

**УДК 536.75: 621.90**

**А.Ю. Колесникова (асп., каф. Автоматы), И.Б. Челпанов, д.т.н., проф.**

## **ПОДХОД К РЕШЕНИЮ СИЛОВЫХ ЗАДАЧ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ**

В подавляющем большинстве работ по механике манипуляционных роботов рассматриваются задачи кинематики и динамики для режимов свободного переноса объектов, когда кинематические цепи манипуляторов являются разомкнутыми. Между тем наиболее ответственными являются те этапы, на которых переносимый объект находится в контакте с другими предметами или объектами внешней среды. Это необходимо учитывать, в частности, при установке объекта на заданные позиции, но наиболее ответственными в этом плане являются выполняемые самим роботом операции роботизированной сборки и механообработки. К их числу относится и прорабатываемая авторами задача роботизированной смазки, когда рабочим органом робота является разработанный на кафедре «Автоматы» смазочный агрегат, предназначенный для подачи под высоким давлением смазки в смазочные отверстия обслуживаемых машин. Такие роботы известны за рубежом (имеется даже специальный английский термин *lubricating robot*). В отечественной специальной литературе подобные задачи рассматриваются исключительно с позиций автоматизации управления («силовое управление»), вопросы механики обычно остаются вне внимания.

В данном докладе сначала формулируются и формализуются требования на силовое базирование отверстия выходного устройства смазочного агрегата: необходимо, чтобы после базирования вектор силы взаимодействия в точке контакта был ограничен по модулю сверху и снизу, а его направление находилось в пределах заданного конуса. Количественные параметры ограничений выводятся из условий надежного выполнения рассматриваемой операции. При анализе статики взаимодействия используется методика, разработанная ранее на кафедре «Автоматы» применительно к задачам силового базирования при роботизированной сборке. Ограничения на силы взаимодействия пересчитываются на ограничения по силам и моментам в кинематических парах, после чего проверяется выполнимость сформулированных ограничений при заданных предельных возможностях приводов во всех кинематических парах для заданных конфигураций механизма манипулятора. При невозможности выполнить эти условия ищутся другие конфигурации. Предлагаются два возможных варианта управления силами: управление непосредственно по силам или моментам с обратными связями от датчиков силомоментного очувствления, и обычное контурное управление по приращениям обобщенных координат с обратными связями по этим координатам, когда силы определяются через матрицы жесткости. Рассматриваются примеры плоского и трехмерного механизмов манипулятора, формулируются рекомендации по принципиальным и схемным решениям.