

А.А. Владимирский, И.А. Владимирский, И.П. Криворучко, Н.П. Савчук,
А.А. Криворот, г.Киев

СОЗДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Motion study of lifting and transportation machines with mechanical and inertial methods are discussed. New instrumentation for testing and certification of these objects are presented.

Группой “Технической диагностики” ИПМЭ им. Г.Е.Пухова НАНУ выполняются НИР, цель которых - разработка методов и приборного оборудования для исследования параметров движения (ПД) различного подъемно-транспортного оборудования.

Из практических соображений подъемно-транспортное оборудование, ПД которого исследуются в работе, сгруппировано следующим образом.

1. Лифты [1, 2], эскалаторы, траволаторы – эта группа объектов характеризуется прямолинейным (вертикальным или наклонным) движением основных узлов и наличием различных узлов вращения. Небольшие зазоры и небольшие биения позволяют применять контактные методы измерений. Обеспечение надежного контакта обрешиненного ролика или самоцентрирующейся торцевой насадки может быть осуществлено, например, с помощью подпружиненной пиноли.

2. Несмотря на то, что подвесные канатные дороги (ПКД) имеют существенно более сложный характер движения, по действующим нормативным документам [3, 4] ПД этих объектов допускается оценивать путем измерений на приводном шкиве. Таким образом, для объектов этой группы также перспективно применение контактных методов.

3. В третью группу объектов включены различные аттракционы. Эти объекты характеризуются сложной траекторией перемещения, комбинацией линейного и вращательного движения, наличием вибрации. Применение контактных методов практически исключается. Для объектов этой группы перспективно применение инерциальных методов.

Рассматриваются контактные и инерциальные методы измерений.

Измерение ПД подъемно транспортное оборудование должно обеспечить решение следующих задач:

- обеспечение безопасности эксплуатации,
- обеспечение требуемого “Качества движения” [5 - 7],
- диагностика неисправностей и продление ресурса.

Актуальность проблемы не вызывает сомнений. Во многих городах

© А.А. Владимирский, И.А. Владимирский, И.П. Криворучко,

Украины, как и в целом в странах СНГ, складывается сложное положение с лифтовых хозяйством. Большая часть лифтов выработала свой ресурс или находится на грани его окончания. В Украине и в странах СНГ существует достаточно большое количество ПКД различного назначения. Весьма неудовлетворительная ситуация с обеспечением безопасной эксплуатации различных аттракционов. Для них часто неоправдано занижаются показатели биомеханических рисков. Все перечисленные объекты безусловно являются объектами повышенной опасности.

Все эти обстоятельства предъявляют самые высокие требования к уровню технического надзора за деятельностью в этой сфере. Вместе с тем в производственных, эксплуатирующих и контролирующих организациях практически нет инструментальных средств для контроля динамических и кинематических ПД.

В ИПМЭ им. Г.Е.Пухова НАН Украины проведена разработка Измерителя кинематических и динамических параметров лифтов (ИКПЛ, ИКПЛ-М2, ИКПЛ-М3) [8], в котором применяется контактный метод измерения. Приведение в действие измерительного преобразователя прибора осуществляется путем непосредственного соприкосновения ролика или торцевой насадки с поверхностью контролируемого объекта. Следует отметить высокую точность регистрации параметров линейного или вращательного движения (пусть – 0,35%, скорость – 1%, ускорение – 4%) в частотном диапазоне до 12 Гц и хорошую разрешающую способность угловых измерений (0,025°). Первоначально эти измерители предназначались для проведения приемо-сдаточных и сертификационных испытаний лифтов, в ходе которых контролируются скорость и ускорение движения кабины лифта во всех режимах. Результаты измерений параметров движения сохраняются в виде файлов цифровых данных на мобильном компьютере и представляются в виде трех графиков “Путь”, “Скорость” и “Ускорение”. Имеется возможность измерения мгновенных и средних значений параметров, экспорт графиков в протоколы испытаний и пр.

На рис.1 представлены графики ПД кабины лифта на один этаж вниз. Номинальную скорость (1 м/сек) кабина набрать не успела, только 0,92 м/сек. Низкая скорость 0,16 м/сек. Ускорение разгона 0,33 м/сек², ускорение торможения 0,64 м/сек² (первый этап) и 0,48 м/сек² (второй этап), за время движения кабина прошла 4,61 м.

