

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КИНЕМАТИКИ РЫЧАЖНЫХ СИСТЕМ МНОГОЦЕЛЕВЫХ ЛЕСНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ

Моисеев Г.Д.¹, Калашникова О.А.¹, Колесников П.Г.²

¹*Брянский государственный инженерно-технологический университет, г.Брянск;*

²*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск*

Ключевые слова: кинематическая схема, манипулятор, эффективность.

Аннотация. Разработан критерий оптимизации многоцелевых лесных и строительных манипуляторов.

В связи с повышением функциональности многоцелевых лесных и строительных манипуляторов возрастает актуальность определения эффективности кинематических схем манипуляторов, а также определения критерия их эффективности.

Параметрами, определяющими кинематику рычажной системы манипулятора, являются: суммарная длина звеньев, соотношения между длинами звеньев, начальные и конечные углы поворота звеньев при соединении их вращательными шарнирами, величина хода телескопирования звеньев, координаты установки начального звена рычажной системы на базовой машине.

Суммарная длина звеньев определяется из следующих условий:

1) обеспечения заданного радиуса захвата и максимальной высоты выгрузки;

2) обеспечения устойчивости базовой машины при подъеме на максимальном вылете груза заданной массы или при действии на рабочий орган манипулятора заданного усилия при максимальном вылете;

При определении соотношений длин звеньев, а также других кинематических параметров рычажной системы манипуляторов, необходимо учитывать, что рычажная система должна обеспечивать выполнение технологических операций, например, захват штучного груза на разных уровнях от опорной поверхности, захват и работа с технологическим инструментом (зуб рыхлителя, гидромолот, отвал и др.), зачистка и рыхление грунта и т.д.

Величина рабочей зоны, в которой выполняется заданная операция, является интегральной характеристикой кинематической схемы рычажной системы и имеет непосредственную связь с такой важной характеристикой манипулятора как его эксплуатационная часовая производительность P_0 .

Эксплуатационная часовая производительность манипулятора

$$P_0 = Q / T, \quad (1)$$

где Q - объем работ, выраженный в соответствующих единицах измерения (m , m^2 , m^3 , т, руб. и т.д.); T - время, затраченное на выполнение работы;

$$T = t_{on} + t_{np},$$

где t_{on} - время, затрачиваемое непосредственно на выполнение рабочих операций; t_{np} - время, затрачиваемое на переезды и установки манипуляторе с одного рабочего места на другое.

Время, непосредственно затрачиваемое на выполнение рабочих операций при объеме работ Q

$$t_{on} = Q / P_m, \tag{2}$$

где P_m - техническая производительность строительного манипулятора.

Время, затрачиваемое на переезды и установки манипулятора

$$t_{np} = n_{np} t_{1np}, \tag{3}$$

где n_{np} - количество переездов и установок манипулятора при выполнении объема работ Q ; t_{1np} - время, затрачиваемое на один переезд и установку. Количество переездов

$$n_{np} = Q / Q_1, \tag{4}$$

где Q_1 - объем работ, который может быть выполнен строительным манипулятором с одной его установки,

$$Q_1 = Vk,$$

где V - объем рабочей зоны, в которой должна выполняться заданная операция с одной установки манипулятора; k - переводной коэффициент.

Для операции захвата штучного груза величина коэффициента k равна отношению суммарной массы груза к объему рабочей зоны. Аналогично определяется величина k для остальных операций.

Подставив выражения (2) - (4) в выражение (1) получим

$$P_{\text{э}} = \frac{Q}{\frac{Q}{P_T} + \frac{Qt_{1np}}{Vk}} = \frac{1}{\frac{1}{P_T} + \frac{t_{1np}}{Vk}}, \tag{5}$$

Выражение (5) определяет зависимость часовой эксплуатационной производительности манипулятора от величины рабочей зоны, в которой выполняется заданная операция.

При выполнении манипулятором нескольких операций суммарная эксплуатационная производительность определяется выражением [1]

$$P_{\text{э}} = \sum P_{\text{э}i} p_i^t s_i, \tag{6}$$

где $P_{\text{э}i}$ - часовая эксплуатационная производительность на i -й операции, определяемая из выражения (5); p_i^t - вероятность продолжительности i -й операции; s_i - коэффициент приведения производительности к единой размерности;

Подставляя выражение (5) в (6) получим зависимость эксплуатационной производительности многоцелевого манипулятора от величины объема V_i рабочей зоны, для каждой из выполняемых операций

$$P_{\text{э}} = \sum \frac{p_i^t s_i}{\frac{1}{P_T} + \frac{t_{1np}}{Vk}}. \tag{7}$$

Величина объема рабочей зоны V_i для каждой из выполняемых операций зависит только от принятых значений кинематических параметров рычажной системы манипулятора. Величина технической производительности P_{Ti} задается либо техническим заданием на проектирование, либо может быть приближенно определена по существующим машинам-аналогам. Величины вероятности продолжительности i -й операции p_i^t , продолжительности одного переезда и

установки манипулятора t_{1np_i} и коэффициента k_i определяются условиями эксплуатации и конструкцией базовой машины.

