

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ КЛЕТИ С ЖЕСТКИМИ ПРОВОДНИКАМИ АРМИРОВКИ СТВОЛА

В. И. Самуся, докт. техн. наук, Е. П. Торба, инж. (НГУ, Днепропетровск)

Наведено результати чисельних експериментів на основі математичної моделі взаємодії аварійно-рятувальної кліти, обладнаної напрямними ковзання слідкувального типу, з жорсткими провідниками армування стовбура.

При разработке методики выбора рациональных параметров подъемного сосуда для передвижной аварийно-спасательной подъемной установки необходимо учитывать требования к универсальности и безопасности применения подъемного сосуда при аварийных ситуациях в шахтных стволах. На большинстве действующих клетевых подъемов угольных шахт Украины для направленного движения подъемного сосуда применяется система одностороннего расположения двух рельсовых проводников. По проекту строительства шахтного ствола пара проводников должна находиться в строго вертикальной плоскости. В процессе эксплуатации шахты профиль проводников деформируется, и наблюдаются отклонения проводников от вертикали (искривления проводников). Использование аварийно-спасательного подъемного сосуда на участках ствола, где не обеспечен требуемый уровень безопасности, может привести либо к его заклиниванию, либо к выходу проводников из колеи. Для исключения этого явления целесообразно заменить жесткое крепление направляющих лап к раме подъемного сосуда упругим креплением. Поскольку искривления могут иметь место как в лобовом, так и в боковом направлениях, то необходимо обеспечить податливость узлов крепления в этих двух направлениях [1].

Целью работы является проведение численных экспериментов и анализ их результатов на основе разработанной математической модели взаимодействия аварийно-спасательной клетки, снабженной направляющими скольжения следящего типа, с жесткими проводниками армировки ствола [2].

Поскольку скорость передвижения подъемного сосуда небольшая (до 2 м/с), имеет смысл исследовать поведение системы подъемный сосуд–жесткая армировка в статике.

Моделирование процесса взаимодействия аварийно-спасательной клетки с четырьмя упруго закрепленными на корпусе направляющими скольжения следящего типа с двумя нитками пространственно искривленных проводников сведено к совместному численному решению системы уравнений статического равновесия клетки и уравнения совместности деформаций относительно перемещений направляющих клетки. Конструкция направляющего узла предполагает наличие двух упругих звеньев в лобовом и боковом направлениях,

обеспечивающих слежение за искривлениями профиля проводников с приведенными к точке контакта жесткостями $C_{i,x}$ и $C_{i,y}$.

Моделирование проводилось с использованием фактически встречающихся экстремальных параметров пространственного искривления профиля проводников. Ниже приведены некоторые данные о пространственном искривлении профиля проводников, полученные путем прямых инструментальных маркшейдерских измерений в действующем клетевом стволе шахты им. Свердлова ГХК “Свердловантрацит”. Сечение ствола представлено на рис. 1.

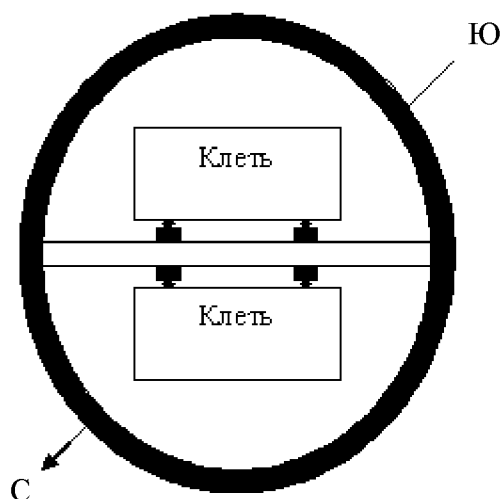


Рис. 1. Схема сечения ствола

Диапазоны отклонений профиля проводников от вертикали:

лобовой профиль, мм..... -27 ... +21;

боковой профиль, мм..... -39 ... +32.

Исходные параметры исследуемой системы подъемный сосуд—проводники:

глубина подъема, м668;

средний шаг армировки, м.....3;

скорость движения сосуда, м/с.....2;

масса порожнего сосуда, кг.....1500;

центральные моменты инерции сосуда:

$I_x \cdot 10^3$, кг·м2,334;

$I_y \cdot 10^3$, кг·м1,098;

$I_z \cdot 10^3$, кг·м1,486.

