



Анферов Валерий Николаевич родился в 1943 г., окончил Уральский политехнический институт в 1970 г. Доктор технических наук, профессор кафедры «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины».

Область научных интересов — проектирование приводов транспортно-технологических машин на основе прогрессивных разновидностей передач зацеплением. Опубликовал два учебных пособия и более 70 статей в журналах и сборниках научных трудов, автор 16 изобретений и шести патентов.



Ткачук Александр Павлович родился в 1951 г., окончил НИИЖТ в 1977 г. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины».

Область научных интересов — механизация погрузочно-разгрузочных работ вилочными электропогрузчиками с кабельным питанием от промышленной электросети напряжением 380 В. Опубликовал 18 статей в журналах и сборниках научных трудов, автор двух изобретений.



Сергеева Ирина Владиславовна родилась в 1987 г., окончила СГУПС в 2009 г. Аспирантка кафедры «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины».

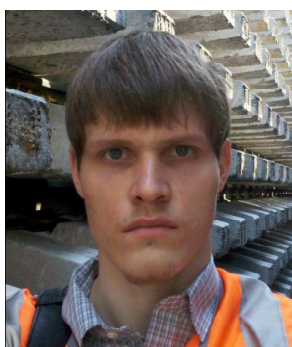
Область научных интересов — моделирование зацепления при проектировании приводов машин на основе спироидных передач. Опубликовала 13 статей в журналах и сборниках научных трудов.

E-mail: ponka.dzu@mail.ru



Корнеев Юрий Васильевич родился в 1986 г., окончил СГУПС в 2008 г. Инженер производственно-технического отдела аппарата управления филиала ОАО «ТрансКонтейнер» на Западно-Сибирской железной дороге.

Область научных интересов — проектирование механизмов грузозахватного устройства (спредера) на основе спироидных цилиндрических передач. Опубликовал восемь статей в журналах и сборниках научных трудов.



Кузьмин Антон Васильевич родился в 1989 г., окончил СГУПС в 2011 г. Аспирант кафедры «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины».

Область научных интересов — проектирование механизмов и приводов машин с самотормозящимися спироидными передачами. Опубликовал семь статей в журналах и сборниках научных трудов.

УДК 621.833.3

В.Н. АНФЕРОВ, А.П. ТКАЧУК, И.В. СЕРГЕЕВА, Ю.В. КОРНЕЕВ, А.В. КУЗЬМИН

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СПИРОИДНЫХ ПЕРЕДАЧ В МЕХАНИЗМАХ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Обоснованы возможность и целесообразность эффективного применения спиройдных передач в механизмах подъемно-транспортных машин. Приведены примеры практического проектирования механизмов и приводов на основе спиройдных передач. Разработанные устройства применены в промышленности.

Ключевые слова: *спиройдная передача, колесо, червяк, зацепление, механизм, редуктор.*

Анализ конструкций различных современных машин и механизмов, выполненный специалистами в России и за рубежом, свидетельствует о том, что объем применения в них передач зацеплением не уменьшается, а возрастает. Наряду с совершенствованием известных видов зубчатых передач появляются новые, до недавнего времени неизвестные, передачи, которые оказывают поистине революционное воздействие на конструкции приводов, механизмов и трансмиссий машин. К числу прогрессивных разновидностей передач зацеплением относятся спиройдные передачи, первая разновидность такого типа передач изобретена в США в 1954 г. [1]. За прошедшие годы интерес к спиройдным передачам возрастал, что объясняется рядом их преимуществ перед традиционными передачами с перекрещивающимися осями валов.

Известно достаточно большое количество разновидностей спиройдных передач, отличающихся формой и расположением звеньев, профилем зацепляющихся элементов, количеством и расположением зон зацепления и другими признаками [2].

На наш взгляд, наибольшие перспективы применения следует отнести к спиройдной цилиндрической передаче (рис. 1).



Рис. 1. Спиройдная цилиндрическая передача

Эта разновидность характеризуется высокой нагрузочной способностью, долговечностью и технологичностью. Такая передача может быть изготовлена на большинстве машиностроительных предприятий с использованием широко распространенного оборудования: токарных, резьбошлифовальных и зуборезных станков [3].

На рис. 2 в качестве примера показан процесс нарезания зубьев спиройдного колеса на зубофрезерном станке мод. 5Е32.

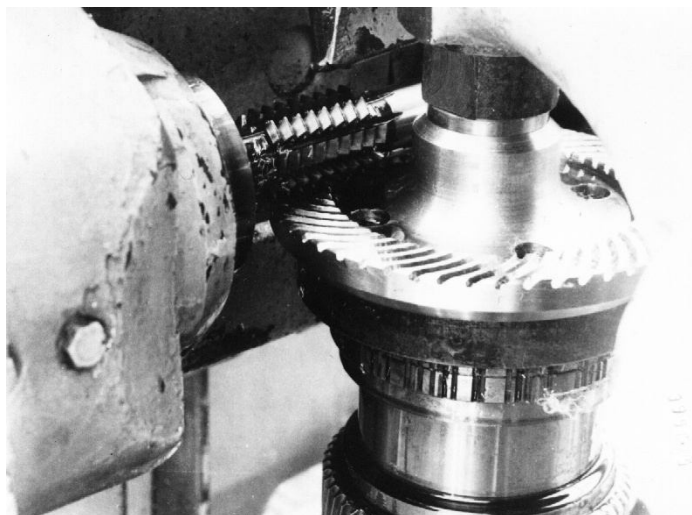


Рис. 2. Нарезание спироидного колеса на станке мод. 5Е32

Что касается изготовления спироидных червяков, то их производство не имеет принципиальных отличий от изготовления червяков цилиндрических червячных передач.

