

УДК 621.86.05+621.85.05

О.И. Карпович, канд. техн. наук, зав. кафедрой МиК;
А.Л. Наркевич, канд. техн. наук, доц.;
А.Н. Калинка, зав. лаб. (БГТУ, г. Минск);
М.Э. Подымако, зав. ОЛаб ЛМ НТЦ;
А.В. Куцеполенко, маг. техн. наук, нач. бюро ОЛаб ЛМ НТЦ
(ОАО «Могилевлифтмаш», г. Могилев)

ТЯГОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СТАЛЬНЫМ КАНАТАМ

подавляющее большинство находящихся в эксплуатации пассажирских и грузопассажирских лифтов используют в своей конструкции канатопроводящий шкив [1]. Усилие для подъема кабины в таких лифтах создается на основе фрикционного взаимодействия между рабочими поверхностями тягового каната и ручья канатопроводящего шкива. Это обуславливает изнашивание последних, что приводит к снижению точности позиционирования кабины на этажах, рывкам в процессе ее движения и к снижению долговечности канатопроводящего шкива и тяговых канатов [2, 3]. К недостаткам использования таких канатов относят низкую коррозионную стойкость, необходимость периодической смазки, необходимость периодического контроля желобка шкива, повышенный шум, большой вес, необходимость использования канатопроводящего шкива большого диаметра [1–4]. Стальные канаты плохо приспособлены к работе с блоками и шкивами, что обусловлено сложностью формы каната, его жесткостью, склонностью к закручиванию и приводит к возникновению возрастающих усталостных напряжений в отдельных проволоках и прядях каната.

В последние 10-15 лет крупные производители лифтового оборудования все больше обращают внимание на замену стальных канатов альтернативными тяговыми элементами. Наибольшее распространение получили тяговые элементы в виде плоских ремней [5–9]. Такой ремень состоит как правило из силовых элементов, заключенных в оболочку из термопластичного полимера (полиуретана). Силовые элементы обеспечивают необходимую прочность, а оболочка необходимую коррозионную стойкость, стойкость к истиранию и необходимое сцепление с канатопроводящим шкивом. В качестве силовых элементов чаще всего используют несколько (от 8 до 24) тонких стальных канатов. Весьма перспективным является использование в качестве силовых элементов углеродных и арамидных волокон вместо стальных [8, 9].

Тяговые ремни используют такие известные во всем мире производители лифтового оборудования как Otis (США), Shindler (Швейцария), Kone (Финляндия) (рисунок 1).

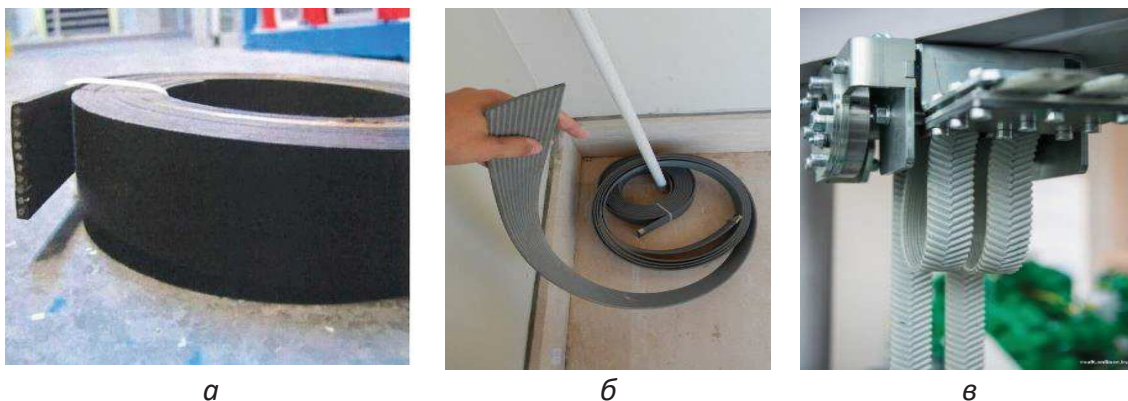


Рисунок 1 – Тяговые ремни производителей: Otis (а), Shindler (б) и Kone (в)

Фирма Otis использует ремни для лифтов грузоподъемностью до 1000 кг и скорости перемещения до 1,6 м/с. Максимальна высота подъема таких лифтов 75 м [5]. Общий вид тягового ремня Otis показан на рис. 1. Ремень имеет плоскую форму и состоит из оцинкованных стальных канатов (от 8 до 24 штук) диаметром от 1,6 до 2,1 мм, заключенных в оболочку из термопластичного полиуретана (ТПУ). Ремень имеет ширину 25, 30 и 60 мм. Толщина ремня составляет от 3 до 3,3 мм [6].