Численные эксперименты, проведенные на основе разработанной математической модели с использованием пакета “MathCAD 11”, позволили определить зависимости амплитуды горизонтальных смещений подъемного сосуда в его лобовой и боковой плоскостях от номера яруса по глубине ствола.

На рис. 2–7 представлены некоторые результаты численного моделирования процессов взаимодействия в системе подъемный сосуд—жесткая армировка.

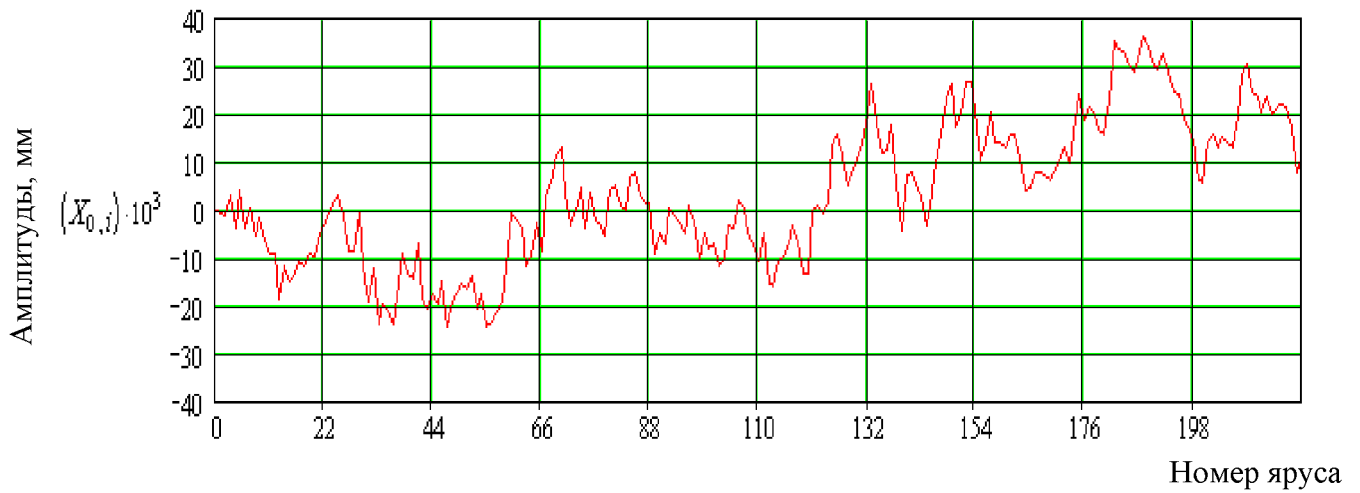


Рис. 2. Амплитуды лобовых смещений 1-й направляющей скольжения подъемного сосуда

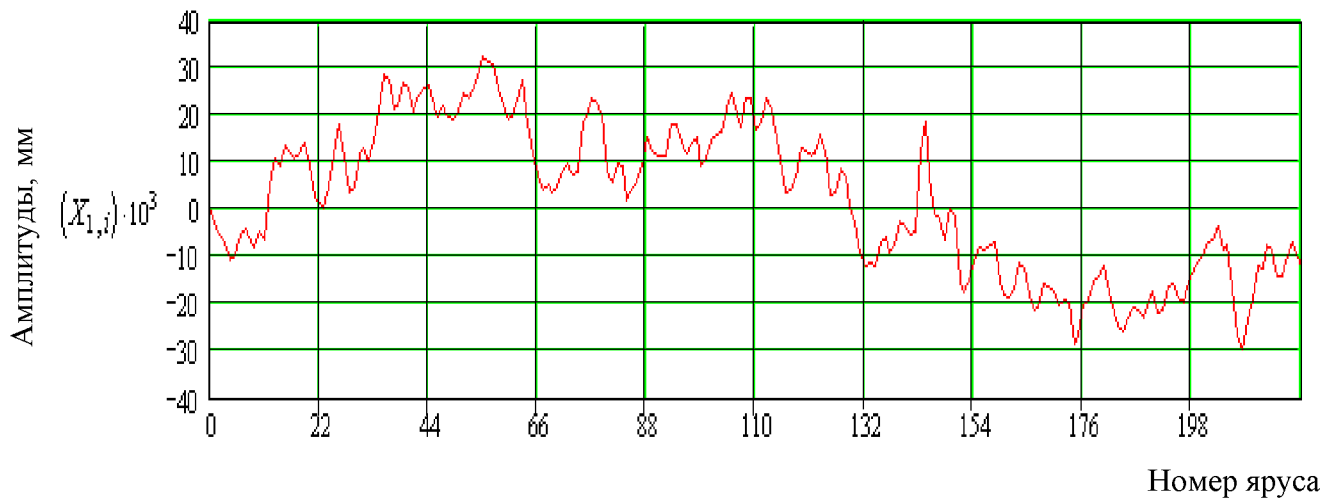


Рис. 3. Амплитуды лобовых смещений 2-й направляющей скольжения подъемного сосуда

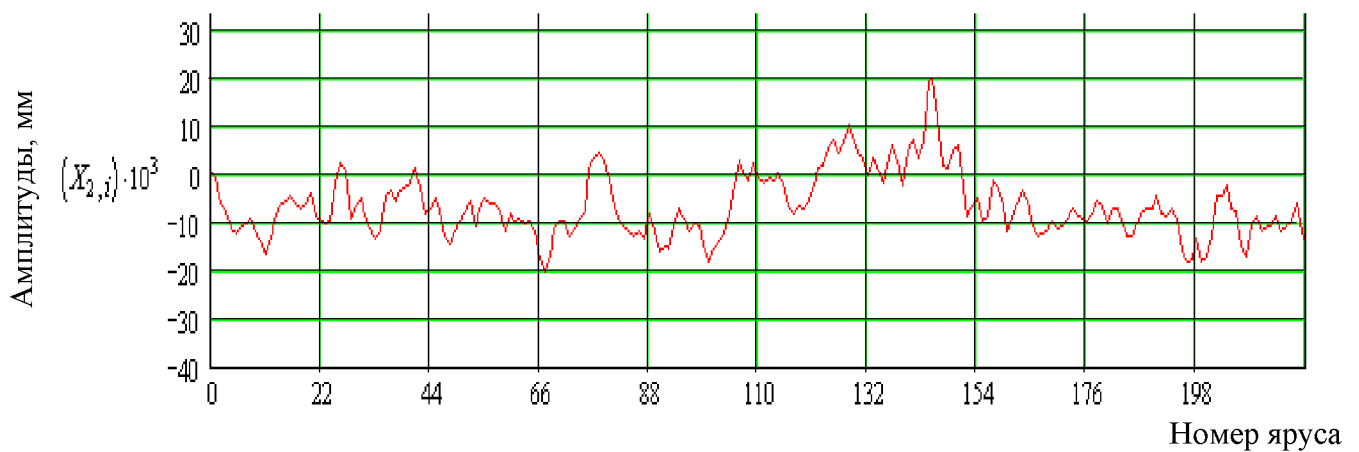