Цель настоящей статьи — ознакомить конструкторов и технологов в области подъемно-транспортных машин (ПТМ) с преимуществами спироидных передач, которые позволяют существенно улучшить технические характеристики, уменьшить габаритные размеры и массу, увеличить ресурс, снизить затраты на техническое обслуживание, ремонт и простои оборудования. Это дает возможность существенно увеличить производительность труда обслуживающего персонала при эксплуатации технологического оборудования.

Предпосылками к внедрению спироидных передач в механизмах ПТМ являются следующие достоинства:

- возможность осуществления передачи движения с изменением частоты вращения между валами, оси которых перекрещиваются в пространстве;
- высокая нагрузочная способность спироидного зацепления;
- плавность хода и бесшумность в работе;
- большие в сравнении с червячными передачами КПД и износостойкость;
- возможность исключения обратного хода (самоторможение);
- технологичность изготовления и сборки;
- применение для изготовления спироидных колес бронз и латуней, а также стали и чугуна.

Перечисленные достоинства спироидных передач обусловлены тем, что в сравнении с червячными они отличаются следующим [4]:

а) существенно большим коэффициентом перекрытия: практически все витки спироидного червяка (SW) находятся в одновременном зацеплении с зубьями колеса (SWG);

б) меньшим относительным скольжением зацепляющихся поверхностей звеньев при основном относительном расположении SW и SWG;

с) более благоприятным для возникновения в зацеплении масляного слоя расположением линий контакта зацепляющихся поверхностей звеньев, при котором углы между этими линиями и векторами окружных скоростей в контактных точках на витках SW имеют величины в интервале значений $60...90^\circ$;

- д) большими величинами суммарных скоростей качения, способствующими возникновению в зацеплении жидкостного трения;
- е) существенно меньшей чувствительностью к погрешностям монтажных размеров, определяющих осевое положение SWG и межосевое расстояние передачи;
- ф) повышенными простотой и удобством в отношении регулировки зазоров в зацеплении, а следовательно, уменьшением или даже полным исключением зазоров в зацеплении;
- г) повышенной стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам, достигаемой благодаря высоким значениям коэффициента перекрытия.

Примеры применения спироидных передач в механизмах подъемно-транспортных машин

1. Кабелесборочный механизм вилочных электропогрузчиков

Погрузчики различных типов получили широкое распространение в промышленности, на транспорте и в строительстве при проведении погрузочно-разгрузочных работ. Одним из самых распространенных видов являются универсальные электропогрузчики с приводом от аккумуляторных батарей. Наиболее часто их используют для погрузочных и разгрузочных работ в крытых складских помещениях с расстоянием транспортировки 100...120 м.

При многих положительных качествах аккумуляторных электропогрузчиков они имеют ограниченную энергоемкость (6...8 ч), что вызывает необходимость частой подзарядки аккумуляторных батарей. Для этой цели оборудуются специальные помещения, в которых используются зарядные станции, обслуживаемые квалифицированными специалистами. Содержание таких помещений и обслуживающего персонала, а также периодическое приобретение новых аккумуляторных батарей требует больших материальных затрат. Кроме того, в течение смены аккумуляторные батареи не обеспечивают постоянные параметры тока. Поэтому характеристики электроприводов погрузчика в конце смены существенно отличаются от паспортных данных, в результате снижается производительность машин. При температуре ниже $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ вообще невозможна длительная эксплуатация электропогрузчиков с аккумуляторным питанием.

Поэтому одним из направлений повышения эффективности работы электропогрузчиков, особенно в регионах страны с холодным климатом, является перевод их на кабельное питание от промышленной сети переменного тока напряжением 380 В. На кафедре «Механизация путевых, погрузочно-разгрузочных и строительных работ» Сибирского государственного университета путей сообщения разработан и реализован вариант модернизации электропогрузчиков с целью их перевода на кабельное питание.

Комплект оборудования, используемый при модернизации, состоит из устройства подвода электроэнергии 1, источника питания погрузчика 2 и кабелесборочного механизма 3 (рис. 3).

Устройство подвода электроэнергии представляет собой кабельшторную подвеску, токосъемный узел и устройство электрозащиты, а источник питания — блок из трансформатора и преобразователя тока.

Кабелесборочный механизм (рис. 4) состоит из барабана с токосъемным устройством и спироидного мотор-редуктора. Конструкция механизма защищена патентом [5]. Его работа осуществляется следующим образом. При включении электродвигателя мотор-редуктора вращение через дисковую фрикционную муфту передается на вал кабелесборочного механизма, заблокированного с токосъемным узлом. Вращение вала с барабаном одностороннее только на натяжение (подмотку) кабеля. Кабель, проходя

через кабель-водило, наматывается на барабан. Передача электроэнергии к источнику питания осуществляется через токосъемный узел. При достижении максимального усилия натяжения или при разматывании кабеля с барабана при движении погрузчика от точки подвеса фрикционная муфта пробуксовывает. Электродвигатель кабелесборочного устройства включается одновременно с двигателем механизма передвижения погрузчика. В отличие от существующих конструкций кабелесборочных устройств в предложенном нами варианте кабель наматывается и сматывается с одинаковым усилием натяжения независимо от направления и скорости движения погрузчика. Рывки кабеля отсутствуют при трогании с места, так как фрикционная муфта пробуксовывает при превышении нормированной величины момента. Исключается также значительное провисание кабеля и обеспечивается плавное вращение барабана.

