

Таблица

Параметры стабильности процесса наплавки электродами ОК46.00							
Способ подачи электрода	$U_{rms}, V$	$I_{rms}, A$	$N_{sc}$	$t_{sc.mean}, ms$	$t_{sc.srd}$	$T_{sc.mean}, ms$	$T_{sc.srd}$
Автоматический	21,4	132	74	7,4	0,58	123	0,32
Ручной	19,7	134	95	8,9	1,30	121	0,42

По полученным экспериментальным данным можно говорить о повышении стабильности протекания процесса сварки, с применением автоматической подачи. При сохранении среднего режима сварки уменьшается распределение Гаусса, как для длительности коротких замыканий, так и для периодичности появления коротких замыканий, при одинаковой величине длительности периода между короткими замыканиями. Таким образом с помощью устройства автоматической подачи покрытых электродов можно исключить влияние человека на результаты исследований, аттестаций и испытаний при дуговой сварке покрытыми электродами.

Список используемых источников:

1. Теория сварочных процессов: Учеб. Для вузов по спец. «Оборудование и технология сварочного производства» / В.Н. Волченко, В.М. Ямпольский, В.А. Винокуров и др.; под редакцией В.В. Фролова. – М.: Высшая шк., 1988. 559 с.: ил. ISBN 5–06–001473–8.
2. Милютин В.С. Сварочные свойства оборудования для дуговой сварки / В.С. Милютин, Р.Ф. Катаев. – Москва: Оформление, печать: ООО «НАКС Медиа», 2016. – 464 с.
3. Исследование стабильности плавления и переноса электродного материала в процессе дуговой сварки плавящимся электродом от источников питания с различными динамическими характеристиками / Ю.Н. Сараев [и др.] // Сварочное производство. – 2016. – № 12. – С. 3-10.
4. Methods for the determination of arc stability / Marjan Suban, Janez Tušek Journal of Materials Processing Technology 143–144 (2003) 430–437.
5. Masaya Shigeta, Takahiro Ikeda, Manabu Tanaka, Tetsuo Suga, Bovornchok Poopat, Somporn Peansukmanee, Niwat Kunawong, Ackadech Lersvanichkool, Hiroaki Kawamoto, Supot Thongdee, Kazuyuki Suenaga, Makoto Ota Qualitative and quantitative analyses of arc characteristics in SMAW Weld World (2016) 60:355–361 DOI 10.1007/s40194-015-0288-2.
6. Yu. N. Saraev, A. G. Lunev, V. M. Semenchuk, and A. S. Nepomnyashchii // Heat and mass transfer kinetics in arc welding process Russian Physics Journal, Vol. 62, No. 9, January, 2020 (Russian Original No. 9, September, 2019).
7. Cheng-Yu Wu, Pi-Cheng Tung, Chyun-Chau Fuh // Development of an automatic arc welding system using an adaptive sliding mode control Journal of Intelligent Manufacturing 21(4):355-362
8. Стабильность процесса ручной дуговой сварке покрытыми электродами Ильященко Д.П. Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 5. С. 199-201.
9. Показатели стабильности процесса дуговой сварки плавящимся электродом Ланкин Ю.Н. Автоматическая сварка. 2011. № 1 (693). С. 7-15.
10. Исследование влияния энергетических параметров дуговой сварки покрытыми электродами на стабильность тепломассопереноса Сараев Ю.Н., Lunev A.Г., Киселев А.С., Гордынец А.С., Нестерук Д.А., Хайдарова А.А., Чинахов Д.А., Семенчук В.М. Сварочное производство. 2018. № 2. С. 3-13.

### ВСЕНАПРАВЛЕННОЕ МОТОР-КОЛЕСО ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ПЛАТФОРМЫ

Т.А. Никифоров, студент группы 10А81, научный руководитель: Проскоков А.В.,  
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета,  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26E-mail: tan11@tpi.ru

**Аннотация.** Современное складское хозяйство машиностроительных предприятий оснащается мобильными платформами для автоматического перемещения в пределах цеха различных материалов и любого производственного оснащения. Главным требованием для транспортных тележек является их мобильность и грузоподъемность. В данной работе на мобильной платформе предлагается

применить всенаправленное колесо с целью повышения мобильности совершения маневров в условиях ограниченного пространства.

