

При появлении открытого фонтана из устья скважины, когда спуск по лестнице вышки становится опасным или невозможен из-за открытого встречного фонтанирования и ежесекундной опасности воспламенения и взрыва с последующим разрушением вышки, верховой ложится в люльку и отклоняя рукоятку, спускается вниз.

Скорость спуска, развиваемая тележкой с люлькой и рабочим равна

$$V=2gH \cos \alpha, \text{ м/с,}$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, 9,8 м/с;  $H$  – высота от земли до площадки 2 вышки 1, м;  $\alpha$  – угол между перпендикуляром к поверхности земли и наклоном рельсовых путей.

Таким образом, обеспечивается быстрое удаление рабочего на значительное безопасное расстояние от вышки, превышающее всю ее высоту до нескольких раз.

#### Список использованных источников

1. А.с.№49507 СССР, М.Кл. А62В37/00. Спасательное устройство/ О.И.Прокопов и др. Б №46, 1975.
2. А.с.№512769 СССР. М.Кл. А62В37/00. Спасательное устройство/ О.И.Прокопов, С.З.Ягудин, Б. №17, 1980.
3. А.с.№733698 СССР, М.Кл. № А62В37/00. Спасательное устройство для верхового рабочего/ О.И.Прокопов, С.З.Ягудин, Б. № 18, 1980.

## ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ИИС КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КАЛИБРОВКИ МАНИПУЛЯТОРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

М.Н.Пиганов

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Качественный уровень автоматизации производственных процессов в большой степени зависят от уровня развития информационно-измерительных систем, а качество последних, в свою очередь, определяется развитием методов измерения технологических параметров. В настоящее время на фоне бурного развития роботизации производства возрастает значение соблюдения стандартов на средства робототехники, разработки эффективных методов испытаний роботов. По ISO 8373 (Международной Организации по стандартизации) промышленные роботы определены как свободно программируемые устройства с рядом твердых компонентов, свя-

занных соединениями. Один конец компонент составной цепочки должен быть зафиксирован, в то время как другой - конечный (рабочий орган) может быть перемещен управлением с помощью системы управления роботом. Если имеются, например, шесть или более поворотных шарниров, промышленный робот может достигать каждой точки его рабочей ячейки с любой ориентацией.

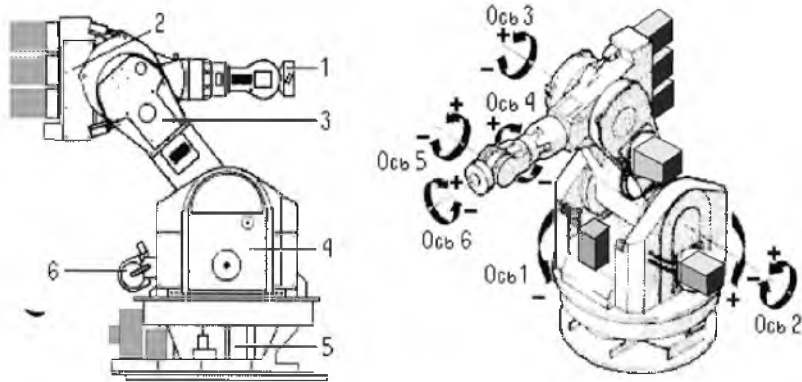


Рис. 1. Модель шестизвенного шарнирного манипулятора универсального промышленного робота: 1,2,3,4,5,6 – звенья манипулятора

Если манипулятор имеет шесть степеней свободы (рис. 1), то существует конечное число обобщенных векторов  $q$  (различных конфигураций манипулятора), обеспечивающих заданное положение точки конца инструмента. В идеальной модели робота при изменении углов Эйлера положение ТСР (рабочей точки инструмента) не должно изменяться и робот точно воспроизводит запрограммированную контурную траекторию независимо от положения звеньев манипулятора. В реальности обеспечение совпадения идеальной и реальной моделей робота (за счет операции калибровки), несмотря на индивидуальный характер расположения механических нулей в шарнирах манипуляторов одного типа, будет гарантией совместности (взаимозаменяемости) роботов в роботизированных автоматических линиях и комплексах. В этой связи проблема контроля качества калибровки робота приобретает первостепенное значение.