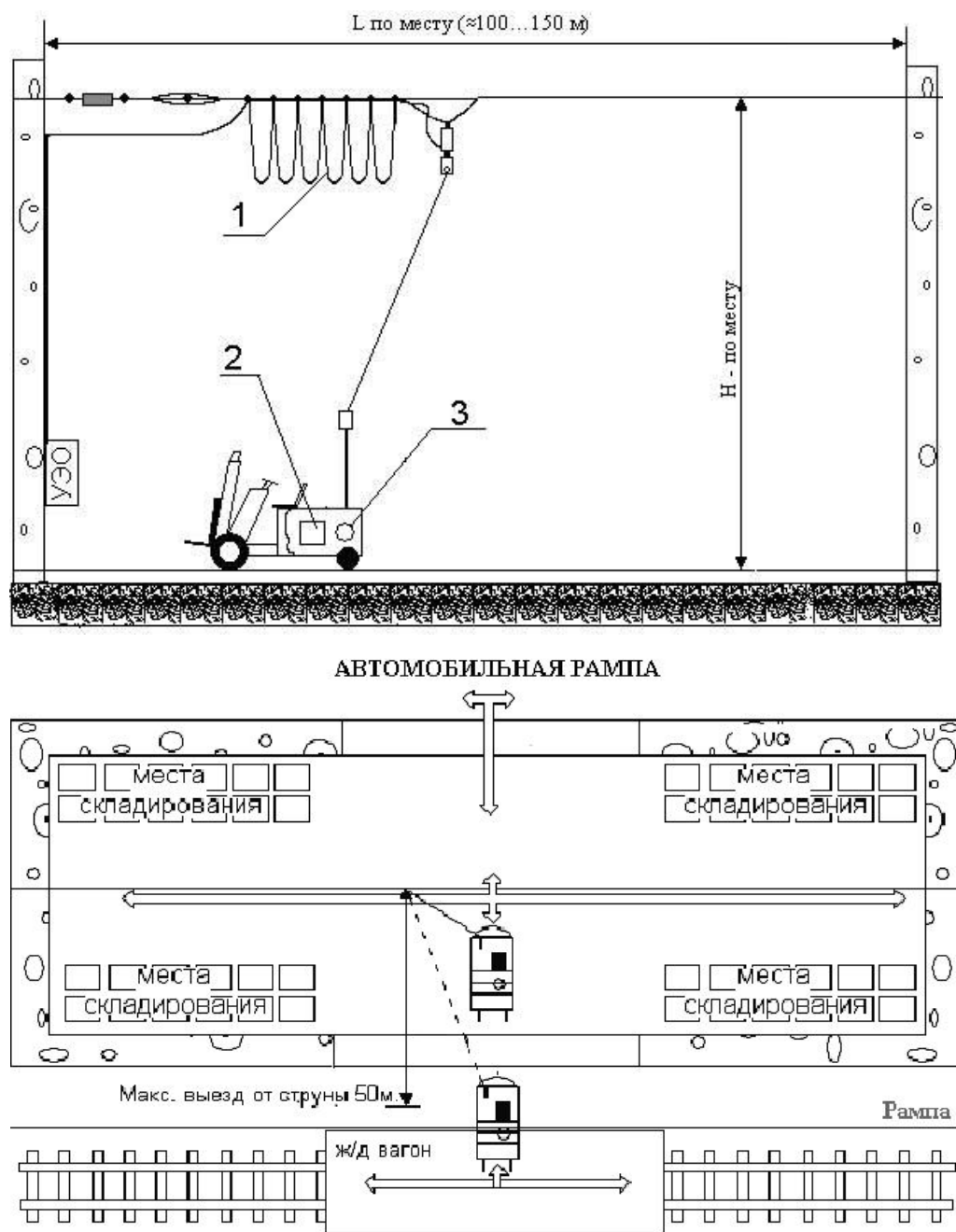


Рис. 3. Комплект оборудования для модернизации электропогрузчика

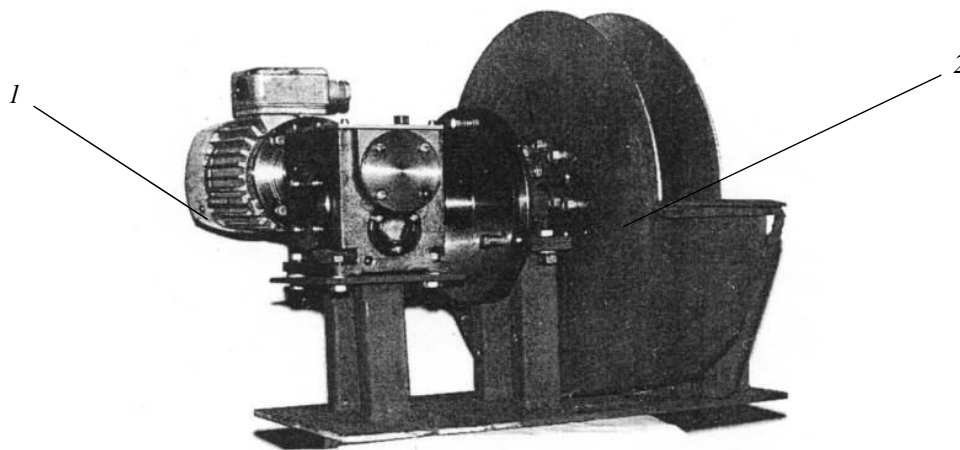


Рис. 4. Общий вид кабелесборочного механизма:

1 — спироидный мотор-редуктор; 2 — барабан с токосъемным устройством

Применение спироидного редуктора позволило значительно уменьшить размеры и массу, обеспечить заданный ресурс (10 000 ч).

Модернизированные электропогрузчики нашли применение на предприятиях г. Новосибирска и Новосибирской области, таких как: «Пассим», «Пассим-Фуд», «Аллегро», «Ланселот-Строй», «Колорлон», «Борисо», «Церера», «Кора», «Мускан», «Монитор», Химлекснаб, «Амика», НовосибирскЦветМет, «Посуда Центр», Новосибирская шоколадная фабрика, Купинский элеватор, Карасукский хлебокомбинат и др.

