

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯТОРОВ

The models of work forestry crane with allowance for of reliability are developed.

Гидравлические манипуляторы находят широкое применение в лесопромышленных производствах всего мира. При этом они используются как на транспортных, так и на технологических модулях. Применяются три принципиальные схемы: шарнирно-рычажная, телескопическая и комбинированная (рис. 1).

Размерный ряд манипуляторов представлен в диапазоне грузových моментов от 20 до 300 кНм.

Ведущими производителями являются Германия, Канада, США, Финляндия, Швеция. В Республике Беларусь гидравлические манипуляторы выпускают АО «Амкодор», МТЗ и Мозырский завод мелиоративных машин с грузowymi моментами 35, 40, 75 кНм.

Для оптимизации параметров манипуляторов и режимов работы необходимы их модели. Для манипуляторов характерны следующие основные состояния:

S_1 – манипулятор исправен, но простаивает из-за отсутствия сырья;

S_1 – манипулятор выполняет обработку предмета труда (дерево, хлыст, сортимент и т. д.);

S_{21} – отказ колонны;

S_{22} – отказ стрелы и рукояти;

S_{23} – отказ телескопа-удлинителя;

S_{24} – отказ грейфера;

S_{25} – отказ гидросистемы.

Работа манипулятора представится схемой состояний (рис. 2), а также вероятностями соответ-

ствующих состояний P_{ij} , интенсивностями потоков поступления предметов труда λ_{ij} , отказов λ_{ij} , обработки μ_{ij} и восстановления работоспособности μ_{ij} .

Функционирование манипулятора можно описать системой уравнений

$$\begin{cases} \frac{dP_1}{dt} = -\lambda_1 P_1 + \mu_1 P_2 + \mu_{21} P_{21} + \mu_{22} P_{22} + \\ + \mu_{23} P_{23} + \mu_{24} P_{24} + \mu_{25} P_{25}, \\ \frac{dP_2}{dt} = \lambda_1 P_1 - \mu_1 P_2 - \lambda_{21} P_{21} - \lambda_{22} P_{22} - \\ - \lambda_{23} P_{23} - \lambda_{24} P_{24} - \lambda_{25} P_{25}, \\ \frac{dP_{21}}{dt} = -\mu_{21} P_{21} + \lambda_{21} P_2, \\ \frac{dP_{22}}{dt} = -\mu_{22} P_{22} + \lambda_{22} P_2, \\ \frac{dP_{23}}{dt} = -\mu_{23} P_{23} + \lambda_{23} P_2, \\ \frac{dP_{24}}{dt} = -\mu_{24} P_{24} + \lambda_{24} P_2, \\ \frac{dP_{25}}{dt} = -\mu_{25} P_{25} + \lambda_{25} P_2, \\ P_1 + P_2 + P_{21} + P_{22} + P_{23} + P_{24} + P_{25} = 1. \end{cases} \quad (1)$$

