностей защитных и чувствительных элементов “месдоз” по отношению к рабочим поверхностям башмаков, допустимой толщины стенок башмаков при измерениях, обеспечивающих надёжную передачу контактных усилий в измерительной точке датчика.

Кинематическая схема взаимодействия башмаков сосуда с проводниками представлена на рис. 1.

Для случая, когда в контакте с проводником вступают одновременно верхняя грань башмака и чувствительный элемент «месдозы» справедливо соотношение:

$$\frac{\Delta}{b} = \operatorname{tg}\varphi \approx \varphi \quad (1)$$

Для проведения надёжных измерений необходимо, чтобы всегда $F_{\text{доп}}=0$, т.е. выполнялось условие.

$$\frac{\Delta}{b} \leq \varphi \quad (2)$$

Так как b является конструктивным параметром башмака, а Δ определяется высотой сосуда L и кинематическими зазорами z , то возможно нахождение допустимых точек размещения датчиков по высоте башмака в зависимости от L и Δ . Такая же задача стоит и в боковой плоскости сосуда.

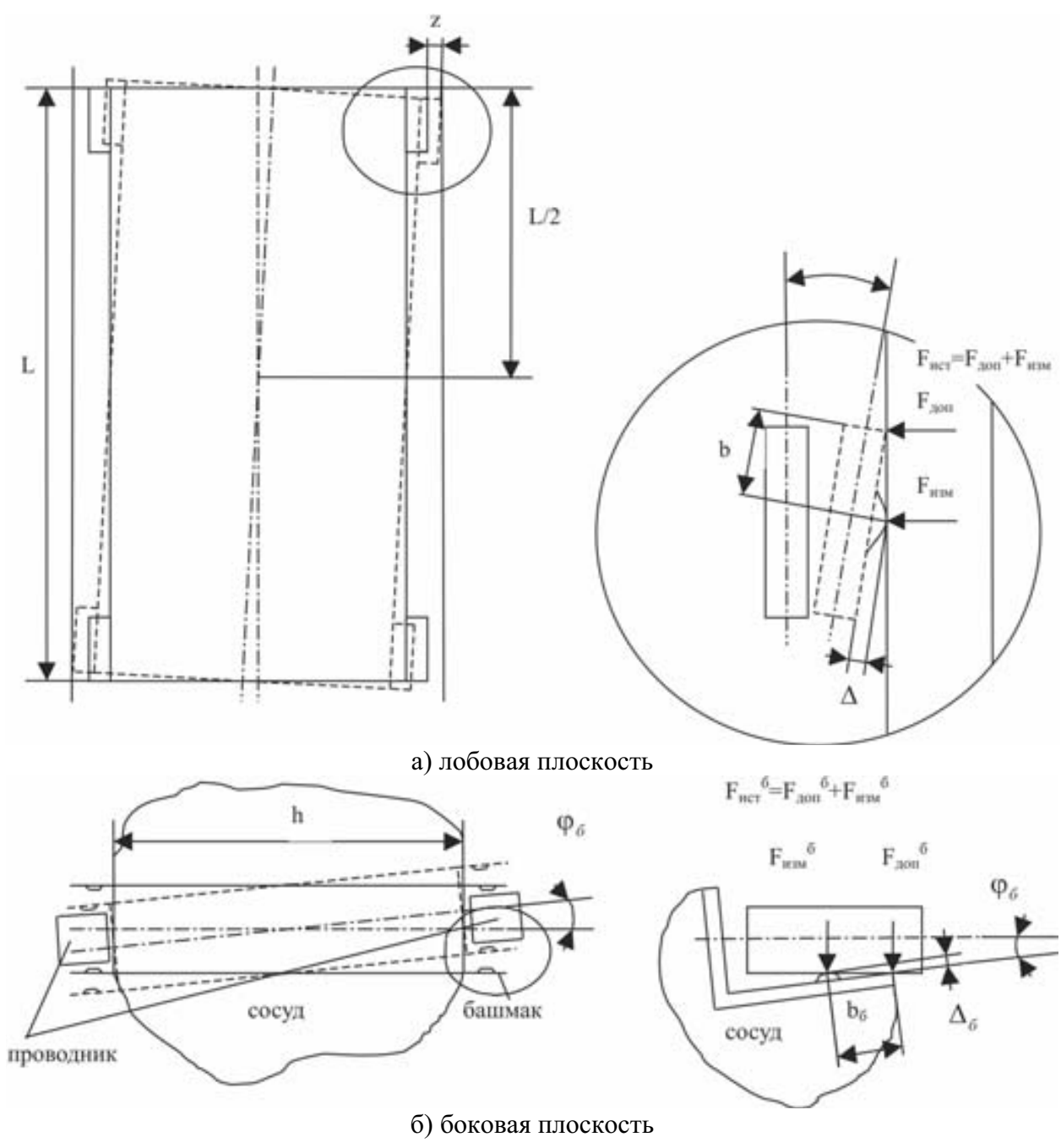


Рис. 1 - Кинематическая схема взаимодействия башмаков сосуда с проводниками

Для боковой плоскости справедливы соотношения.

$$\frac{\Delta_B}{b_B} = \text{tg} \varphi_B \approx \varphi_B \tag{3}$$

И условие надёжности измерения при отсутствии усилия $F_{\text{доп}}^б$

$$\frac{\Delta_B}{b_B} \geq \varphi_B \tag{4}$$

Углы φ_L и φ_B , на которые сосуд может повернуться вокруг своих горизонтальной и вертикальной осей инерции определяется размерами сосуда h , L и величиной кинематических зазоров между башмаками и проводниками с учётом отклонения проводников от вертикали.