Один из методов проверки точности калибровки описан в работе [1] и основан на использовании двух концентрических цилиндров с массивом отверстий на их поверхности. Решение предполагает вставку ориентированного инструмента робота в два отверстия (в обоих цилиндрах) с трудно-реализуемой идентификацией оси между двумя центрами и поддержанием

линейности части инструмента, вставляемой по направлению вдоль этих осей.

Другой метод калибровки, основанный на осуществлении активных измерений положения ТСР, внедрен в ОАО «АВТОВАЗ» [2]. Сущность метода основана на том, что универсальный промышленный робот является сложной системой, включающей в себя систему управления роботом и манипулятором. Поэтому система измерительного контроля калибровки реализована методом активного измерительного эксперимента, включающего в себя измерение и одновременное управление объектом измерения по рабочей программе.

Однако разработанный для осуществления метода стенд обладает существенным недостатком. Процесс калибровки осуществляется за счет контактного способа измерения положения точки ТСР. Следовательно, перемещения рабочего органа в пределах рабочей зоны робота в процессе измерений не происходит, что может привести к существенным погрешностям, в том числе за счет люфтов или провисания механических звеньев манипулятора.

Идентифицированные параметры, связанные с калибровкой робота – погрешность позы, погрешность повторяемости, и разрешающая способность. Каждый из них зависит от различных использованных компонентов при проектировании робота (связи, двигателя, кодеры, и т.д.), процедуры конструирования и емкости контроллера. Разрешающая способность определена как самое маленькое инкрементальное перемещение, которое робот может физически производить. Погрешность повторяемости - критерий способности робота двигаться обратно к той же самой позиции и ориентации. Погрешность позы определена, как способность робота точно двигаться в желательную позицию в трехмерном пространстве. Возможные погрешности графически иллюстрируются на рис.2.

Наличие низких статических погрешностей позы и повторяемости определяют способность робота двигаться в желательное расположение без любой девиации. Динамическая погрешность позы и повторяемости определяют способность робота следовать желательной траектории с малой или отсутствующей дисперсией.

Анализируя методы, рассмотренных в работах [1,2], можно сделать вывод о невозможности на их основе осуществлять процесс калибровки в процессе движения манипулятора в пределах всей рабочей зоны, что, безусловно, сказывается на значениях динамических погрешностей. Поэтому наиболее перспективным следует считать метод, основанный на бесконтактных, например, оптических методах измерения перемещений рабочей точки ТСР манипулятора в процессе выполнения технологических операций калибровки.

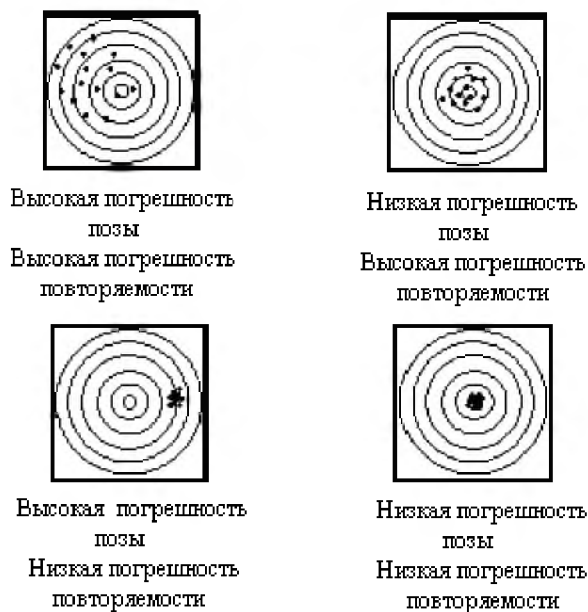


Рис.2. Иллюстрация погрешностей универсального промышленного робота

#### Список использованных источников

1. K. Conrad, P. Shiakolas. Robot calibration issue: accuracy, repeatability and calibration // The University of Texas at Arlington. USA, 2003.
2. Нестеров В.Н., Жеребятъев К.В. Информационно-измерительная система для калибровки универсальных промышленных роботов // Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления "ДАТЧИК-2004": Сб. матер. XVI Н.-т. конф. с участием зарубеж. спец. Под ред. проф. В.Н.Азарова - М.: МГИЭМ, 2004.
3. Пат.2185953 РФ, МКИ В 25 J 19/00. Стенд для контроля точности контурных перемещений промышленного робота / К.В. Жеребятъев, Р.Р. Кусов, П.Е. Судаков. – №2001103100; Заявл. 02.02.01; Оpubл. 27.07.02. Бюл. №21.