На рис. 3 представлен типичный пример применения электропогрузчиков с питанием от трехфазной сети напряжением 380 В по гибкому кабелю. С помощью электропогрузчика осуществляется разгрузка из железнодорожных вагонов, складирование и загрузка в автомобили. Модернизация проводилась на большинстве отечественных и зарубежных электропогрузчиков, что позволило эффективно их эксплуатировать в складских помещениях и на площадках длиной до 160 м и шириной 60 м, в специальном исполнении — до 100 м и более. Электропогрузчики допускают эксплуатацию в интервале температур от -40 до 40 °С. При применении модернизированных электропогрузчиков экономический эффект достигается в результате отказа от применения зарядных устройств и персонала, осуществляющего зарядку аккумуляторных батарей, а также обеспечения бесперебойной работы, в особенности при перегрузке железнодорожных вагонов.

2. Механизм поворота рамы спредера со спироидным редуктором

К настоящему времени наибольшее распространение на контейнерных терминалах сети железных дорог России получили спредеры в составе козловых кранов грузоподъемностью 25 т производства предприятия «Балткран», рассчитанные на перегрузку контейнеров типов 1С, 1СС и 1СХ по ГОСТ 18477. Такой спредер показан на рис. 5.

Спредер состоит из блоковой рамы 3 и захватной рамы 5, соединенных между собой опорно-поворотным кругом в составе механизма поворота 4, верхняя обойма которого крепится к блоковой раме, а нижняя — к захватной раме. Блоковая рама представляет собой сварную металлическую конструкцию, на которой смонтированы подвижные блоки 2 и корзина 1 для укладки электрического кабеля.

Одним из самых ответственных механизмов спредера является механизм поворота захватной рамы, который чаще всего выполняется по схеме «низкооборотный электродвигатель — червячный редуктор — открытая зубчатая передача». Наиболее слабым

звеном всей схемы является червячный редуктор: при активной эксплуатации быстро изнашивается венец червячного колеса, выполненный из дорогостоящей бронзы, поэтому его восстановление или замена — часто проводимая и высокоч затратная операция на контейнерном терминале с большим грузооборотом. Кроме этого, в процессе эксплуатации возможна поломка зубьев червячного колеса от действия циклических нагрузок, заклинивание червячного редуктора из-за нагрева при длительной работе, хрупкое разрушение чугунного корпуса редуктора от ударов спредера о контейнеры и вибраций. Возникновение любой из перечисленных выше неисправностей приводит к немедленной остановке перегрузочных работ и незапланированному ремонту.

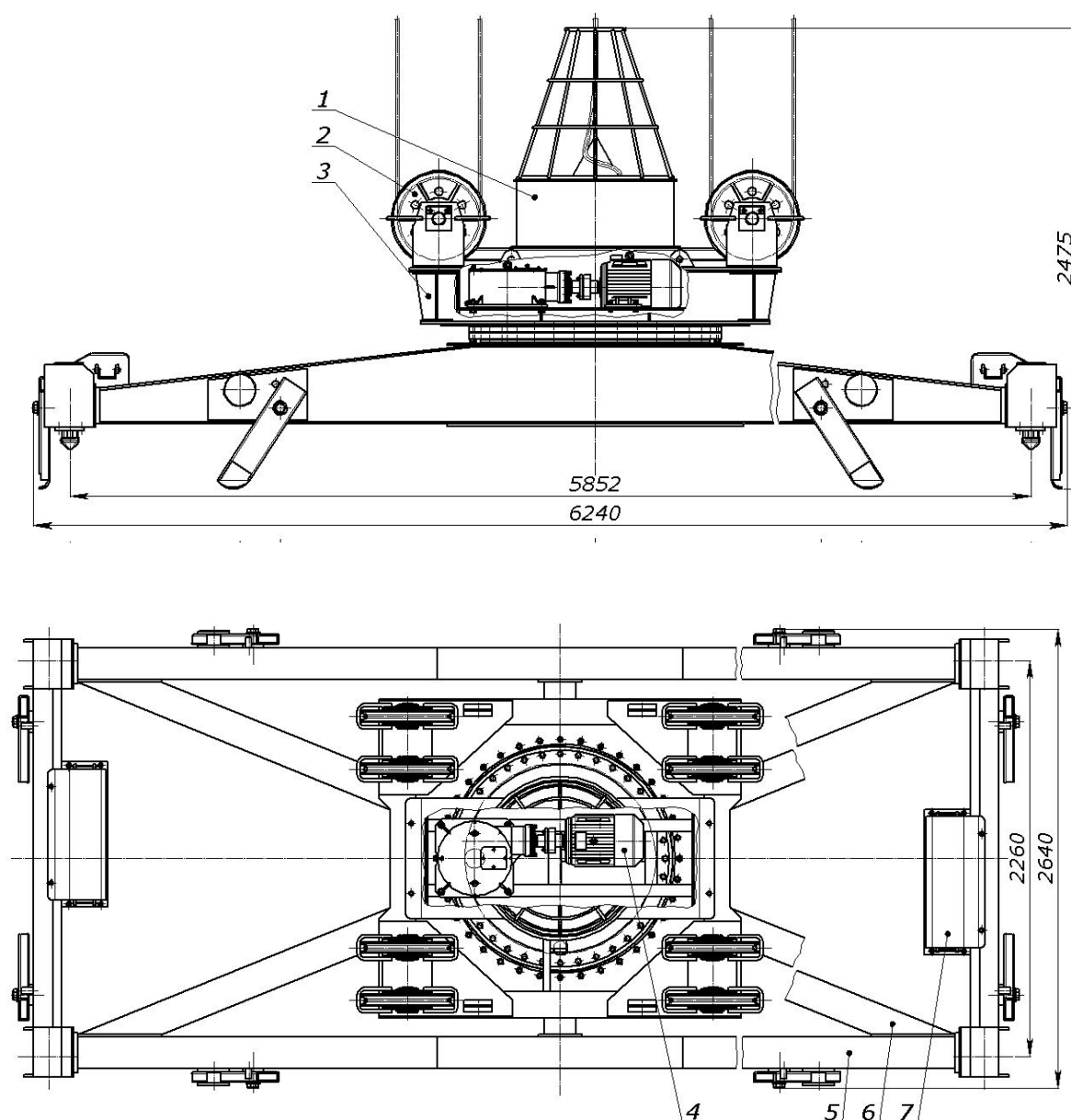


Рис. 5. Поворотный спредер для перегрузки стандартизованных контейнеров:

1 — корзина кабельная; 2 — блок канатной подвески; 3 — блоковая рама; 4 — механизм поворота захватной рамы; 5 — захватная рама; 6 — несущая рама; 7 — механизм поворота кулачков

На рис. 6 показан предложенный для встраивания в существующую конструкцию механизма поворота (т.е. для замены червячного редуктора) спироидный редуктор — механизм, содержащий понижающую спироидную передачу.

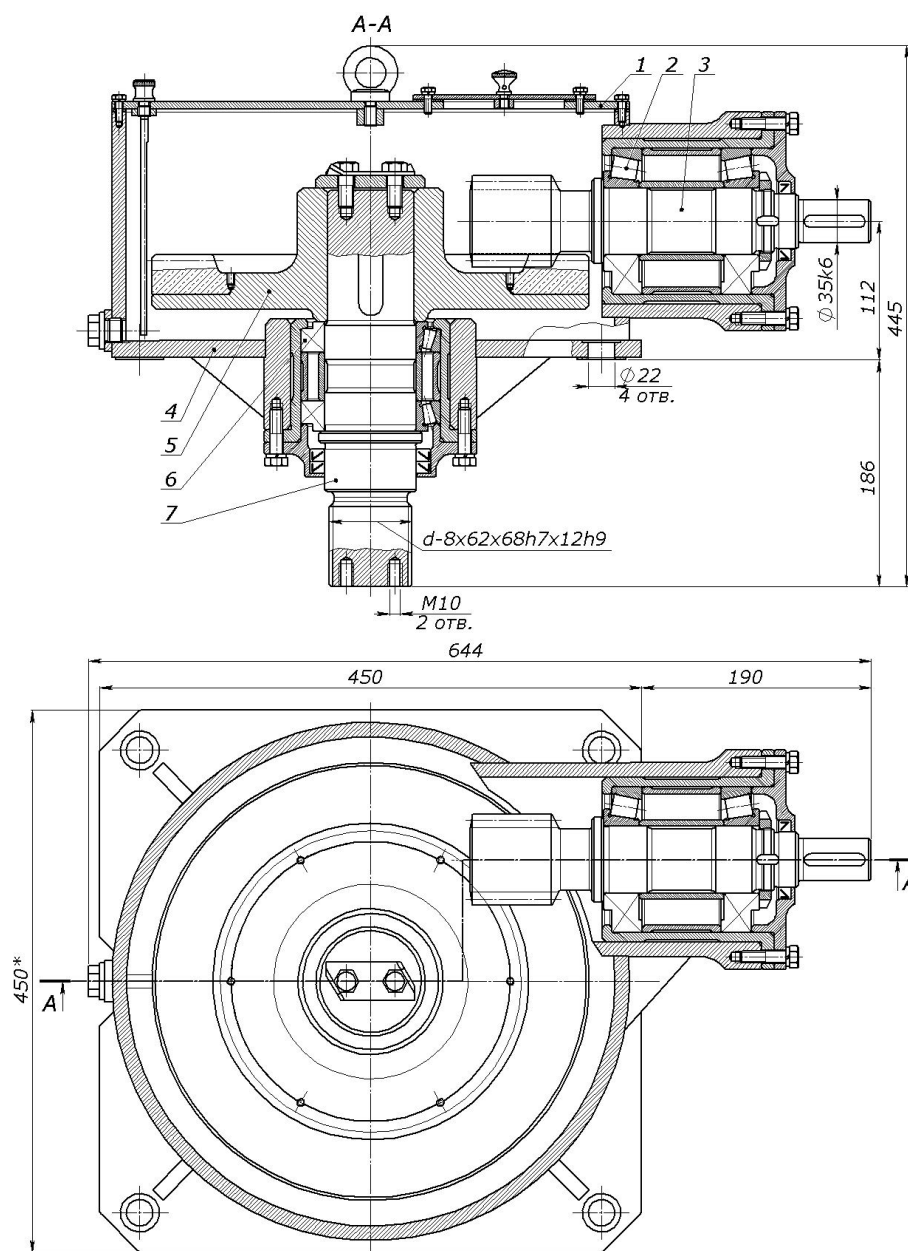


Рис. 6. Спироидный редуктор механизма поворота захватной рамы спредера:

1 — крышка с указателем уровня масла; 2 — подшипник вала-червяка; 3 — вал-червяк; 4 — корпус; 5 — колесо спироидное; 6 — подшипник вала спироидного колеса; 7 — вал спироидного колеса

Корпус 4 редуктора выполнен из соединенных сваркой стальных элементов и имеет несоизмеримо большую удароустойчивость по сравнению с чугуном корпуса существующего червячного редуктора. Спироидная передача имеет низкую склонность к заклиниванию и отказу даже при напряженной работе, что выгодно отличает ее от червячной передачи. Венец спироидного колеса 5 менее подвержен износу и, кроме этого, может быть выполнен из стали, что повышает срок службы редуктора и существенно сокращает расходы на восстановление его работоспособности.

