

УДК 621.876

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЛИФТОВ

Антоневич А.И., канд. техн. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет

(г. Минск, Республика Беларусь)

Введение

Территория Республики Беларусь имеет выгодное географическое положение и удобный рынок для поставки сюда лифтов, кроме того РБ является одним из крупных производителей данной техники. Лифтостроение является одной из отраслей промышленности, характеризующейся большой динамикой развития и рентабельностью, но вместе с тем в ней наблюдается и достаточно жесткая конкуренция производителей. Мировой рынок лифтов представлен следующими фирмами [1]: ОТИС (США), конструкции лифтов которой производят в России, Японии, Украине; *KONE* (Финляндия); Шиндлер (Швейцария); Карачаровский механический и Щербинский лифтостроительные заводы (Россия); Могилевский завод лифтового машиностроения (Беларусь); *Shenyang Brilliant Elevator Co., Ltd* (Китай); ТИСЕН (Германия); Пилава (Польша); Изамет (Болгария); *Mitsubishi* (Япония) и др. Современные темпы развития техники, приводят к тому, что продукция быстро морально устаревает, а также изменяются традиционные понятия в данной области, это и обуславливает данный анализ существующих конструкций лифтов, систем управления и тенденций их развития. В зависимости от привода лифты бывают [2, 3]: электрические, гидравлические и пневматические.

Гидравлические лифты уступают лифтам с электрическим приводом, но позволяют разрешать сложные и технологические решения, например: круглая (в горизонтальном сечении) кабина; полное отсутствие шахты; вход и выход на сопредельных стенках. К отличительным особенностям гидравлических лифтов [4] относят: плавность хода, точность остановки, возможность прямого воздействия

цилиндра при небольшой высоте подъема, а также уникальная возможность установки лифта при наличии одной капитальной (несущей) стенки. Лифты оснащены системой аварийного опускания и открывания при внезапном отключении электроэнергии. Гидравлические лифты используют при небольшой высоте подъема и имеют сложную систему тросов и гидравлических цилиндров, для них не требуются машинного помещения.

Пневматические вакуумные лифты [3] легче в установке, обслуживании и управлении, чем обычные лифты. Они не требуют земляных работ по оборудованию шахты и установку направляющих для лифта и противовеса. Воздушное давление сверху и снизу лифта и есть ключ к движению. Не надо строить специальную шахту и под ней помещения для подъемного механизма. Все устройство – высокая прозрачная труба из поликарбоната, в которой ходит подъемная кабина – поршень, а сверху укрепляется небольшой вакуумный насос высотой не более 30 см. Поршень, плотно прилегающий к шахте – это потолок кабины, изготовленной, в основном, из алюминиевого сплава. Так компания «*Daytona Elevator*» (США) [3] специализируется на производстве вакуумных лифтов для коттеджей. Данные лифты монтируются в 2 – 3 этажных небольших домах. Двери закрываются герметично, а сама кабина вентилируется снизу. Если нужно ехать вниз, клапан наверху шахты понемногу впускает воздух в зону разрежения, плавно регулируя скорость спуска. На спуск не затрачивается энергия. Скорость движения лифта – 0,2 м/с, а грузоподъемность – 210 кг. Двери могут на разных этажах открываться как в одну сторону, так и в противоположную. Во время входа в лифт и выхода из него, кабина фиксируется дополнительными механическими стопорами. Главное преимущество лифта – минимальная переделка дома, небольшая стоимость и быстрая установка. Надежность лифта – высокая, в нем невозможно застрять между этажами или упасть вниз. В лифте установлен датчик разгерметизации и тормоз, смонтированный на крыше кабины. Если отключается электричество, то клапан автоматически закрывается и кабина медленно движется вниз. Единственным заметным недостатком конструкции можно назвать высокий уровень шума – 87 дБ, что сравнимо с весьма шумным пылесосом.

Электрические лифты могут быть [2]:

а) с тяговым приводом, когда канаты лифта двигаются благодаря трению в ручьях приводного шкива лебедки;

б) привод с жесткой кинематикой, когда кабина лифта подвешивается к канатам или цепям, приводимым в движение другими способами, а не трением (например, барабанный привод);

с) привод с линейным индукционным двигателем (LIM), где движущая сила действует непосредственно на кабину или противовес лифта;

д) привод *Schindler Mobile®*: объединяющий свободно стоящие конструкции колонн и кабину, оборудованную автономным приводом.