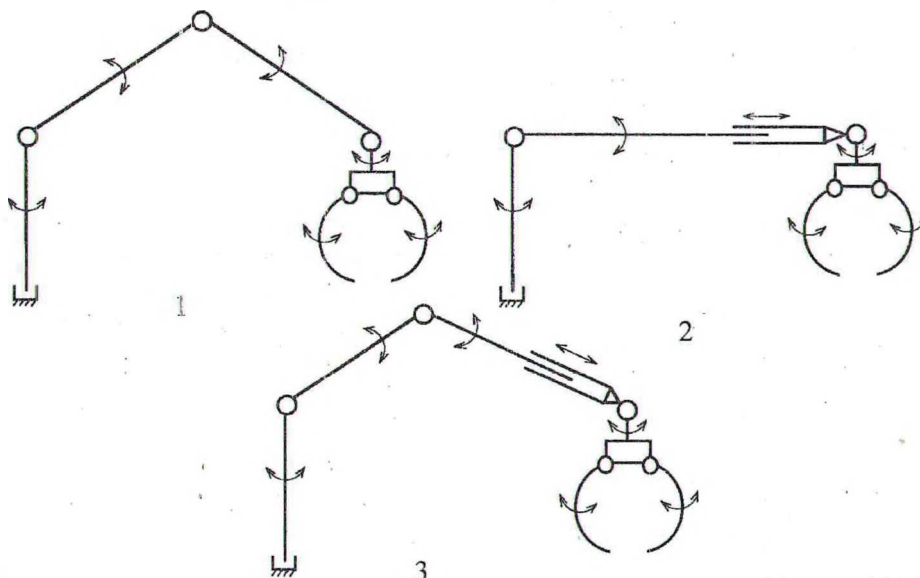


Рис. 1. Принципиальные схемы манипуляторов: 1 – шарнирно-рычажная; 2 – телескопическая; 3 – комбинированная

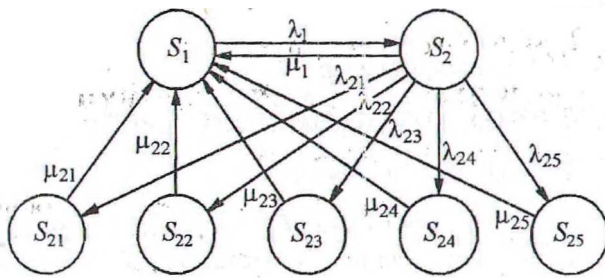


Рис. 2. Схема состояний гидроманипулятора

При условии моделирования работы манипулятора на протяжении длительного периода времени (год и более) допустимо $P_{ij} \approx \text{const}$. Тогда система уравнений примет вид

$$\begin{cases}
 0 = -\lambda_1 P_1 + \mu_1 P_2 + \mu_{21} P_{21} + \mu_{22} P_{22} + \\
 + \mu_{23} P_{23} + \mu_{24} P_{24} + \mu_{25} P_{25}, \\
 0 = \lambda_1 P_1 - \mu_1 P_2 - \lambda_{21} P_{21} - \lambda_{22} P_{22} - \lambda_{23} P_{23} - \\
 - \lambda_{24} P_{24} - \lambda_{25} P_{25}, \\
 0 = -\mu_{21} P_{21} + \lambda_{21} P_2, \\
 0 = -\mu_{22} P_{22} + \lambda_{22} P_2, \\
 0 = -\mu_{23} P_{23} + \lambda_{23} P_2, \\
 0 = -\mu_{24} P_{24} + \lambda_{24} P_2, \\
 0 = -\mu_{25} P_{25} + \lambda_{25} P_2, \\
 P_1 + P_2 + P_{21} + P_{22} + P_{23} + P_{24} + P_{25} = 1.
 \end{cases}
 \quad (2)$$

После ряда преобразований получены следующие расчетные формулы:

$$P_1 = \left[1 + A \left(1 + \frac{\lambda_{21}}{\mu_{21}} + \frac{\lambda_{22}}{\mu_{22}} + \frac{\lambda_{23}}{\mu_{23}} + \frac{\lambda_{24}}{\mu_{24}} + \frac{\lambda_{25}}{\mu_{25}} \right) \right]^{-1},$$

$$P_2 = AP_1,$$

$$P_{21} = \frac{\lambda_{21}}{\mu_{21}} AP_1,$$

$$P_{22} = \frac{\lambda_{22}}{\mu_{22}} AP_1,$$

$$P_{23} = \frac{\lambda_{23}}{\mu_{23}} AP_1,$$

$$P_{24} = \frac{\lambda_{24}}{\mu_{24}} AP_1,$$

$$P_{25} = \frac{\lambda_{25}}{\mu_{25}} AP_1,$$

$$\text{где } A = \frac{\lambda_1}{\mu_1 + \lambda_{21} + \lambda_{22} + \lambda_{23} + \lambda_{24} + \lambda_{25}},$$

$$P_1 + P_2 + P_{21} + P_{22} + P_{23} + P_{24} + P_{25} = 1.$$

Приведенные зависимости позволяют получать рациональные значения параметров работы манипулятора λ_1, μ_{ij} с варьированием параметров в широких диапазонах для всех трех схем манипуляторов.