**Abstract.** Modern warehouse facilities of machine-building enterprises are equipped with mobile platforms for automatic movement of various materials and any production equipment within the workshop. The main requirement for transport trolleys is their mobility and carrying capacity. In this paper, it is proposed to use an omnidirectional wheel on a mobile platform in order to increase the mobility of performing maneuvers in conditions of limited space.

**Ключевые слова:** мобильная транспортная платформа, всенаправленное «Omni» колесо, мотор-колесо, всенаправленный привод, кинематика движения, баланс сил, результирующий вектор скорости.

**Keywords:** mobile transport platform, omnidirectional "Omni" wheel, motor-wheel, omnidirectional drive, motion kinematics, balance of forces, resulting velocity vector.

Современное складское хозяйство включает в себя процесс, состоящий из последовательно выполняемых операций прохождения материальных потоков начиная от приемки на склад и заканчивая выдачей по требованию. При этом на любом производственном складе присутствует 3 основных потока. Внутреннее движение грузов по складской территории, сортировка и доставка в нужное место на складе является основным потоком, в котором возможно применение мобильных роботизированных платформ. С учетом ограниченности пространства при движении между рядами стеллажей, к транспортным тележкам применяются повышенные требования к грузоподъемности и мобильности рабочей тележки при совершении маневров.

Одним из перспективных вариантов повышения мобильности платформы является применение всенаправленных «Omni» колес. Роликонесущие колеса были изобретены в 1973 году в шведской компании Mecanum. С тех пор они привлекают внимание разработчиков роботов во всем мире.

Установка таких колес на мобильную платформу позволяет значительно расширить степени свободы и совершать практически любое прямолинейное движение или вращение вокруг своих осей, или одновременно оба эти маневра. Кроме того, за счет повышенной маневренности этих колес тележка может перемещаться с заданной ориентацией без дополнительных маневров, присущих обычным колесным платформам с обычными тороборазными колесами. Это значительно расширяет возможности маневрирования в ограниченном пространстве зоны погрузки и без дополнительных маневров сократить время доставки материалов, что в конечном итоге приведет к положительному экономическому эффекту.

На рис. 1 показан общий вид всенаправленного колеса, на периферии которого установлены опорные ролики, расположенные под углом 45 градусов к центральной оси колеса. Все ролики имеют свободную ось и могут вращаться относительно общего колеса.

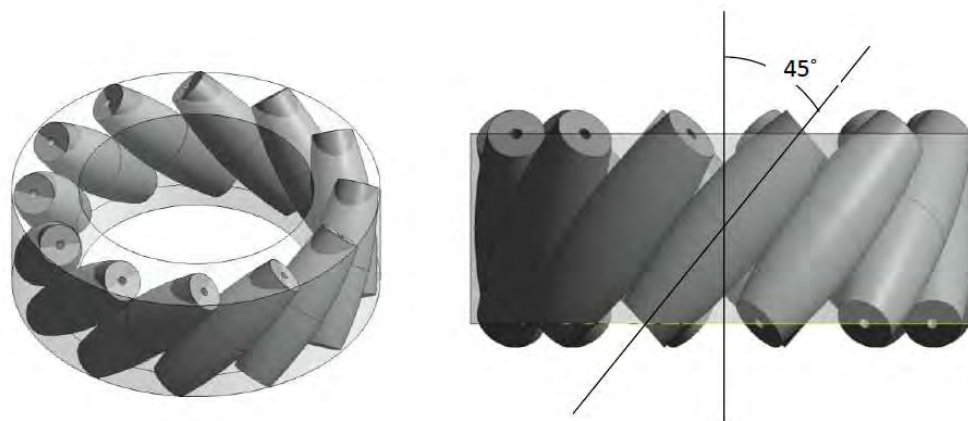


Рис. 1. Общее расположение опорных роликов «Omni» колеса

Принцип работы этого колеса основан на одновременном силовом взаимодействии колес, где за счет силы трения и свободного вращения роликов, установленных под углом 45 градусов, формируется результирующий вектор общего направления транспортной системы.

На рисунке 2 показано направление вектора движения четырехколесной мобильной платформы. С учетом направления вращения каждого отдельного колеса будет реализовываться различный вид движения на плоскости. Одним из главных условий формирования вектора является условие

одинаковое распределение силы трения на каждое колесо. Кроме того важно обеспечить не только крутящий момент, но и заданную скорость вращения колес.