Крупнейшим производителем лифтового оборудования в Республике Беларусь является ОАО «Могилевлифтмаш». Одним из направлений отраслевой лаборатории лифтового машиностроения ОАО «Могилевлифтмаш» является исследования в области тяговых элементов, альтернативных стальным канатам (ТЭАСК). Цель данной работы – получение исходных данных для подбора компонентов ТЭАСК, разработки их конструкций и технологии изготовления экспериментальных образцов ТЭАСК.

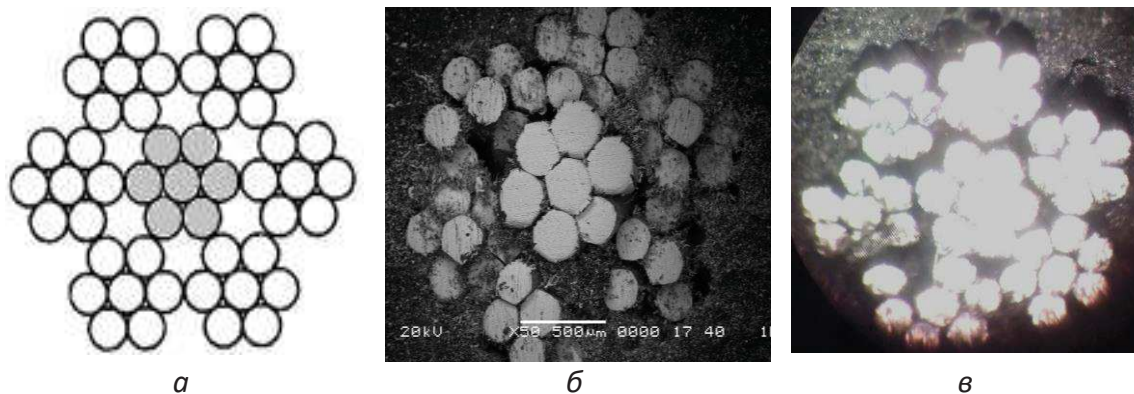
Для получения данных о компонентах, используемых для получения ТЭАСК исследовали образцы тягового ремня Otis AAA 717AJ1 и тягового ремня Shindler. Определяли характеристики и параметры оболочки ленты, силовых канатов и связь между ними.

Основной полимер в составе оболочки лент определяли с помощью инфракрасного спектроскопического микроанализа на ИК-Фурье микроскопе Nikolet iN 10. Установлено для образца Schindler и образца Otis, что основным полимерным материалом является термопластичный полиуретан.

Конструкцию стальных канатов, применяемых в качестве силовых элементов, в предоставленных образцах тяговых элементов от компаний Otis и Schindler определяли по поперечному сечению в ленте и на отожженных (500°C) образцах.

Структура поперечного сечения канатов для обоих образцов идентична и соответствует схеме для стального каната по ГОСТ 3066-

80 «Канат двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6x7(1+6)+1x7(1+6). Сортамент». На рисунке 2 приведены поперечные сечения канатов. Микрофотографии выполнены на растровом электронном микроскопе Joel 5610 LV. Измеренный диаметр стального каната для ремня Otis составил 2,1 мм.



**Рисунок 2 – Поперечное сечение канатов:
а) по ГОСТ 3066; б) Otis; в) Schindler**

Коэффициент трения определяли по ГОСТ 11629-2017 «Пластмассы. Метод определения коэффициента трения», который предусматривает определения коэффициента трения пластмасс путем скольжения образцов по стальной плоскости контртела без смазки. Получили следующие значения коэффициентов трения: Otis – 0,63–0,66; Schindler – 0,64–0,69.

Твердость по Шору (шкала А) определяли по ГОСТ 24621-2015 «Пластмассы и эбонит. Определение твердости при вдавливании с помощью дюрометра (твердость по Шору)». Применяли дюрометр Digi test, тип BS06. Получили следующие значения твердости по Шору, шкала А: Otis – 90–92 (по данным производителя – 92); Schindler – 88–89.

Следует отметить, что ТПУ в Республике Беларусь и Российской Федерации не производится. Наиболее известными производителями ТПУ являются фирмы Covestro (Германия), BASF (Германия) и СОИМ (Италия). Торговыми названиями ТПУ этих фирм являются соответственно Desmopan, Elastollan, Laripur. Из отечественных ТПУ известны марки ООО НПФ «Витур» (РФ). Однако марочный ассортимент ТПУ «Витур» изготавливается за рубежом, в соответствии с рецептурами предприятия.

По показателю «твердость по Шору» подходят для изготовления следующие марки ТПУ НПФ «Витур»: Т-0213-90, Т-1613-96, Т-2613-90, ТМ-0533-90, ТМ-0333-95, ТМ-1933-90. Марка ТМ-1933-90 широко используется для производства кабельной продукции и теоретически

могла бы быть использована для изготовления экспериментальных образцов.