Таким образом, замена червячного редуктора механизма поворота спироидным снижает риск остановки перегрузочных работ из-за поломки или заклинивания понижающей передачи, увеличивает ресурс механизма и уменьшает затраты на ремонт, т.е. в итоге имеет положительный экономический эффект. Кроме этого, применение спироидной передачи вместо червячной повышает плавность поворота и точность позиционирования захватной рамы при повороте, что уменьшает время наведения спредера на контейнер и время установки захваченного контейнера на погрузочную платформу, а значит, может быть использовано для увеличения интенсивности перегрузочных работ и повышения производительности козлового крана.

3. Механизмы подъема магнитного транспортера для перемещения грузов в герметизированном объеме

Применение спироидной передачи в приводе наилучшим образом позволяет создавать механизм, удовлетворяющий основным требованиям:

- 1) надежность в эксплуатации и гарантированный ресурс;
- 2) обеспечение плавного опускания и подъема грузов без рывков и вибраций;
- 3) возможность самоторможения при рассогласовании магнитных полумуфт;
- 4) стойкость к перегрузкам, возникающим при подъеме груза с подхватом;
- 5) доступность изготовления в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Гарантированный ресурс по износу (именно к ресурсу по износу, как это уже неоднократно отмечалось, передача оказывается наиболее критичной) спироидной передачи обеспечивается благодаря, во-первых, улучшенным показателям зацепления передачи, во-вторых, детерминированному подходу к проектированию спироидной передачи по данному критерию, разработанному при выполнении настоящей работы.

Плавное опускание и подъем грузов обеспечивается предпочтительной динамикой спироидной передачи, гарантированной большим коэффициентом перекрытия.

Возможность самоторможения, также как в червячной передаче, обеспечивается при большом ее передаточном отношении и дополнительно регулируется выбором диаметра червяка (угла подъема линии витков).

Стойкость к перегрузкам является одним из важных следствий большого коэффициента перекрытия, гарантирующего это важное качество спироидной передачи.

Доступность изготовления обеспечивается (также как и для червячных передач — передач, образованных по второму способу Оливье) возможностью использования универсального резьбо- и зубонарезного оборудования, которым оснащено практически любое машиностроительное предприятие, для изготовления спироидных передач.

Заметим здесь, что для преодоления барьера «неизвестности» при осуществлении производства спироидных передач специально разработан руководящий документ РД 57.11–78. Передачи спироидные цилиндрические. Методы изготовления.

При построении типоразмерного ряда механизмов подъема исходили из следующих исходных условий:

- грузоподъемность механизма изменяется в интервале 100–300 кг с шагом 100 кг;
- скорость подъема груза должна изменяться от 0,053 м/с до 0,105 м/с в соответствии с геометрической прогрессией с коэффициентом 1,26; следовательно, значения указанных скоростей соответствуют ряду: 0,053; 0,067; 0,083; 0,105 м/с;

— при выбранной частоте вращения вала двигателя, равной 920 мин^{-1} , необходимо для получения заданных скоростей подъема груза обеспечить редукцию соответственно в 118, 92, 74, 59 раз. Эту редукцию было решено получить с помощью двухступенчатого

редуктора, состоящего из конического и спироидного редукторов. При этом разные значения общего передаточного отношения было решено получать путем изменения передаточного отношения конической передачи.

Основные параметры механизмов подъема разработанного типоразмерного ряда приведены в таблице.

Основные параметры узлов механизмов подъема магнитных транспортеров

Наименование узла	Параметр	Грузоподъемность, кг											
		100				200				300			
		Скорость подъема груза, м/с											
		0,053	0,067	0,083	0,105	0,053	0,067	0,083	0,105	0,053	0,067	0,083	
Конический редуктор	m_k , мм	1,75				2,0				2,5			
	u_k	3,93	3,07	2,47	1,97	3,93	3,07	2,47	1,97	3,93	3,07	2,47	
Спироидный редуктор	m_c , мм	2,75				2,75				2,75			
	u_c	30				30				33			
	T_k , Н·м	94				153				218			
Магнитная муфта	D , мм	305				360				450			
	T_{max} , Н·м	38				62,5				118			
Электро-двигатель	P , кВт	0,37	0,55	0,75		0,75		1,1		1,1		1,5	
	n , об/мин	920											

При разработке конструкции спироидного редуктора в целях унификации узлов было решено размещать спироидные передачи в одном корпусе. Учитывая, что габариты и, следовательно, вес редуктора не должны при этом быть большими, использовано уникальное свойство спироидных передач — возможность реализации передачи с двумя зонами зацепления, у которой нагрузочная способность в 1,5...1,7 раза может быть больше, чем у передачи с одной зоной зацепления [6, 7]. Редуктор с такой передачей показан на рис. 7. При ортогональном расположении осей размеры колес в каждой зоне не отличаются друг от друга; отличие заключается в разнице значений V_s в каждой зоне, одна из которых является зоной основного расположения звеньев (меньшее значение V_s , большее значение η), другая — вспомогательного расположения (больше V_s , меньше η).

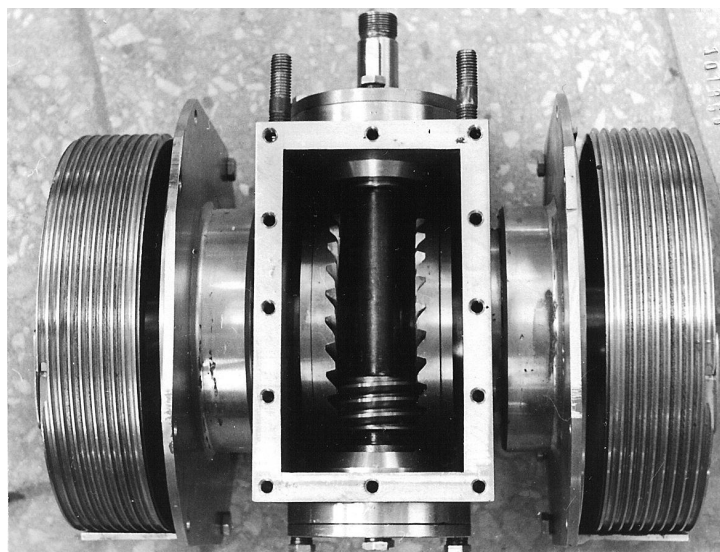


Рис. 7. Редуктор с самотормозящейся двухвенцово-цилиндрической спироидной передачей