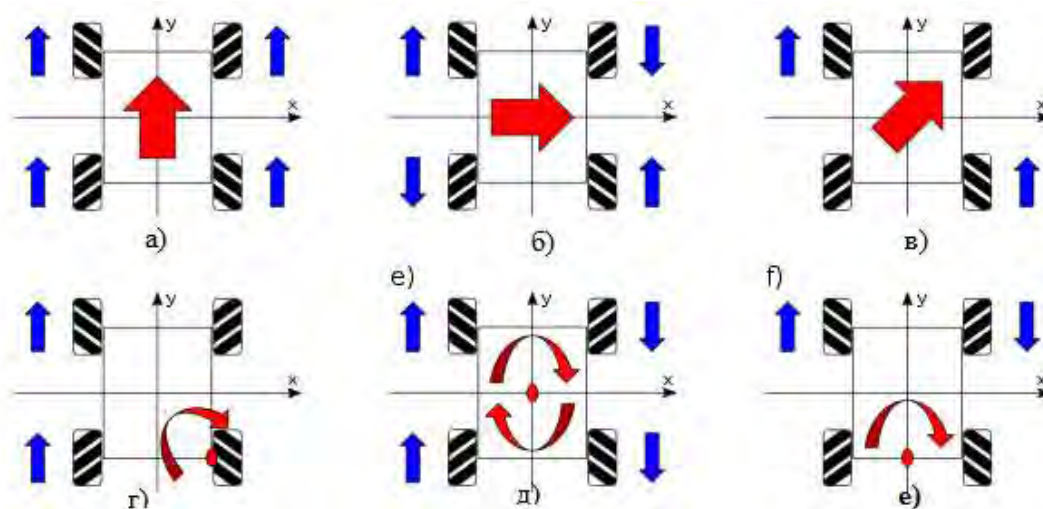


Рис. 2: Направления вращения колес: а) движение вперед; б) движение вправо; в) движение по диагонали; г) движение вокруг одного из колес; д) вращение вправо; е) вращение вокруг центральной точки одной из осей.

Для задачи использования всенаправленного «Omni» колеса на роботизированной платформе складского назначения с целью снижения габаритных размеров приводов движения было принято решение конструирования колеса для грузоподъемности платформы 500 кг. В основу привода взято готовое мотор-колесо производства китайской компании «Bafang» на базе бесколлекторного электродвигателя 350 Ватт, 36 Вольт и наличия встроенного планетарного редуктора.

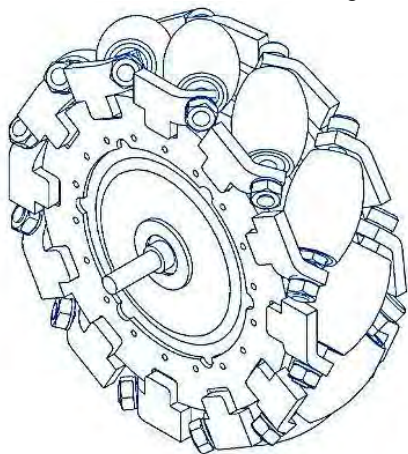


Рис. 3. Общий вид всенаправленного мотор-колеса

В целом необходимо произвести модернизацию готового колеса. Для этого необходимо заблокировать обгонную муфту, установленную внутри редуктора. На торцевые поверхности мотор-колеса с двух сторон необходимо установить и закрепить винтами несущие пластины, выполненные в виде алюминиевых колец с базовыми и крепежными отверстиями. В специальных пазах-карманах колец необходимо закрепить с помощью сварки проушины, предварительно загнутые и просверленные под углом 45 градусов. Количество проушин на одном диске равно числу опорных роликов. Опорные ролики колеса собираются отдельно и состоят из базовой втулки с поливинилхлоридной основой. Во втулку опорного ролика установлена ось, которая через два подшипника и серию распорных втулок закрепляется в двух проушинах гайкой.

С использованием трехмерного моделирования в системе Компас 3D была разработана и подготовлена объемная модель сборки описанного выше всенаправленного колеса.

Дальнейшим направлением работы является изготовление, сборка и дальнейшее испытание четырех колес, установленных на общей платформе.

Список используемых источников:

1. [https://www.keldysh.ru/papers/2016/prep2016\\_127.pdf](https://www.keldysh.ru/papers/2016/prep2016_127.pdf)
2. А. А. Килин, А. Д. Бобыкин Управление тележкой с омниколесами на плоскости// Нелинейная динамика. 2014. Т. 10. № 4. С. 473-481.