Фирма BASF выпускает ТПУ под торговой маркой Elastollan. Фирмой разработано для различных применений большое количество составов. Поставкой данных материалов занимается ООО «Эластоимпекс» (г. Москва, РФ), официальный дилер в Республике Беларусь ООО «Нантико-Бел». Для производства изделий методом экструзии используют следующие марки ТПУ с подходящей твердостью: Elastollan 1190 A10, Elastollan 1195 A10, Elastollan 1174 D 11, Elastollan C 98 A 10. Специалисты ООО «Эластоимпекс» оказывают техническую поддержку по выбору материала для различных применений. По запросу БГТУ для производства ТЭАСК подобрана марка Elastollan C 98 A 10.

В качестве силовых элементов в аналогах ТЭАСК используют стальные канаты двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6×7 (1+6) +1×7 (1+6) по ГОСТ 3066–80 (DIN 3055-72), показанный на рис. 2, а.

Для изготовления ТЭАСК возможно использование канатов диаметром 2,2 или 2,4 мм маркировочной группы не менее 1860 Н/мм². Количество таких канатов определяется требуемой разрывной нагрузкой. Например, при использовании канатов диаметром 2,4 мм (разрывная нагрузка 4,2 кН) для обеспечения разрывной нагрузки ТЭАСК не менее 50 кН требуется не менее 12 канатов. При использовании канатов диаметром 2,2 мм (разрывная нагрузка 3,6 кН) требуется не менее 14 канатов.

ТЭАСК с силовыми элементами в виде нескольких стальных канатов и покрытием из термопластичного полимера имеет конструкцию весьма близкую к конструкции кабельных изделий. Следовательно, для его изготовления может использоваться одна из разновидностей экструзионной технологии – наложение полимерной изоляции на металлическую жилу (так называемая «кабельная технология»).

В Республике Беларусь имеются крупные предприятия, основной сферой деятельности которых является производство проводов и кабелей различного назначения (например, ОАО «Щучинский завод «Автопровод», СООО «Минский кабельный завод «Минскабель»). На данных предприятиях имеется необходимое основное оборудование, которое, теоретически, возможно использовать для изготовления экспериментальных образцов ТЭАСК.

Таким образом, проведенные информационные исследования показали, что в Республике Беларусь имеется необходимая технологическая база для изготовления экспериментальных образцов ТЭАСК. Также, несмотря на то, что в Республике Беларусь не производят ком-

поненты, которые используют для изготовления аналогов ТЭАСК, есть возможность их поставки в необходимых объемах. Для оценки перспектив использования ТЭАСК в лифтах производства ОАО «Могилевлифтмаш» требуется изготовление экспериментальных образцов и их испытания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров М. П. Грузоподъемные машины. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 552 с.

2. Анцев В. Ю., Витчук П. В. Определение величины равновесной шероховатости рабочей поверхности ручьев лифтовых канатопроводящих шкивов//Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 7. Тула: ТулГУ. – 2013. –Ч. 1. – С. 208–213.

3. Сероштан В. И., Витчук П. В. Факторы, влияющие на техническое состояние и диагностирование канатов лифтовых установок//Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 7. Тула: ТулГУ. – 2013. Ч. 1. – С. 199–208.

4. Хелинг К., Перри Р., Райнер М. Средства подъема лифтов: максимизация рабочих характеристик канатов в существующих и «усовершенствованных» установках, работающих в условиях больших нагрузок // Лифт. Научно-технический журнал. №4–5. 2008. – С. 63–73.

5. Лифт электрический пассажирский Gen2 Premier MRL. Руководство по монтажу лифта. ОТИС Лифт. Санкт-Петербург. №: ZAA21315X1_FIM. 2019. – 128 с.

6. Тяговые ремни для лифтов otis (отис) gen 2 [Электронный ресурс]. URL: https://www.linekom.ru/plo-remni-dlya-liftov-otis-gen-2.html?utm_source (дата обращения: 19.09.2022).

7. Drives & Controls. Synthetic ropes replace steel elevator wires. 01 JUNE, 2000. [Электронный ресурс]. URL: https://drivesncontrols.com/news/archivestory.php/aid/1358/Synthetic_ropes_replace_steel_elevator_wires.html (дата обращения 19.09.2022).

8. Schindler Suspension Traction Media. [Электронный ресурс]. URL:https://elevation.fandom.com/wiki/Schindler_Suspension_Traction_Media (дата обращения 19.09.2022).

9. Спроектировать, собрать, наладить, запустить: репортаж с производства и монтажа лифтов Kone. [Электронный ресурс]. URL: <https://realt.onliner.by/2014/03/31/kone> (дата обращения 19.09.2022).