Увеличение объема рабочей зоны, в которой выполняется та или иная заданная операция, кроме увеличения эксплуатационной производительности за счет уменьшения времени, затрачиваемого на переезды и установки манипулятора, способствует улучшению условий захвата штучного груза и технологического инструмента, уменьшает количество переключений исполнительных двигателей рычажной системы, уменьшает расход топлива при переездах манипулятора, улучшает условия труда оператора, облегчает захват сменных рабочих органов, что в конечном счете также приводит к увеличению эксплуатационной производительности манипулятора.

Таким образом, за критерий эффективности кинематической схемы рычажной системы многоцелевого манипулятора целесообразно принять величину его эксплуатационной производительности, определяемой в зависимости от величины рабочей зоны по каждой из выполняемых операций по зависимости, определяемой выражением (7).

В случае невозможности оценки значений величин операции p_i^t , t_{1np_i} и k_i для многоцелевого манипулятора за критерий эффективности кинематической схемы его рычажной системы можно принять средний приведенный объем рабочей зоны V_{np} по всем выполняемым операциям

$$V_{np} = \sum \frac{V_i}{V_{i\max}} p_i^t,$$

где $V_{i\max}$ - максимальная величина рабочей зоны по i -ой выполняемой операции. Необходимость приведения суммарного объема рабочей зоны по всем выполняемым операциям к безразмерной величине вызвана возможностью измерения объемов V_i в различных единицах, а также различной абсолютной величиной объемов рабочих зон по отдельным операциям.

Для рычажной системы одноцелевого манипулятора критерием эффективности кинематической схемы является объем рабочей зоны, в которой выполняется данная операция. Полученные расчетные зависимости позволяют определить эффективность кинематических схем многоцелевых манипуляторов со сменными рабочими органами.

Список литературы

1. Моисеев Г.Д. Техничко-экономическая эффективность многоцелевых машин и манипуляторов лесного комплекса / Г.Д. Моисеев, П.Г. Колесников // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: сборник статей по материалам всероссийской научно-практической конференции. Том 1. – Красноярск: СибГТУ, 2013. – С. 114-117.

Сведения об авторах:

Моисеев Григорий Дмитриевич – к.т.н., доцент кафедры материаловедения и машиноведения, БГИТУ, г.Брянск;

Калашникова Ольга Андреевна – студентка БГИТУ, г.Брянск;

Колесников Павел Геннадьевич – к.т.н., доцент, декан факультета подготовки кадров, заведующий кафедрой автомобилей, тракторов и лесных машин, СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск.

EFFICIENCY OF THE KINEMATICS LEVER SYSTEMS MULTIPURPOSE CONSTRUCTION MANIPULATORS

Moiseev G.D., Kalashnikova O.A., Kolesnikov P.G.

Keywords: kinematic scheme, manipulator, efficiency.

Abstract. Developed optimization criterion multipurpose forestry and construction manipulators.

References

1. Moiseev G.D. Technical and economic efficiency of multipurpose machines and manipulators of the forest complex / G.D. Moiseev, P.G. Kolesnikov // Forest and chemical complexes – problems and solutions: collection of articles on the materials of the all-Russian scientific and practical conference. Vol. 1. – Krasnoyarsk: Siberian State Technological University, 2013. – P. 114-117.

УДК 64-1/-9

<https://doi.org/10.26160/2618-6810-2019-2-20-22>

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦИРКОНИЕВЫХ КЕРАМИК ИЗ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ

Алисин В.В.

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г.Москва

Ключевые слова: трение, износ, керамика, диоксид циркония, узел трения, триботехнические испытания.

Аннотация. Проведены лабораторные испытания на трение и износ образцов технических керамик на основе диоксида циркония. Установлено, что керамикам на основе диоксида циркония свойственны хорошие трибологические свойства и высокая трещиностойкость, что делает их наиболее перспективными для применения в узлах трения машин и приборов.

Ресурс работы узлов трения, содержащих циркониевые керамики и кристаллы, а также их надежность и коэффициент полезного действия полностью определяется триботехническими характеристиками материалов пары трения. Тенденции к существенному улучшению эксплуатационных свойств технической керамики в узлах трения связаны с применением ультрадисперсных порошков материалов. Интерес к керамикам на основе диоксида циркония для производства изделий триботехнического назначения обусловлен уникальным сочетанием показателей прочности, износостойкости, трещиностойкости, температуростойкости [1]. Свойства керамик даже одного и того же химического состава существенно зависят от технологических режимов их изготовления. Качество смешивания, режимы прессования, температура спекания, исходные размеры частиц порошка влияют на пористость, размер зерна, микроструктуру межзеренных границ, твердость, вязкость разрушения, а значит и на износостойкость этих материалов. Создание и расчета ресурса работы узлов трения с подшипниками скольжения сухого и граничного трения, содержащими втулки из циркониевой керамики требуют проведения экспериментальных исследований по определению триботехнических характеристик керамик.

Целью данной работы является сравнительная оценка интенсивности изнашивания и коэффициентов трения керамических материалов спеченых из