

МОДЕЛИРОВАНИЕ БОКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ КАНАТНОГО ТРАНСПОРТА В ШАХТАХ

И. Н. КАРПОВИЧ, М. А. НИКОЛАЙЧИК

Белорусский государственный университет, г. Минск

Моделирование динамики движения канатного транспорта представляет собой сложную многогранную задачу, и, несмотря на значительные достижения в этой области, канатная подъемная система до сих пор не была полностью изучена [1, 2]. При этом отдельно можно выделить ответственную систему подъема шахтного ствола, играющую важную роль в подземной горнодобывающей промышленности, при транспортировке руды, оборудования и персонала [2].

В настоящем исследовании рассматривается шахтный ствол с лифтом и противовесом. В данной работе был применен подход, учитывающий взаимодействие потока воздуха и конструкции, для моделирования боковых колебаний канатных транспортных средств. Для предложенного подхода использовался метод конечных объемов, что позволило провести трехмерное моделирование и оценить его эффективность.

Узел контакта ролика и направляющей в лифте является ключевым элементом подъемного комплекса, обеспечивающим плавное движение. Ролики перемещаются по направляющим, которые обеспечивают устойчивость движения лифта и ограничивают его горизонтальные перемещения. Для компенсации колебаний и поддержания постоянного контакта роликов лифта с направляющими применяются пружины.

При математической постановке настоящей задачи были приняты следующие граничные условия: поток воздуха с нижнего горизонта ствола задается граничным условием скорости величиной 15 м/с на нижней границе модели; а верхняя граница модели является свободной поверхностью.

Для учета контактного взаимодействия роликов лифта и направляющих к центрам масс лифта и противовеса прикладываются горизонтальные силы, равные силе упругости пружин, а также моменты, создаваемые данными силами.

Движение лифта и противовеса реализовано с использованием динамической сетки в сочетании с методом локальной перестройки ячеек [2]. Этот метод использует только тетраэдрический тип ячеек в сетке, поэтому в модели были сгенерированы исключительно тетраэдрические сетки. Для моделирования турбулентного потока воздуха применялась модель турбулентности $k-\omega$ [1], что позволяет достичь высокой точности в анализе аэродинамических характеристик системы.

В качестве результатов получаем горизонтальные перемещения, скорости лифта и противовеса, а также распределение давления.

По значениям давлений на рисунке 1 видно, что в процессе сближения лифта и противовеса лифт влияет на противовес и возникает их взаимное смещение. На рисунке 2 представлено поле скоростей. На рисунках 3 и 4 приведены перемещения и горизонтальные скорости лифта и противовеса.

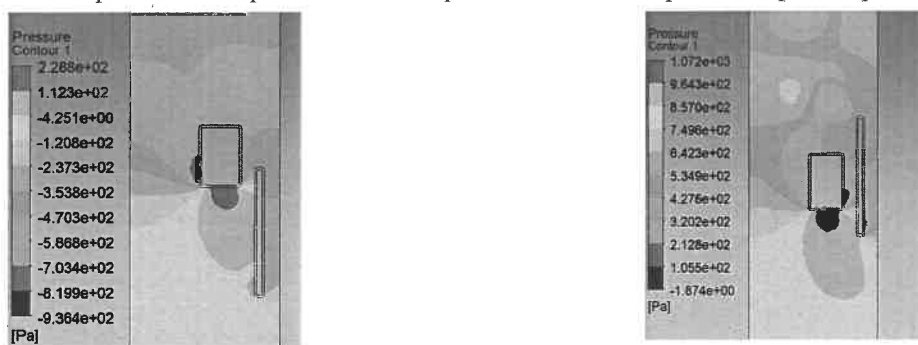


Рисунок 1 – Распределение давления в момент сближения лифта и противовеса

На рисунках 3 и 4 представлены соответственно графики перемещения и горизонтальной скорости лифта и противовеса в зависимости от высоты. В начальный момент времени лифт находится на высоте 240 м и заканчивает свое движение на 229 м, а противовес – на высоте 234 м и заканчивает на высоте 244 м. На высоте 237 м происходит встреча лифта и противовеса, с этого момента возникает всплеск перемещений и колебаний, а также начинается влияние лифта и противовеса на горизонтальные перемещения обоих тел.