На рис.2 представлена запись ПД кабины лифта при ударе об буфера на номинальной скорости. Перед ударом кабина двигалась со скоростью 1,003 м/сек. Максимальное ускорение торможения 11,01 м/сек².

На рис.3 представлена запись посадки кабины лифта на ловители. После снятия тормоза кабина разгоняется (пиковое ускорение - 1,0 м/сек² и через 4 сек набирает скорость 0,98 м/сек. К моменту начала торможения кабина прошла 3,1 м. Длительность торможения – 0,2 сек. Максимальное ускорение торможения – 7,3 м/сек², среднее ускорение торможения 4,9 м/сек². Тормозной путь 0,11 м.

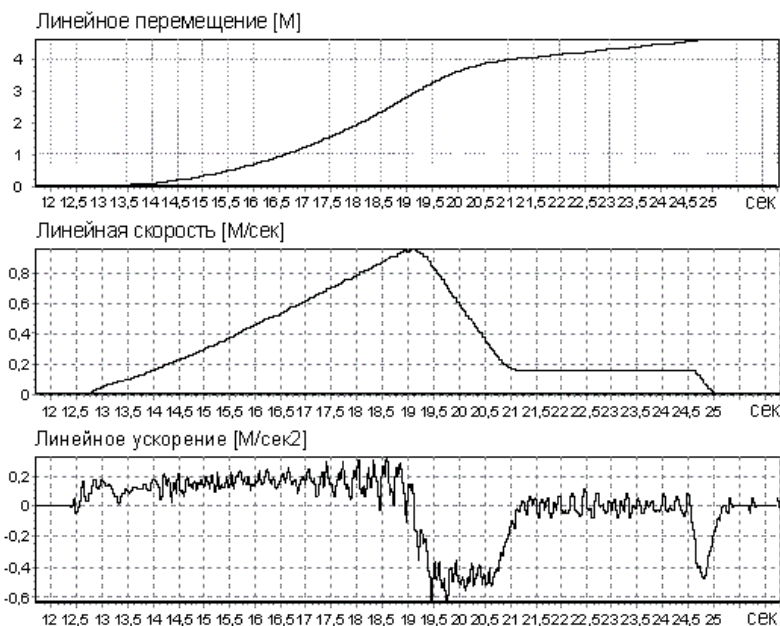


Рис.1. Характеристики движения кабины грузопассажирского лифта на один этаж вниз.

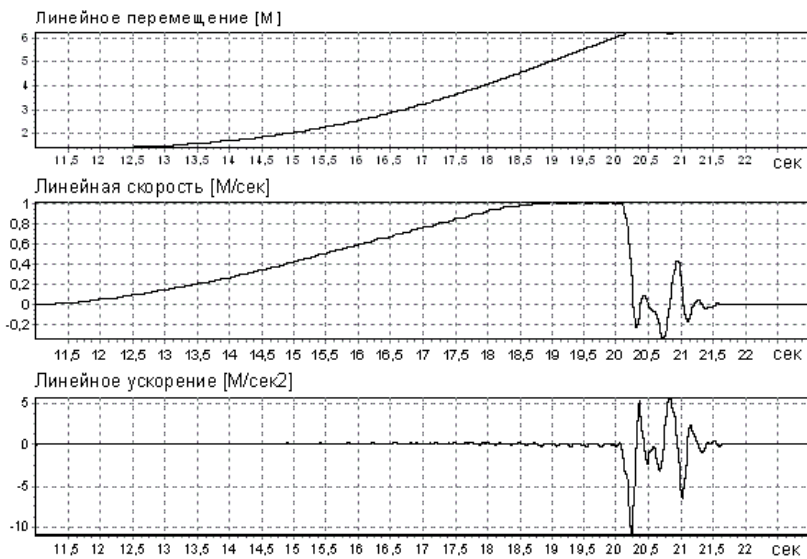


Рис.2. Запись параметров движения кабины грузопассажирского лифта при ударе об буфера.