Согласно ЕПБ и ПБ кинематические зазоры могут лежать в пределах 15-23 мм на сторону, хотя на практике встречаются зазоры до 30-35мм на сторону. Это означает, что максимальное значение углов поворота сосуда определяется выражениями:

$$\varphi_{L,\max} = \frac{b_L}{L/2} ; \varphi_{B,\max} = \frac{b_B}{h/2} \quad (5)$$

Сопоставляя соотношения (2), (4) с (5) запишем условия, связывающие конструктивные параметры силоизмерительного башмака с геометрическими параметрами подъёмного сосуда

$$\frac{\Delta_L}{b_L} \geq \frac{b_L}{l} ; \frac{\Delta_B}{b_B} \geq \frac{2 \times b_B}{h} \quad (6)$$

Анализ этих соотношений показывает, что достичь выполнения данных неравенств можно либо за счёт увеличения выступа защитного элемента месдозы в ствол Δ_L , Δ_B , либо за счёт смещения её к краю башмака уменьшая значение параметров b_L и b_B . И то и другое имеет ограничения с эксплуатационной точки зрения. Значительно увеличить $\Delta_{L,B}$ не допустимо, так как зазор снизится меньше 15мм и произойдёт заклинивание сосуда в проводниках. На практике из-за значительных отклонений проводников от вертикали, сужение колеи заклинивание возможно даже при больших значениях первоначальных зазоров на уровне 0-й отметки ствола.

Значительно уменьшить параметр $b_{L,B}$, смещая месдозу к краю башмака так же не допустимо по критериям прочности и взаимодействию с уступами на стыках проводников. Это порождает задачу определения соотношений между указанными параметрами для всех, применяющихся в эксплуатации форм и размеров жёстких башмаков скольжения.

Определим на измере скипа типа, клетки типа и противовеса типа, в каких пределах могут меняться углы $\Delta_{L,B}$ при вариации кинематических зазоров по глубине ствола из-за неравномерности износа проводников по его глубине, сужения (уширения) колеи приделах 5-35мм на сторону.

Параметры этих сосудов приведены таблицы 1.

Результаты расчётов по формулам (5) показаны на графиках рис. 2

Из приведенных графиков видно, что угол между гранями башмаков и проводников в боковой плоскости в 4-6 раз больше, чем в лобовой для всех типов подъёмных сосудов. Это означает, что и геометрические размеры расположе-

ния датчиков в башмаках на лобовых и боковых гранях должны отличаться друг от друга в соответствующее число раз или иметь универсальное значение, соответствующее обоим случаям одновременно.

Таблица 1 – Параметры сосудов

Сосуд	L, м	h, м
Скип	11,2	2,1
Клеть	7,4	1,9/2,9
Противовес	6,5	1,8

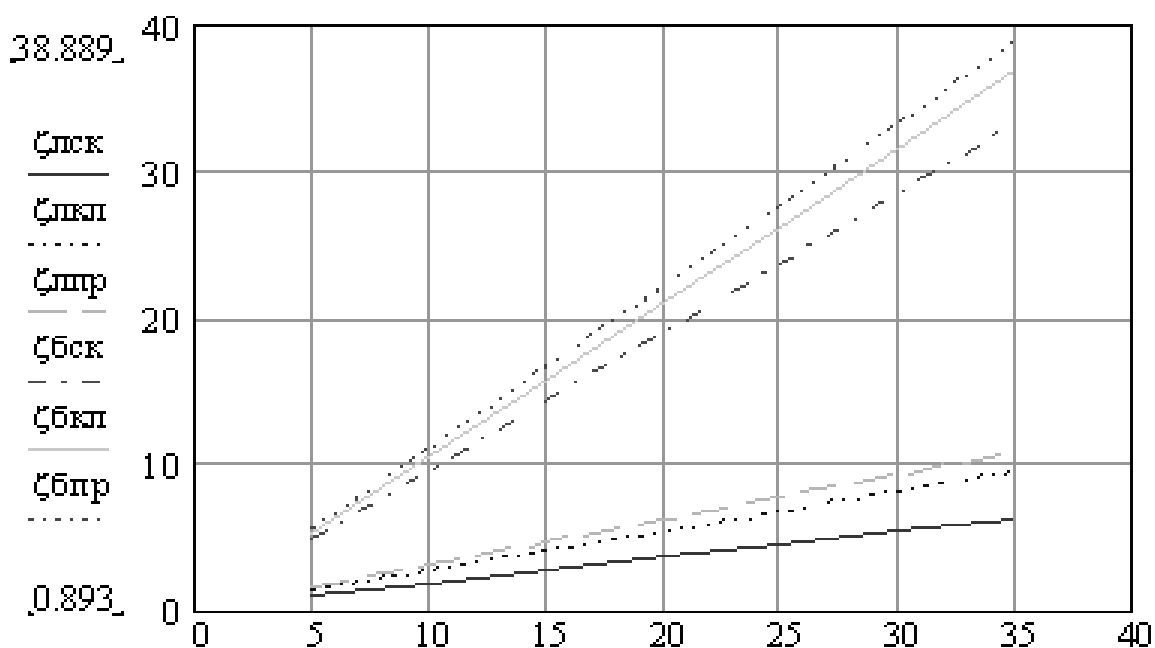


Рис. 2 – Зависимость максимально возможного угла между гранями силоизмерительных башмаков ($\times 10^{-3}$, рад) и проводников от величины кинематического зазора, мм

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильин С.Р., Лопатин В.В., Послед Б.С. Компьютерная система диагностики подземного оборудования шахтных подъёмных установок // Труды науч.-техн. конф. «Механика и новые технологии». Севастополь, 1995. – С.63-66.
2. Манец И.Г., Снегирёв Ю.Д., Паршинцев В.П. Техническое обслуживание и ремонт шахтных стволов. / 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 327с.