Передачи каждого из основных типоразмеров спироидного редуктора для различных грузоподъемностей отличаются следующим:

- для грузоподъемности 100 кг используется одновенцовая передача;
- для грузоподъемности 200 кг используется двухвенцовая передача, размещающаяся в том же корпусе и имеющая те же геометрические параметры, что и предыдущая;
- для грузоподъемности 300 кг используется двухвенцовая передача, имеющая то же значение a_w , что и предыдущая, но отличающаяся несколько большим значением внешнего диаметра d_{e2} спироидных колес. Оставляя при этом неизменными геометрические параметры червяка (наружный диаметр d_{a1} , осевой модуль витков m_x , углы профиля витков), исключая длину b_1 нарезанной части (увеличивая значения b_1), вынуждены при этом изменить положение расчетной точки (значение координаты Z) и, следовательно, несколько изменить значение u_{12} , которое отличается от предыдущих (33 вместо 30). Однако вследствие увеличения значения b_1 увеличивается коэффициент перекрытия в передаче, суммарная длина контактных линий и, в итоге, ее нагрузочная способность, соответствующая грузоподъемности 300 кг.

Таким образом, удалось создать унифицированную конструкцию спироидного редуктора для всего типоразмерного ряда механизмов подъема магнитных транспортеров.

На рис. 8 представлена конструкция механизма подъема с самотормозящейся цилиндрической спироидной передачей.

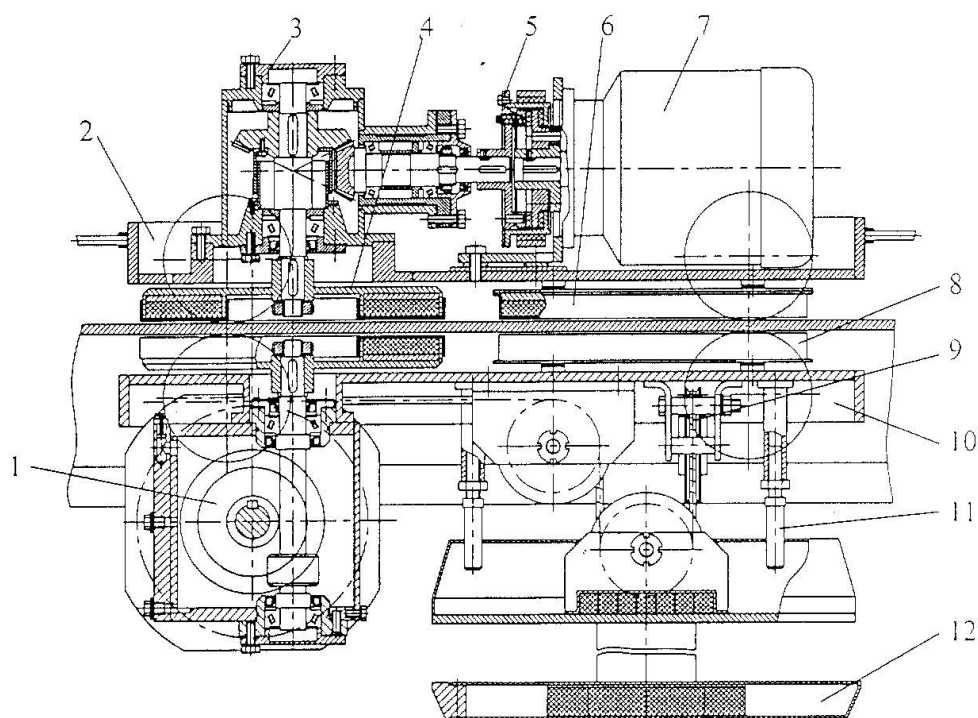


Рис. 8. Механизм подъема с самотормозящейся спироидной передачей

Узлы механизма подъема смонтированы на ведущей 2 и ведомой 10 тележках. На раме ведущей тележки установлены электродвигатель 7 и конический редуктор 3, соединенные между собой муфтой 5 с предохранительным фрикционным устройством. На выходном валу конического редуктора установлена магнитная полумуфта 4. Снизу к раме тележки 2 подсоединена магнитная система 6, предназначенная для передвижения тележки 10. На раме тележки 10 установлены спироидный редуктор 1 (см. рис. 7),

блоки 9, упоры 11, ограничивающие подъем подвески 12 в случае отказа конечных выключателей, и магнитная система 8.

4. Спироидно-червячный редуктор в приводе пластинчатого конвейера

Примером эффективного использования спироидной передачи являются созданные приводы пластинчатого конвейера. Высокая надежность и назначенный ресурс спроектированных механизмов непрерывного транспорта на основе спироидных передач подтверждены результатами экспериментальных исследований и практикой эксплуатации.

Эффективно используется спироидная передача, работающая в непрерывном режиме в редукторном приводе РС31,5/160 трехсекционного конвейера камеры стабилизационной сушки гранулированного материала. Схема привода представлена на рис. 9. Он включает клиноременную передачу, содержащую муфту предельного момента, спироидную и червячную пары. Основные характеристики привода: суммарное передаточное число $u_{\Sigma} = 12\,000$, момент на выходном валу двухступенчатого редуктора (рис. 10) $T_{2H} = 1\,300\text{ Н}\cdot\text{м}$.