Рис. 4. Амплитуды лобовых смещений 3-й направляющей скольжения подъемного сосуда

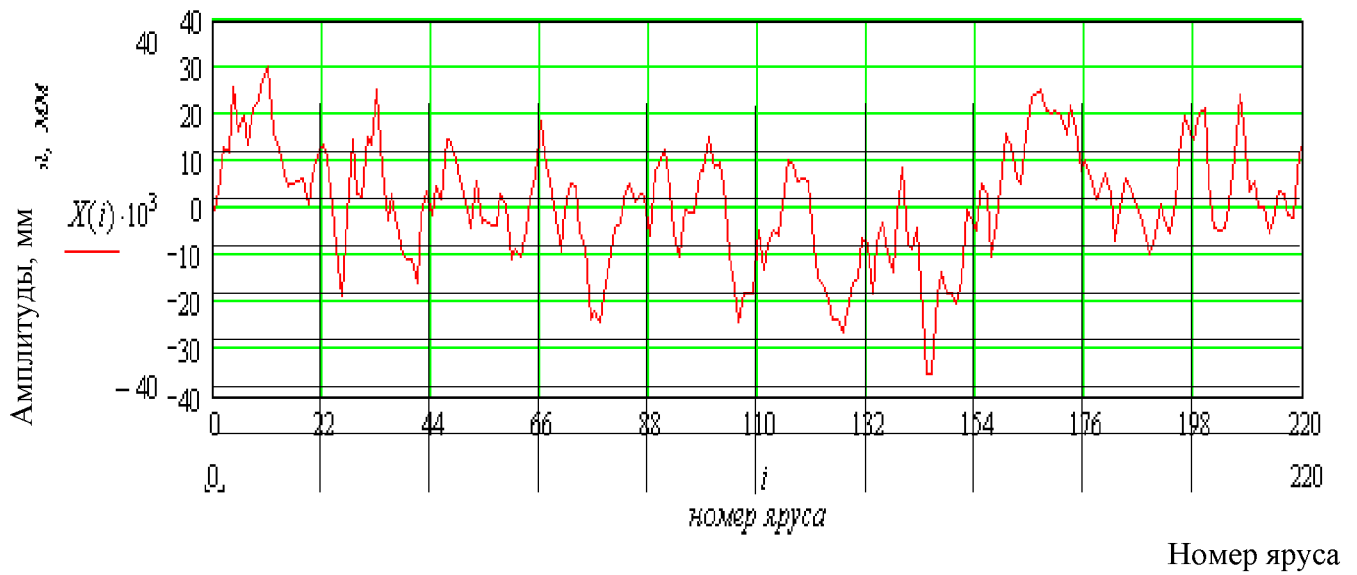


Рис. 5. Амплитуды лобовых смещений 4-й направляющей скольжения подъемного сосуда

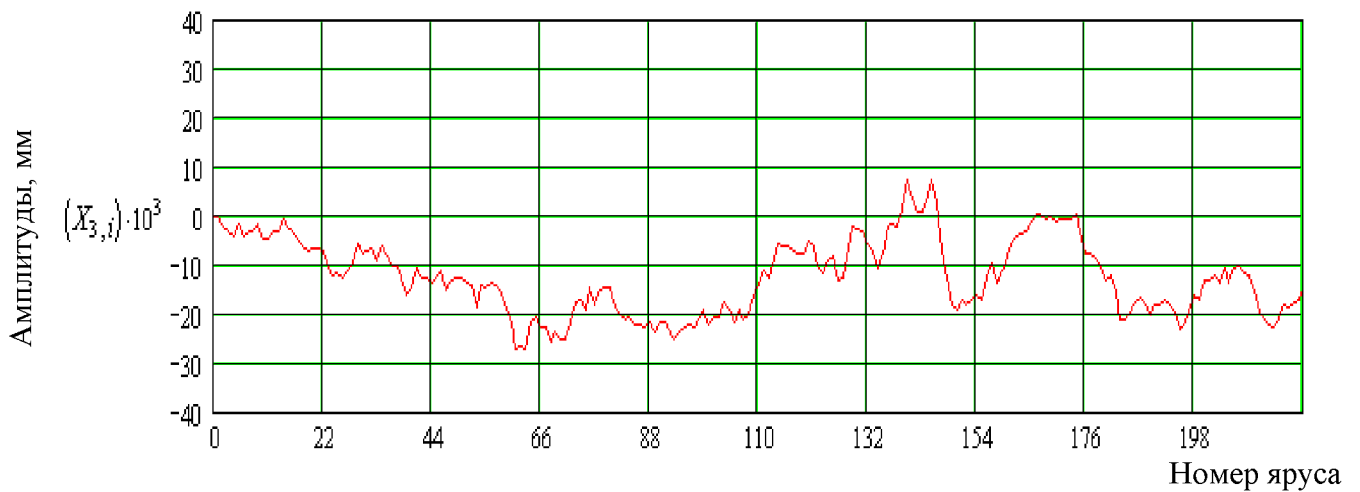


Рис. 6. Амплитуды боковых смещений 1-й и 2-й направляющих скольжения подъемного сосуда