Наибольшее распространение на сегодняшний день получили распространение лифты с тяговым приводом.

Рынок лифтов представлен следующими типами: пассажирскими (обычными, без машинного помещения, без противовесов и машинного помещения); больничными; грузовыми; панорамными; обзорными; автомобильными; сервисными; скоростными и коттеджными. Следует отметить, что из перечисленных многие также могут быть выполнены как с машинным помещением и без него, например грузовые.

Законодателями в лифтостроении являются такие фирмы, как ОТИС, *KONE*, Шиндлер, *Mitsubishi*.

Так, фирма «ОТИС» существует на мировом рынке с 1982 г. [5]. Именно в Америке впервые был изобретен ловитель, который сделал фактически безопасным пользование лифтами. В 1903 г. был разработан безредукторный электрический лифт. Мировой рынок обязан данному производителю таким нововведениям как: панорамным, высокоскоростным, лифтам с двумя кабинами и с перемещением по горизонтали. Создание Эфелевой башни во Франции было бы не возможно, без наклонного лифта, произведенное фирмой «ОТИС». В 2000 г. появилась модель GeN2 (от английского «второе поколение») – это поистине революционная разработка. Экологически чистый лифт без машинного помещения, не требующий масла, с высоким уровнем комфорта и низким уровнями шума и вибрации. В GeN2 используется армированный полиуретановый ремень, который значительно прочнее стального каната и с большим сроком службы. Запатентованная компанией ОТИС система *Pulse* непрерывно отслеживает состояние стальных канатов

полиуретанового ремня. Малоинерционная лебедка с синхронным двигателем на постоянных магнитах обеспечивает экономию электроэнергии, снижение эксплуатационных расходов и большую точность остановки лифта на этажной площадке. Поскольку лебедка крепится на направляющих, которые крепятся на уровне каждого этажа, усилия передаются на дно приямка лифта, что снижает нагрузки на стены лифтовой шахты и тем самым оптимизировать затраты на ее строительство. GeN2 Comfort имеет грузоподъемность до 1000 кг (13 человек), максимальную высоту подъема 45 м (максимальное число остановок – 16) и скорость 1 м/с. По сравнению с гидравлическими лифтами и электрическими с редукторными лебедками лифт имеет значительно меньшие уровни вертикальной, горизонтальной вибраций, и шума. В данной модели установлена инфракрасная защита дверного проема.

Компания «ОТИС» расходует около 100 миллионов долларов ежегодно на новые разработки, что и обуславливает ее постоянную лидирующую позицию в мировом лифтостроении. Фирма оказывает максимальные удобства клиентам, так можно заказать проект лифта по интернету даже для дома на бумаге.

Компания «KONE» является мировым лидером: объем производства 2-ой в Европе и 3-ий в мире. Компания выпускает пассажирские лифты для жилых зданий *EcoDom*, использующие привод *KONE EcoDisk®* и требующие малое машинное помещение наверху шахты. Лифты без машинного помещения *MonoSpace* используют безредукторный привод *EcoDisk*. Лифты без противовесов и машинного помещения *MaxiSpace* могут иметь кабину на треть большую, чем обычные лифты, расположенные в таких же по размерам шахтах. Механизм подъема – *KONE PowerDisk™* и инновационные гибкие тросовые блоки с тросами высокой прочности. *KONE PowerDisk™* - компактный двигатель, который весит 70 кг. Скоростной лифт *MiniSpace* грузоподъемностью до 3200 кг и скоростью подъема 6 м/с имеет высоту подъема до 180 м. Супер Лифт *Alta* грузоподъемностью до 10 тонн, скоростью до 17 м/с и высотой подъема до 500 м, оборудован двухроторным двигателем с минимальным потреблением энергии. Возможно двухпалубное исполнение лифта. Панорамный лифт *KONE* изготавливается на базе *MonoSpace* и *MiniSpace*. Обзорные лифты *KONE* имеют стоимость в 1,5-2 раза меньше панорамных и бывают двух типов: с застекленной только задней частью кабины

