

«Сейфуллин окулары – 12: Ғылым жолындағы жастар-болашақтың инновациялық әлеуеті» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференция материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: Молодежь в науке - инновационный потенциал будущего" . – 2016. – Т.1, ч.2 – С.172-175

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аман Ш.С.

Манипуляционные системы имеют грузоподъемность 0,5-5,0 т и монтируются на самоходном шасси типа Т-16М и на тракторах класса 1,4 и 5. Подъём (опускание) и разворот на углы до $\pm 80^\circ$ шарнирно-сочленённой стрелы осуществляется гидроцилиндрами. Манипуляторы имеют широкий спектр действия и предназначены в основном для малоземельных хозяйств.

В условиях развития малоземельных хозяйств возрастает потребность в простых, легко монтируемых и переналаживаемых средствах механизации различных технологий в сельском хозяйстве. При этом основными транспортно-энергетическими модулями остаются тракторы и самоходные шасси, загрузка которых в малых специализированных предприятиях будет возрастать.

В современном многоукладном сельском хозяйстве в Казахстане более половины технологических операций прямо или косвенно связаны с выполнением подъёмно-транспортных и перегрузочных работ.[1] При этом масса большинства грузовсельскохозяйственного назначения не превышает 500кг. Эпизодически возникает потребность в средствах механизации специфических грузов массой 3-5 тонна.

В связи с этим, логично использование (в малоземельных хозяйствах) транспортноэнергетических модулей в виде самоходного шасси Т-16М (трактора класса 0,6)на грузоподъемность 0,5 т и мощного трактора класса 5 (типа «Беларус»)нагрузоподъемность до 5 т. При этом трактор класса 5 может отсутствовать в конкретном хозяйстве. В ряде хозяйств самоходное шасси не задействовано непосредственно в сельскохозяйственных работах и используется для транспортно-перегрузочных и вспомогательных работ.

Манипуляционные системы, разработкой которых занимаются в Казахстане,включают приводные (ведущие) звенья, стреловое (передаточное) оборудование и грузозахватные (рабочие) органы. В наиболее простом варианте (рис. 1, а)приводный и передаточные звенья совмещены и формируют рёбра пространственной структуры ввиде неправильной, геометрически изменяющейся, треугольной пирамиды, вершина M которой несёт рабочий орган.[2]

Конструктивно «рёбра» пирамиды выполнены в виде гидроцилиндров, опоры A, B, C которых имеют две степени свободы, а вершина M – это особое шарнирное устройство с числом степеней свободы не менее 4-х. В

модификациях «пирамида» монтируется на поворотном (посредством дополнительного гидроцилиндра) основании, благодаря чему пространственная структура несёт функции робота с широкой зоной действия и характеризуется объёмной стабильностью. (рис. 1, б)

В новейших разработках в качестве приводных (ведущих) звеньев используются шариковые передачи с электроприводом.