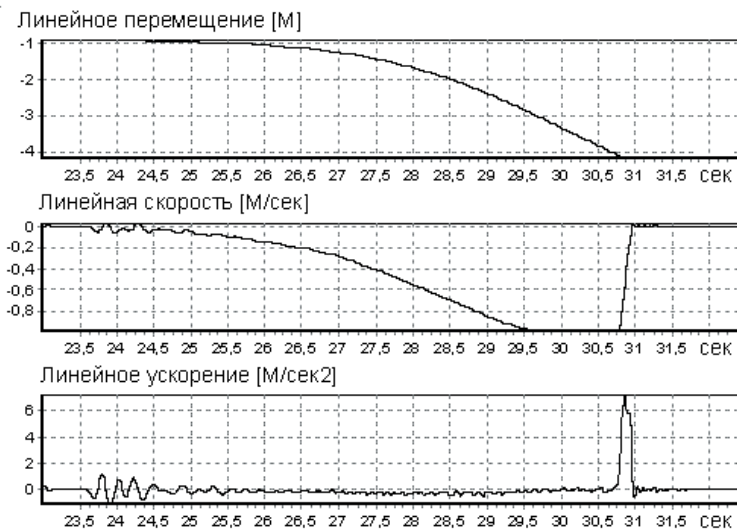


Рис.3. Запись параметров движения кабины лифта при срабатывании ловителей.

Диапазоны и точность измерения скорости и ускорений линейного и вращательного движений, необходимые при выполнении работ на объектах второй группы (пассажирские и грузовые ПКД различных типов) вполне перекрываются метрологическими характеристиками Измерителя ИКПЛ. При проведении некоторых видов измерений, например для записи полного цикла перемещений подвижного состава маятниковой ПКД, требуется увеличение временного интервала регистрации. Условия практического применения Измерителя ИКПЛ на ПКД существенно отличаются: другие условия монтажа и обеспечения надежного прижима первичных преобразователей, недопустимость нахождения персонала вблизи работающего оборудования, наличие высоких напряжений, высотные работы и пр. Крайне целесообразно обеспечить возможность дистанцирования персонала от диагностируемого оборудования.

Для адаптации ИКПЛ к объектам второй группы в программное обеспечение ИКПЛ введена группа дополнительных режимов работы, разработаны усовершенствованные монтажные приспособления (электромагнитный держатель и держатель на основе постоянного магнита) и цифровой радиодлиннитель [9].

Для объектов группы 3 регистрация ПД контактными методами сложна или невозможна в принципе (движение кабинки аттракционов и др.). Сложно измерить, например, ПД ПКД при раскачивание подвижного состава под действием ветра. "Качество движения" лифтов в соответствии с недавно введенными на Украине ДСТУ [5-7] должно оцениваться путем измерения

уровня вибрации кабин лифтов и ударных воздействий одновременно по трем координатам в частотном диапазоне от 1 до 80 Гц.

Во многих случаях наиболее перспективным представляется применение инерциальных методов измерения ПД.

В экспериментальном инерциальном измерительном преобразователе “Травик” [10] используются три пьезоэлектрических акселерометра, установленных по трем взаимноперпендикулярным направлениям, имеется три измерительных канала и интерфейс с компьютером. Диапазон по ускорению: от -7g до +7g или от -3g до +3g. Частотный диапазон: от 1 Гц до 80 Гц. Разрядность АЦП - 24. При оценке качества движения кабины лифта измерительный преобразователь устанавливается на полу кабины. Ось “Z” измерительного преобразователя ориентируется вниз, ось “X” – параллельно входной двери, ось “Y” – перпендикулярно двери. Регистрация результатов измерения производится на мобильный компьютер. Прибор может быть использован для измерения скорости и ускорения. Добиться стабильных результатов при измерении перемещений не удалось. Дальнейшие работы с прибором приостановлены.

В качестве базы для автономного инерциального регистратора “Травик-2” [11] выбран датчик ADIS16375, выпускаемый фирмой Analog Devices с июля 2011г. Это первый MEMS датчик, который фирма позиционирует для применения в средствах измерения. Датчик содержит три акселерометра и три гироскопа. Динамический диапазон гироскопов $\pm 330^\circ/\text{сек}$. Динамический диапазон акселерометров $\pm 18g$. Разрешающая способность 16 бит. Доступны дополнительные младшие 16 бит. Частотный диапазон от 0 до 330 Гц, Частота дискретизации 2460 Гц.

Предусматривается работа регистратора “Травик-2” в нескольких режимах: ожидание и прием команд по радиоканалу, измерение и запись ПД во внутреннюю энергонезависимую память, измерение и передача ПД в реальном времени по радиоканалу или по шине USB в мобильный компьютер, передача записанных ранее ПД по радиоканалу или по шине USB в мобильный компьютер. На мобильный компьютер устанавливается соответствующее программное обеспечение.