и/или частично двери; с застекленной одной, двух или трех стеной(ами) и/или частично двери. Грузовые лифты *TranSys* имеют грузоподъемность от 1000 до 5000 кг и скорость подъема до 1,6 м/с. Сервисный (малогрузовой) лифт изготавливается на 2 – 5 этажей и имеет грузоподъемность: 5, 50, 100 и 250 кг. Кабины исполняются в проходном варианте (загрузка и разгрузка из противоположных сторон). Автомобильные лифты грузоподъемностью до 10000 кг, скоростью до 4 м/с и «неограниченной» высотой подъема имеют возможность управления водителем непосредственно из кабины машины. Для коттеджей *KONE* выпускает следующие модели: *EcoDom* (дешевый – массового производства), *MonoSpace* – без машинного помещения, автомобильный лифт, грузовые лифты, пассажирские подъемники без приямка. Основные достижения фирмы находятся в разработке уникальных лебедок. Революцией в лифтостроении явился привод *EcoDisk*, не требующий для лифта машинного помещения, потребляющий 60% электроэнергии по сравнению с обычным, имеющий частотное управление и упрощенное сервисное обслуживание, обеспечивающий плавное и бесшумное движение, обладающий регулируемым пуском и высокой точностью останова, комфортностью и безопасностью, простым в использовании. Он характеризуется: малыми оборотами двигателя; высоким быстродействием и динамикой; широким диапазоном изменения частоты вращения; возможностью использования во взрывоопасной и агрессивной среде; большой перегрузочной способностью и сроком службы; КПД – более 90 %; низким перегревом двигателя. Компания «KONE» является лидером в области электропривода лифтов.

Компания «Шиндлер» [5] создала первый в мире лифт без машинного помещения, который не имел канатов и традиционного подъемного оборудования. Движение в лифте осуществлялось за счет колес, которые прижимали его к стенкам шахты. В результате площадь кабины возросла на треть по сравнению с обычными. Модель *Schindler 5300* выполнена с приводными ремнями, т.е. это лифт 2-го поколения. Компания «Шиндлер» характеризуется революционными разработками в области управления. Фирмой была разработана система *Miconic 10TM*, обеспечивающая оптимизацию движения. Пассажир вводит на площадке этаж назначения перед входом в кабину лифта. Система управления отправляет конкретную кабину и сообщает пассажиру, к какой лифтовой площадке он должен подойти.

В результате пассажиры группируются вместе, и тем самым минимизируется количество остановок на пути. Таким образом, обеспечивается оптимальное движение групп лифтов и снижается энергопотребление. Система *Schindler ID* предназначена для идентификации пассажира по магнитной карточке, которую он вводит на панели при входе в кабину и тем самым обеспечить доступ на тот или иной этаж. *SchindlerMobile®* [2] включает свободно стоящую конструкцию вертикальной направляющей стойки и самодвижущееся средство, установленное на кабине лифта. Эта уникальная лифтовая система не нуждается ни в машинном помещении, ни в жесткой шахте, как в типовой конструкции лифтов. Передача шума в здание незначительная. Ключевыми компонентами данной конструкции являются две свободно стоящие полые алюминиевые колонны с особыми ходовыми поверхностями для направления кабины вдоль вертикальной траектории. Каждая колонна сбоку поддерживается звукоизолирующими кронштейнами, прикрепленными только к одной стене наверху и к плите пола. Самодвижущееся средство состоит из пассажирской кабины, частотно-регулируемого привода и микропроцессорной системы управления. Часть системы состоит из приводных колес с приводным блоком и не приводных колес, расположенных с противоположной стороны колонн, с пружинным механизмом прижатия для создания достаточного сцепления колес фрикционного привода. Этот простой принцип облегчает кабине движение вверх и вниз вдоль колонн без подвесных канатов. Лифт имеет два противовеса, связанные с рамой кабины подвесными канатами, которые двигаются внутри стоек и направляются роликовыми башмаками. Привод состоит из асинхронного электродвигателя, механического редуктора, дискового тормоза и преобразователя частоты. Редуктор представляет собой волновую передачу, отличающуюся высокой эффективностью, низким уровнем шума, небольшими габаритами.