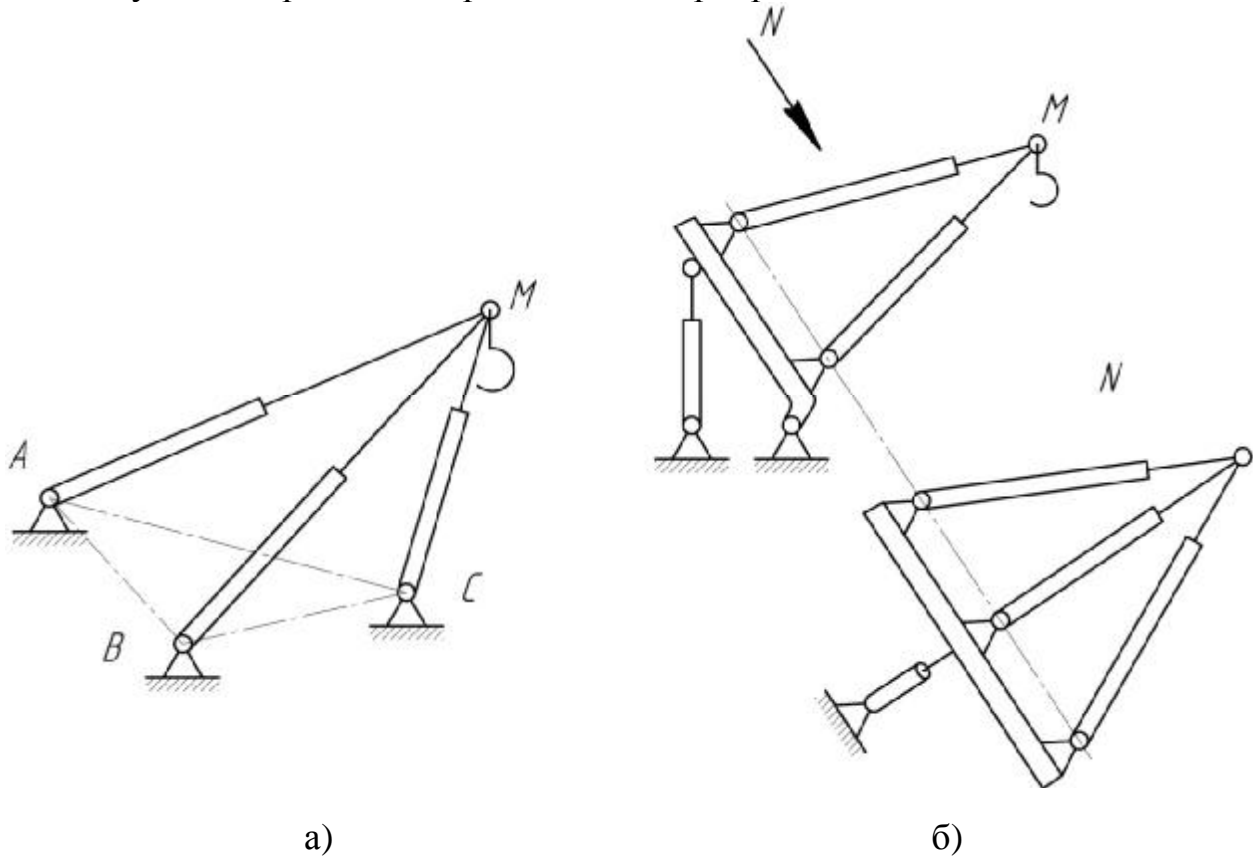


Рисунок 1 – Схемы телескопических манипуляционных систем

Подобные телескопические манипуляционные системы являются разновидностью робототехнических устройств. [3] Разработан самоходный манипулятор, в котором поворотное основание монтируется на раме самоходного шасси Т-16М манипулятор имеет грузоподъемность 0,5 т, не нуждается в выносных опорах, характеризуется маневренностью и способен захватывать и транспортировать малогабаритные грузы, поддоны, контейнеры, узлы сельскохозяйственной техники и т.п.

Манипуляционные системы, в которых ведомым звеном является стрела с рабочим органом на конце, отличаются более широкими функциональными возможностями.

К примеру, двухзвенная шарнирно-сочленённая стрела имеет привод от двух гидроцилиндров, которые вместе с коренной секцией стрелы образуют пространственную видоизменяемую структуру.

Гидроцилиндры являются опорой и средством для подъёма (опускания) стрелы в вертикальной плоскости и её разворота на углы до $\pm 80^\circ$ в горизонтальной плоскости. Такой манипулятор посредством выносного

основания монтируется на штатной гидронавеске трактора и имеет грузоподъёмность Q до 1 тонны (для тракторов класса 5). Разработано перспективное направление в создании гидрофицированных грузоподъёмных средств манипуляторного типа циклического действия, которое включает двухзвенную.

Шарнирно-стержневую грузовую стрелу и один или два пространственных приводных механизма для подъёма и поворота секций стрелы. Для управления манипулятором предложена электрогидравлическая система бесступенчатым регулированием параметров электродвигателя переменного тока. Кинематический и силовой, анализ манипуляционных систем выполнен с привлечением алгоритмов метода координат для пространственных и плоских стержневых образований.

Выносное основание с опорами (а вместе с ним и вся манипуляционная система) переводится в рабочее положение посредством штатного гидропривода навески. Масса навесной части манипулятора не превышает грузоподъёмность ($m \leq Q$). Агрегат сохраняет возможность транспортировки тракторных прицепов и обеспечивает механизацию широкого спектра рассредоточенных и вспомогательных транспортно-перегрузочных работ [4].