К концу 2012г. лифтостроительным предприятиям, экспертным техническим центрам и обслуживающим организациям Украины поставлено два десятка Измерителей ИКПЛ (ООО “Укрлифтсервис”, ГП “Ровенский ЭТЦ”, ГП “Крымский ЭТЦ”, ГП “Восточный ЭТЦ”, ГП “Луганский ЭТЦ”, ГП “Волынский ЭТЦ”, ООО “Укртеплосервис”, ООО “Карат-Лифткомплект”, ГП “Кировоградский ЭТЦ”, ГП “Винницкий ЭТЦ”, ООО „СКС КОНСАЛД“, ООО “ДИЕКС”, ГП “Черниговский ЭТЦ”, ГП “Черкасский ЭТЦ”, ГП “Западный ЭТЦ”, ГП “Карпатский ЭТЦ”, ГП “Запорожский ЭТЦ”, ГП “Тернопольский ЭТЦ”, ГП “Черновицкий ЭТЦ”).

ИПМЭ им. Г.Е.Пухова НАН Украины проводит техническое и гарантийное обслуживание Измерителей, сопровождение и совершенствование программного обеспечения, организует метрологическую аттестацию

новых Измерителей и периодическую метрологическую поверку в ГП “Укрметртрестстандарт”, осуществляет обучение методике измерений и регулярно участвует в проведении испытаний лифтов в г.Киеве.

Для оценки экономической эффективности работы, приведем следующие данные. В настоящее время Измерители изготавливаются по заказам предприятий Украины в течение 2 месяцев. Стоимость – 33600 грн. (по состоянию на 01.01.2013г.), НДС в том числе. При этом, как показывает практика, стоимость обследования одного лифта может составлять от 1,5 тыс. грн. и выше в различных регионах Украины. За один день бригада из 2 человек может обследовать от 2 до 10 лифтов. Таким образом срок окупаемости Измерителя в зависимости от “портфеля заказов” на обследование лифтов может составлять от 0,5 до 1 года.

1. ГОСТ 22011-95 “Лифты пассажирские и грузовые. Технические условия”
2. НПАОП 0.00-1.2-08 “Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов”.
3. Правила устройства и безопасной эксплуатации пассажирских подвесных канатных дорог (ППКД) ДНАОП 0.00-1.01-74. Москва, “Металлургия” 1975.
4. Правила влаштування і безпечної експлуатації витягів буксирних канатних для гірськолижників. Затверджено наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи 03.08.2006 № 499. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 28 серпня 2006 р. за № 1014/1288. НПАОП 92.0-1-01-06.
5. ДСТУ ISO 2631-1:2004. Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на людину. Частина 1. Загальні вимоги (ISO 2631-1:1997, IDT). Держстандарт України, 2006.
6. ДСТУ ISO 2631-2:2004. Вібрація та удар механічні. Оцінювання впливу загальної вібрації на людину. Частина 2. Вібрація в будівлях (від 1 Гц до 80 Гц) (ISO 2631-2:2003, IDT). Держстандарт України, 2006.
7. ДСТУ ISO 18738:2004. Ліфти (елеватори). Вимірювання параметрів якості руху ліфта (ISO 18738:2003, IDT). Держстандарт України, 2006.
8. *Владимирский А.А.* Разработка измерителя кинематических и динамических параметров лифтов ИКПМ-МЗ. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип.46, Київ, 2008р.-с.73-75.
9. *Владимирский А.А., Владимирский И.А., Криворучко И.П., Савчук Н.П.* Адаптация измерителя ИКПЛ-МЗ к проведению измерения параметров движения подвижного состава подвесных канатных дорог. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип. 63, Київ, 2012р.-с.49-53.
10. *Владимирский А.А.* Разработка инерциального измерителя динамических параметров лифтов. Збірник наукових праць. Інститут проблем моделювання в енергетиці НАН України. Вип. 58, Київ, 2011р.-с.24-29.
11. *Владимирский А.А. Владимирский И.А., Криворучко И.П., Криворот А.А., Савчук Н.П.* Разработка методов, аппаратных и программных средств контроля параметров подъемно-транспортного оборудования. Збірник доповідей 7-ї Національної науково-технічної конференції “Неруйнівний контроль та технічна діагностика – UkrNDT-2012”. Київ: УТ НКТД, 2012. –с.383-386.

Поступила 25.02.2013р.