Линейный индукционный привод (*LIM*) – довольно новая революционная разработка в лифтовой технологии [2]. Могут применяться две основные концепции привода LIM: двигатель линейной индукции составляет часть конструкции противовеса, а механическая связь между кабиной и противовесом осуществляется посредством подвесных канатов, огибающих не приводной шкив наверху шахты. Другой подход к новой концепции – безканатный лифт с приводом *LIM* предложен корпорацией *Mitsubishi Electric*,

как эффективное решение вертикального транспорта, для сверхвысотных зданий будущего. Инженеры *Mitsubishi* предлагают систему из нескольких лифтов, движущихся в одной шахте. Линейный двигатель имеет плоскую форму. Статор состоит из четырех частей симметрично расположенных в шахте вдоль направляющих. Вторая роторная часть 2 двигателя представлена постоянным магнитом, закрепленным на боковых стенках кабины.

Самые быстрые и интеллектуальные лифты производят в Японии две промышленные корпорации *Mitsubishi Electric* и *Toshiba Elevator and Building Systems* [6]. По сравнению с обычными при создании этих лифтов конструкторам приходится решать много сложных задач: преодоление сопротивления воздуха в шахте; подавление вибраций разнообразного происхождения и шума; плавный, но быстрый разгон; надежные аварийные системы. Огромной проблемой становится трос, имеющий собственную резонансную частоту колебаний и постоянно меняющуюся по мере разматывания/сматывания. Кабина и противовес выполняются обтекаемыми. Герметичная кабина оборудуется системой кондиционирования, контролирующей давление воздуха внутри кабины и уменьшающая «декомпрессионный» дискомфорт при быстром перемещении по вертикали. Устанавливаются кремниево-азотные керамические тормозные устройства, выдерживающие тысячеградусный нагрев. Гидравлический демпфер на дне шахты имеет ход сжатия 6 м. Специальный подавитель вибрации троса учитывает не только движение лифта, но и колебания самого здания. Система управления меняет не только скорость лифта, но следит за ускорением/замедлением лифта и расставляет лифты по этажам при отсутствии вызовов. Система, предохраняющая пассажира от защемления дверьми, выполнена на базе лазерных технологий.

Отечественные лифты отличаются невысокой стоимостью и средними техническими скоростями. В данной отрасли стоит задача производства лифтов для новых зданий не выше 9 этажей, а также для замены отслуживших свой ресурс лифтов для домов старой постройки. Появление зданий этажностью от 12 до 40 этажей и выше, ставит следующую задачу перед лифтостроителями. Для решения 1-ой задачи требуются низкоскоростные лифты (0,5 – 1м/с) стандартной грузоподъемностью. В настоящее время еще используются конструкции, имеющий двухскоростной привод и лифтовой червячный редуктор. К преимуществам старых лифтов, имеющих

релейно-контакторную схему управления, следует отнести: надежность, простоту в обслуживании, возврат электроэнергии обратно в сеть – при работе двигателя в режиме рекуперативного торможения. К недостаткам – плохие энергетические показатели (завышенная мощность двигателя) и устаревшие конструктивные решения. Отсутствие регулирования динамических процессов при пуске и торможении приводят к большим скачкам тока и продолжительности переходного процесса. Все это приводит к завышению мощности приводного двигателя и как следствие к плохим энергетическим показателям. Кроме того при переходе на низкую скорость движения лифта К.П.Д двигателя падает на 30%. Применение микропроцессорных систем управления (станции УЛ) позволило снизить потребление электроэнергии самой станцией; осуществить диагностирование работы лифта; дало возможность последующей модернизации и оставило возможность рекуперации энергии. К недостаткам следует отнести нерегулируемый привод, интенсивный износ механической части, необходимость дополнительного охлаждения двигателя, невысокую скорость перемещения кабины, сложную для понимания обслуживающим персоналом схему управления, плохие энергетические показатели. В настоящее время на отечественных лифтах применяют редукторную лебедку с асинхронным двигателем и преобразователем частоты. Это позволяет [7] использовать более дешевый односкоростной асинхронный двигатель; увеличить срок службы и надежность лебедок – за счет идеального разгона и торможения, и тем самым снижения динамических нагрузок; обеспечить снижение энергопотребления за счет снижения токов при разгоне и торможении двигателя; уменьшить износ тормозных колодок, так как тормоз здесь в основном используется для удержания кабины; обеспечить большую точность остановки; увеличить комфортность для пассажиров, более плавное движение кабины; повысить $\cos \varphi$; понизить уровень шума. К недостаткам следует отнести возрастание стоимости, удорожание обслуживания вследствие необходимости привлечения высококвалифицированного обслуживающего персонала; отсутствии на некоторых частотных приводах возможности возврата энергии в сеть. Так, в частотном приводе «Магнус», используемом для привода дверей кабины, для удержания дверей в закрытом состоянии, постоянно затрачивается электрическая мощность, что является экономически необоснованным. Кроме того, в основном