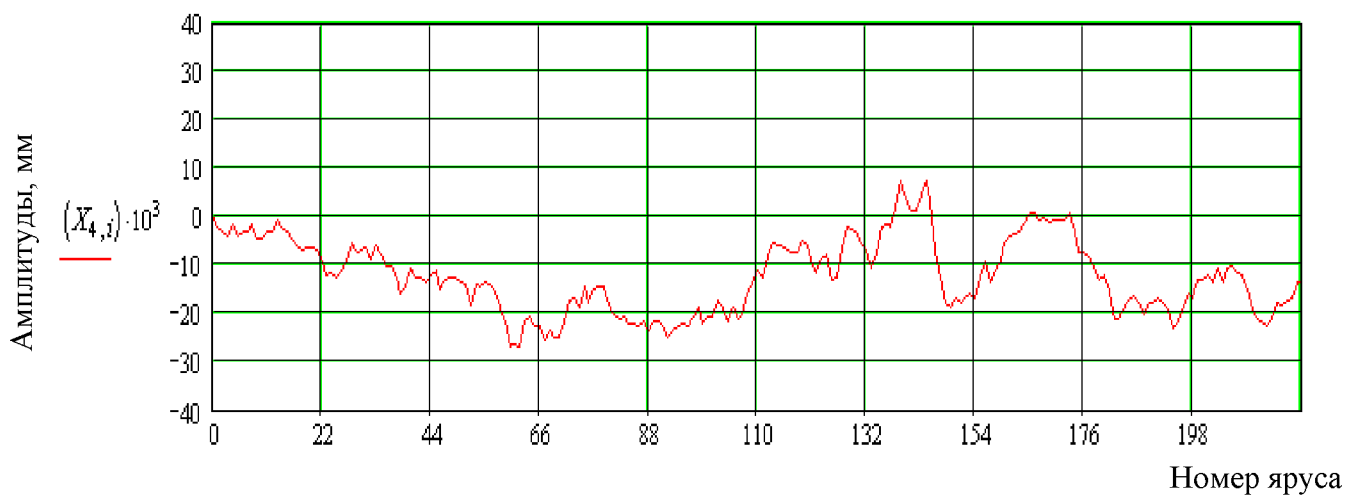


Рис. 7. Амплитуды боковых смещений 3-й и 4-й направляющих скольжения подъемного сосуда

Из представленных выше графиков видно, что наличие кинематического зазора в 20 мм между направляющей скольжения и проводником не всегда может обеспечить беспрепятственное перемещение клетки на участках ствола, где наблюдаются значительные пространственные искривления проводников. Как следует из графиков, с учетом кинематического зазора жесткостные и геометрические параметры направляющих узлов должны обеспечивать не менее 40 мм хода направляющего башмака, чтобы повысить уровень безопасного перемещения подъемного сосуда.

Анализ результатов исследований показывает, что подъемный сосуд с жестким креплением направляющих не всегда может беспрепятственно перемещаться в армировке ствола, что не обеспечивает безопасности проведения аварийно-спасательных работ. Изучение процессов взаимодействия подъемного сосуда с четырьмя упруго закрепленными на корпусе направляющими следящего типа по двум ниткам пространственно искривленных проводников представляет практический интерес при разработке рекомендаций по выбору рациональных параметров подъемных сосудов для аварийно-спасательных передвижных подъемных установок.

Дальнейшим продолжением работы является разработка методики выбора рациональных схем, геометрических и жесткостных параметров направляющих устройств для подъемных сосудов аварийно-спасательных передвижных подъемных установок.

1. Самуся В. И., Торба Е. П. Усовершенствование узлов крепления направляющих скольжения аварийно-спасательной клетки // Гірничя електромеханіка та автоматика: Наук.-техн. зб. – 2003. – Вип. 71. – С. 96–101.

2. Ильин С. Р., Торба Е. П. Математическая модель взаимодействия универсальной клетки, снабженной направляющими скольжения следящего типа, с жесткими проводниками армировки ствола // Сб. научн. тр. НГУ. – № 19. – Т. 5. – Днепропетровск: Национальный горный университет. – 2004. – С. 146–150.