Оборудование манипулятора с шарнирно-сочленённой стрелой грузоподъёмностью до 0,63 т монтируется на раме самоходного шасси здесь пространственное движение стрелы осуществляется гидроцилиндрами и шарнирно-стержневой структурой. Манипулятор предназначен для работы со штучными сельскохозяйственными грузами.

Мощный гидроманипулятор грузоподъёмностью 5 тонна с трёхзвенной шарнирно-сочленённой грузозахватной стрелой монтируется на гидронавеске трактора класса 5 («Беларус») посредством выносного основания. Угол поворота стрелы составляет $\pm 50^\circ$. Для снижения динамичности и энергоёмкости агрегата разработан вариант гидропривода с пневмогидроаккумуляторами [5]. Манипулятор предназначен для механизации рассредоточенных монтажно-технологических работ, в том числе внутри производственных помещений. Агрегат сохраняет возможность буксировки мощных тракторных прицепов. При ненадобности навесное оборудование легко демонтируется.

В варианте, показанном манипулятор монтируется на самоходном шасси Т-16М и является принадлежностью агрегата машинного двора при наличии в хозяйстве определённого количества тракторов и сельскохозяйственной техники.

Манипуляционное оборудование закреплено за кабиной шасси и снабжено выносными опорами. В кузове впереди кабины размещается монтажно-технологическое, сварочное и иное оборудование.

Особенностью кинематики трёх стержневых пространственных механизмов (с двумя или тремя звеньями переменной длины) является возможность их попадания в мертвое положение – при неудачно выбранных

размерах [6]. В обобщённой системе координат $OX_1X_2X_3$ связь между размерами и координатами пространственной структуры записывается в виде:

$$\sum_j^n (x_j - a_{ij})^2 = l_i^2 \quad (1)$$

где x_j – искомые координаты, находящиеся на вершине треугольной «пирамиды»; a_{ij} – j -ая координата i -ой точки крепления звеньев на основании; l_i^2 – расстояние от вершины до указанных точек; $i = j = 1, 2, 3$. Если, например, длины гидроцилиндров BM и CM (рис. 1, а)

$$l_{min} = l_0; l_{max} = l_0 + S \quad (2)$$

где S – ход штока, то при определённых сочетаниях координат все звенья располагаются на одной плоскости – механизм попадает в мёртвое положение.

Для стабильной работы манипуляционной системы размеры пространственных механизмов должны быть подобраны таким образом, чтобы при любых значениях l_{min} и l_{max} мёртвое положение не наступало. Манипуляционные системы на базе пространственных механизмов характеризуются также энерго эффективностью [7] и имеют перспективу в малоземельных хозяйствах.

Список литературы

1. Дяшкин-Титов В.В. Разработка методов расчёта манипулятора-трипода на поворотном основании: автореф. дис. ... канд. техн. наук [Текст] / В.В. Дяшкин-Титов. – Волгоград, 2014. – 20 с.
2. Pyndak, V.I. Energy Efficiency of Mechanisms and Instruments for Deep Cultivation of Soil / V.I. Pyndak, A.E. Novikov // Tomson Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2014. – Vol.43, No.6. – pp. 532-536.
3. Манипуляционные системы роботов / Под ред. А.И. Корендясева. М.: Машиностроение, 1989. С.102-107
4. Кривельская Н.В. Анализ кинематики пространственных механизмов грузоподъемных устройств // Проблемы развития машинных технологий и техн. средств пр-ва с.-х. продукции: Сб. науч. тр. научно - практ. конф. / ПГСХА. - Пенза, 2002. - С.190-193.
5. Пындак В.И., Кривельская Н.В. Электрогидравлический стенд для испытания манипуляторов // ИЛ №51-036-04 ВолЦНТИ. - 4 с.
6. Тягунов О.А. Исследование динамики управляемых транспортных роботов. — М. : Проблемы машиностроения и надежности машин, № 6, 1999, РАН. — с. 90-91

7. SupportvectormachineregressionanalysisofLHD failures; Dindarloo, Saeid R.; JAN 1 2016
http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=3&SID=V27ReDqXI6iY7eSY1Nx&page=2&doc=12&cacheurlFromRightClick=no