применяется векторный (бездатчиковый) частотный привод, поэтому есть вероятность сбоя предварительных уставок и необходимость последующего репрограммирования параметров привода. Поэтому необходимо применение частотных приводов с возможностью рекуперации энергии и возможность перенастройки параметров (адаптации) в процессе работы электропривода; необходимость набора защит от перегрузок. Что касается двигателя, то для работы с безредукторными лебедками лучшим является синхронный двигатель с возбуждением от постоянных магнитов: имеющий лучший по сравнению с асинхронным двигателем К.П.Д. при низких скоростях движения и меньшие весо-габаратные характеристики; для привода синхронного двигателя необходим опять же частотный привод меньшей стоимости и мощности [8].

Заключение

Современные конструкции лифтов обусловлены существующими тенденциями развития лифтостроения:

- Применение новых конструкционных материалов;
- Совершенствование конструкции и дизайна кабин и оборудования посадочных площадок;
- Совершенствование конструкции всех систем оборудования лифта с целью снижения уровня шума и вибрации в здании и в кабине лифта; отслуживших свой ресурс
- Повышение надежности устройств, обеспечивающих безопасное применение лифтов;
- Совершенствование систем привода;
- Совершенствование систем управления;
- Снижение энергопотребления.

Для улучшения характеристик отечественных лифтов:

- Следует использовать безредукторные лебедки с частотным приводом синхронного двигателя с возбуждением на постоянных магнитах, что приведет к снижению энергопотребления и повышению надежности работы привода;
- Для тихоходных (до 1 м/с) лифтов для зданий небольшой этажности до 16 этажей в качестве тяговых элементов кабины и противовеса использовать армированный полиуретановый ремень, что снизит: весо-габаритные показатели лебедки; уровень вибраций и шума

и тем самым улучшит комфортность езды на лифте; повысит точность остановки лифта на этажной площадке;

- Для привода двигателя использовать датчиковый частотный привод с возможностью рекуперации электроэнергии в сеть, что приведет к снижению энергопотребления.
- Для лифтов со скоростью выше 1м/с и для зданий от 17 до 40 этажей в качестве тяговых элементов использовать канаты;

Литература

1. Портал [Электронный ресурс]. – [Б.г.]. – Режим доступа: <http://tehportal.com.ua>. – Дата доступа: 04.05.2010.

2. Яновски, Любомир. Проектирование механического оборудования лифтов / Любомир Яновски; перевод И.А.Иноземцевой; под ред. С.Д. Бабичева: научный редактор Г.Г. Архангельский. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 333 с.

3. Daytona Elevator [Electronic resource]. – Florida, 2004. – Mode of access: <http://www.daytonaelevator.com>. – Date of access: 04.05.2010.

4. Гидравлические лифты: учебн. пособие для вузов по специальности «Механизация и автоматизация стр-ва» направление подгот. дипломир. специалистов «Стр-во» / Г.Г.Архангельский, С.Д. Бабичев, М.А. Ваксман, В.С.Котельников; под ред. Г.Г. Архангельского. – Москва: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2002. – 346 с.

5. Лифт-Википедия [Электронный ресурс]. – [Б.г.]. – Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/лифт. – Дата доступа: 08.05.2010.

6. MEMBRANA|Быстрейшие лифты. Часть...[Электронный ресурс]. – М.,[Б.г.]. – Режим доступа: <http://www.membrana.ru/articlrs/technic/2004/05/13/161800.html/>. –Дата доступа: 08.10.2010.

7. Пожаров, Д.И. Возможности совершенствования электропривода лифта / Д.И. Пожаров // Светотехника и элетроэнергетика. – 2009. – № 2. – С. 23–27.

8. Виноградов А., Бездатчиковый электропривод подъемно-транспортных механизмов / А. Виноградов, А. Сибирцев, С. Журавлев // Силовая электроника. – 2007. – № 1. – С. 79–84.