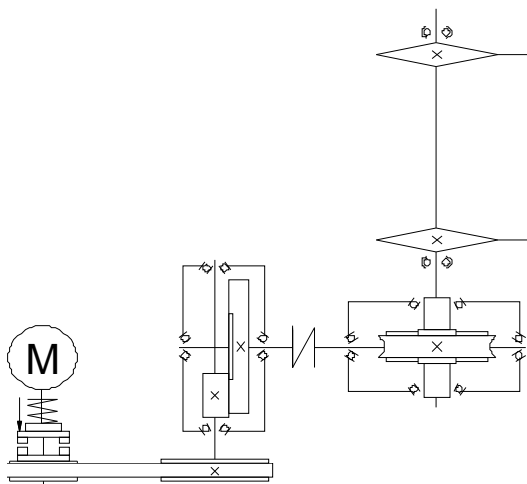


Рис. 9. Кинематическая схема привода пластинчатого конвейера

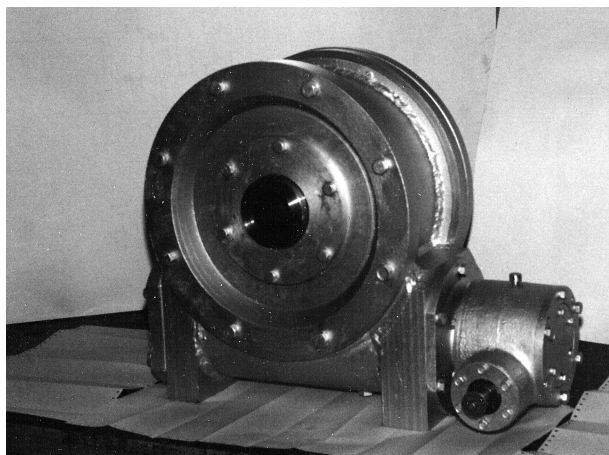


Рис. 10. Двухступенчатый редуктор привода пластинчатого конвейера

Основные параметры первой ступени, содержащей спироидную пару: $a_{w1} = 31,5\text{ мм}$, $u_c = 49$; второй ступени с червячной передачей: $a_{w2} = 160\text{ мм}$, $u_{\text{ч}} = 80$.

Применение двухступенчатого редуктора РС31,5/160 позволило существенно уменьшить массу и габариты в сравнении с двухступенчатым червячным редуктором общего назначения производства завода «Редуктор» (г. Санкт-Петербург). Вал тихоходной ступени редуктора полый, благодаря чему он устанавливается непосредственно на приводном валу звездочек специального пластинчатого конвейера без промежуточной муфты, чем и достигается, в сочетании с компактностью редуктора, резкое уменьшение пространства, занимаемого редукторным приводом.

К настоящему времени приводы конвейеров отработали более десяти лет при трехсменной (круглосуточной) работе. Результаты эксплуатации подтвердили их высокую надежность и безотказность.

Таким образом, созданы опытно-промышленные образцы редукторных приводов машин непрерывного транспорта на основе спироидных передач с гарантированным ресурсом по износу, которые соответствуют мировому уровню в этой области техники.

Это позволило отказаться от закупки в Италии аналогичного дорогостоящего оборудования, сократить сроки внедрения новых автоматизированных линий по производству гранулированного материала. Кроме того, существенно снижены эксплуатационные расходы по содержанию и отоплению производственных площадей путем уменьшения размеров приводов конвейеров и линий в целом. Снижение эксплуатационных затрат на содержание и отопление производственных помещений особенно ощутимо в условиях Сибири, где отопительный сезон длится более полугода.

В представленной статье на конкретных примерах показано эффективное применение спироидных передач в приводах ПТМ. В каждом случае применения спироидных передач решались различные задачи: уменьшение размеров и массы, обеспечение заданного ресурса, использование свойств самоторможения и обеспечение плавности хода, повышение нагрузочной способности и др.

На наш взгляд, спироидные передачи могут быть эффективно применены в других механизмах, где традиционно используются червячные передачи.

Библиографический список

1. *O.E.Saari*. Pat. 269125 USA Speed-reduction gearing.
2. ГОСТ 22850–77. Передачи спироидные. Термины, определения и обозначения. Введ. 01.01.79. М.: Изд-во стандартов, 1978. 65 с.
3. *Гольдфарб В.И.* Разработка исследования и производство спироидных передач — основное направление Института механики ИжГТУ // Современные информационные технологии. Проблемы исследования, проектирования и производства зубчатых передач: Сб. докладов междунар. семинара. Ижевск, 2001.
4. *Гольдфарб В.И., Анферов В.Н.* Перспективы применения спироидных передач в горном машиностроении // Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды. Т. 2. Машиностроение. Новосибирск, 2007.
5. Кабелесборочное устройство для питания электропогрузчиков: пат. РФ № 33350 / В.Н. Анферов, С.В. Картавых, А.П. Ткачук, В.В. Хлюпин, А.Э. Черных. Оpubл. в БИ. 2003. № 29.
6. *Езерская С.В.* Исследование спироидной передачи с двумя зонами зацепления: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 1975. 24 с.
7. *Езерская С.В., Быстров М.М.* Некоторые результаты исследования нагрузочной способности спироидных редукторов с двумя зонами зацепления // Механические передачи: Сб. тр. Ижевск: ИМИ, 1976. С. 37–44.

V.N. Anfyorov, A.P. Tkachuk, I.V. Sergeeva, Y.V. Korneev, A.V. Kuzmin. Spiroid Gear Application in Handling.

The possibility and reasonability of the effective spiroid gear application in handling are proved. The examples of machine practical design and spiroid gear based actuators are given. The developed devices are used in industry.

Key words: *spiroid gear, wheel, worm, gearing, mechanism, reduction gear.*