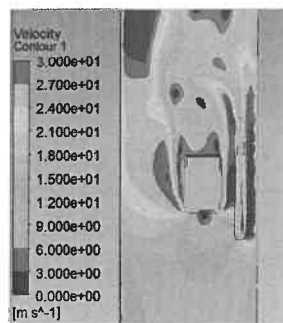
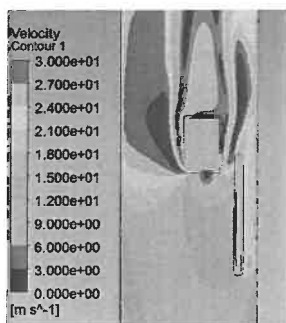


Рисунок 2 – Поле скоростей в момент сближения лифта и противовеса

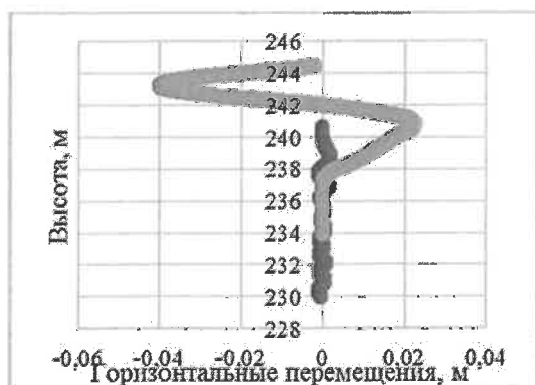


Рисунок 3 – Перемещения лифта и противовеса (темно-серый цвет – лифт, светло-серый – противовес)



Рисунок 4 – Горизонтальные скорости лифта и противовеса (темно-серый цвет – лифт, светло-серый – противовес)

Видно, что при прохождении лифта и противовеса рядом друг с другом они оказывают влияние друг на друга, вызывая смещения обоих. Это также было получено исследователями в [1]. Максимальное давление возникает в системе, в момент, когда лифт и противовес почти прошли мимо друг друга, что изображено на рисунке 1, тем самым вызывая максимальные смещения относительно оси движения. Полученные результаты могут быть использованы при определении оптимальных положений лифта и противовеса в шахте, а также безопасных параметров их движения.

Список литературы

- 1 Simulation of the lateral oscillation of rope-guided conveyance based on fluid-structure interaction / R. Wu [et al.] // Journal of Vibroengineering 16. – 2014. – 1555–1563. pmid:25317882.
- 2 Wu, R. Computational Fluid Dynamics Modeling of Rope-Guided Conveyances in Two Typical Kinds of Shaft Layouts / R. Wu, Z. Zhu, G. Cao // PLoS ONE 2015. – No. 10 (2). – e0118268.
- 3 Nikolaitchik, M. A. Determination of the skip force effect on guides in mine shaft / M. A. Nikolaitchik // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 201. – DOI : <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020101017>.

УДК 539.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ УДАРНОЙ ВОЛНЫ, НАПОРА И РАСХОДА ЖИДКОСТИ ПРИ ГИДРОУДАРЕ ДЛЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ТРУБ ИЗ КОМПОЗИТОВ МЕТОДОМ ХАРАКТЕРИСТИК

С. В. КИРГИНЦЕВА, В. В. МОЖАРОВСКИЙ

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь

При интенсивной эксплуатации подземных трубопроводов могут возникать такие явления, как коррозия, разрывы, разрушение системы, утечка жидкости. В этом случае возникают значительные затраты на обслуживание и ремонт сетей. Решением этой проблемы может быть применение новых бестраншейных методов восстановления трубопроводов, которые заключаются в ремонте существующих трубопроводов, без выемки грунта. На современном этапе развития новых технологий