1. Расчёт параметров двигателя
   1. Определение требований к характеристикам привода

Необходимо определить следующие требования к характеристикам привода:

* частота вращения выходного вала, об/мин;
* крутящий момент на выходном валу, Н∙м.

Перечислим заданные параметры и требования к роботу:

* Масса робота: M = 3 кг
* Минимальное количество колёс в зацеплении с дорогой: n = 3 шт
* Масса на одно колесо: m = M / n = 1 кг
* Диаметр колеса: d = 0.085 м
* Требуемая скорость: V = 0.5 м/с
* Требуемое ускорение: a = 1 м/с^2
* Максимальный наклон поверхности: θ = 30 град = 0.524 рад
* Ускорение свободного падения: g = 9.8 м/с^2
* Коэффициент сопротивления качению выбираем из табличных данных:
* Таблица 1 – значения коэффициента сопротивления качению



Выбираем наихудший вариант – сухой песок, т.к. он есть на одном их этапов кубка РТК. f = 0.3

* Коэффициент сцепления шин с дорогой выбираем из табличных данных:
* Таблица 2 – значения коэффициента сцепления шин с дорогой



Выбираем наихудший вариант – самое высокое сцепление с дорогой. ϕ = 0.8

* 1. Рассчёт параметров двигателей при движении по наклонной плоскости

Составим расчётную схему сил, действующих на колесо:

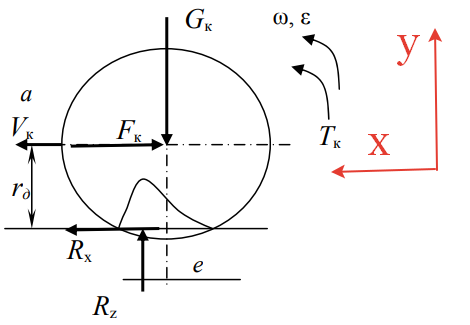


Рисунок 1 – расчётная схема сил, действующих на колесо

Здесь:

Gk – вес на одно колесо, Н. Gk = m\*g

Tz – момент, приложенный к колесу

Rz – вертикальная реакция в контактной площадке, Н

Rx – продольная реакция, Н

Fк – продольная толкающая сила, Н

е – снос вертикальной реакции в движении

rд – радиус колеса

a – ускорение при пуске

Рассмотрим силы и момент действующие на колесо:

Тогда выразим момент, приложенный к колесу:

Подставим числа для вычисления значения пускового момента:

Номинальный момент при a = 0 м/сек^2:

Найдём угловую скорость вращения колес:

Найдём частоту вращения двигателя:

Найдём мощность двигателя:

* 1. Расчёт параметров двигателей при движении по лестнице

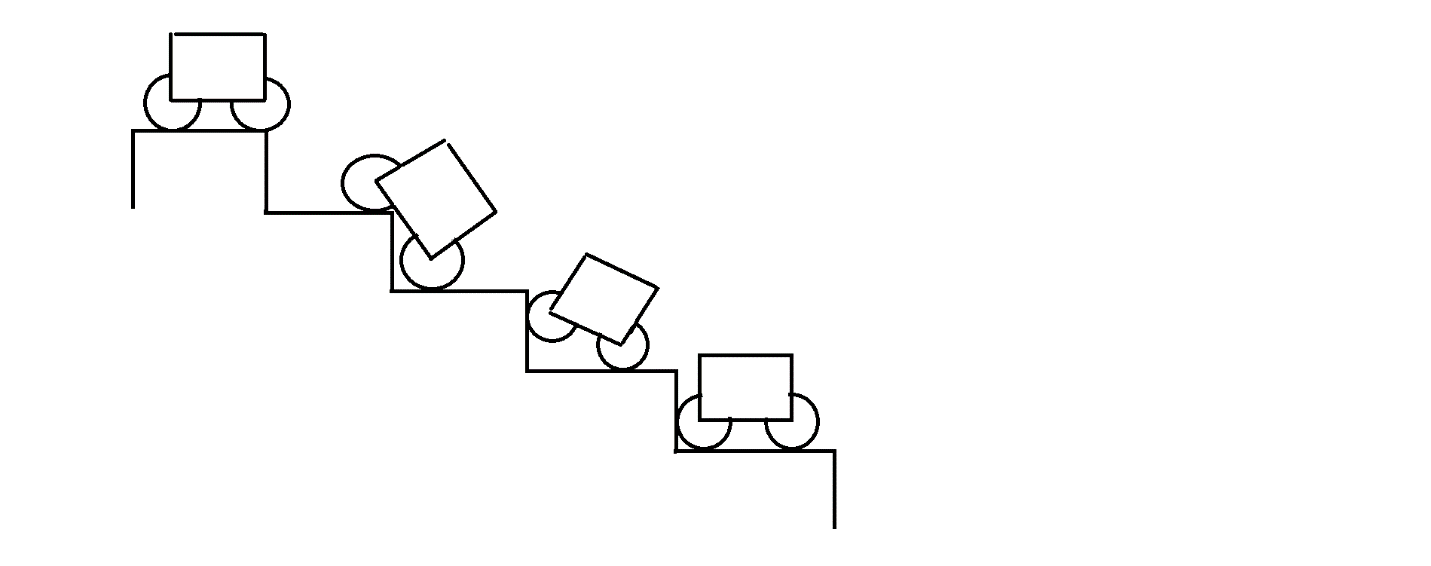


Рисунок 2 – порядок движений робота при подъёме по лестнице

Составим расчётную схему робота:

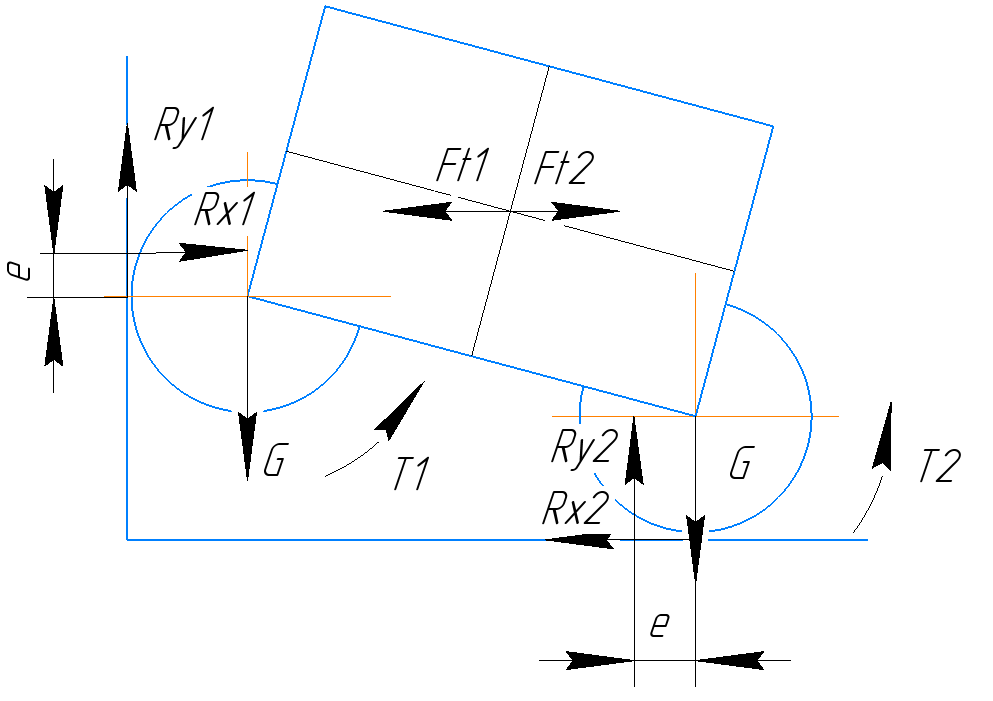


Рисунок 3 – расчётная схема сил, действующих на робота

Введём некоторые обозначения для размеров рычагов моментов сил:

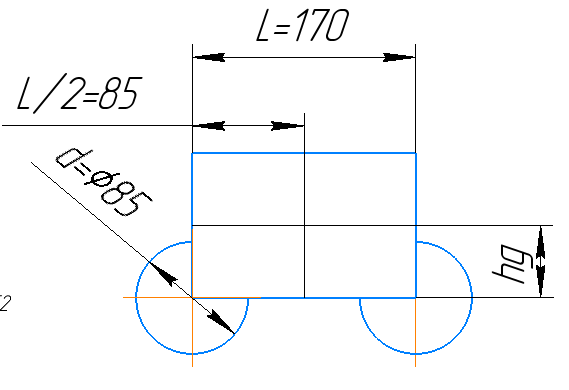


Рисунок 4 – габаритные размеры робота

Где hg – высота центра тяжести робота над осью колёс

L – длина продольной базы колёс

d – диаметр колёс

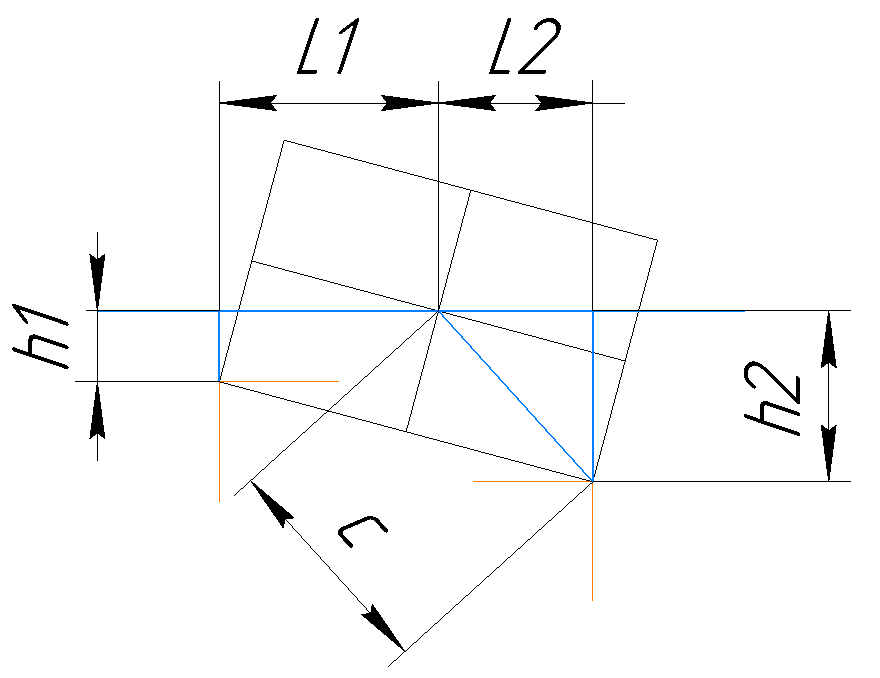


Рисунок 5 – условные обозначения рычагов сил, действующих на робота

Где L1, L2 – рычаги сил по оси ординат

h1, h2 – рычаги сил по оси абсцисс

с – гипотенуза прямоугольного треугольника с углом при центре тяжести

Рассмотрим силы и моменты, действующие на каждое из колёс. 1ое ведущее колесо:

2ое колесо:

Из условия равенства сил Ft:

Для вычисления значения момента двигателя необходимо найти значение h1 и h2 в зависимости от положения робота и его центра тяжести. Введём следующие обозначения:

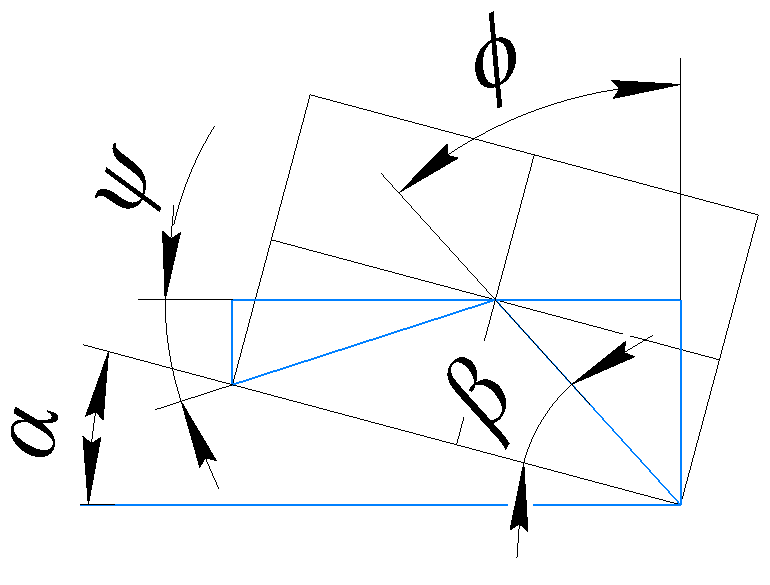


Рисунок 6 – условные обозначения углов

α – угол наклона робота над поверхностью пола

β – угол наклона отрезка *с* (гипотенуза), обозначенного выше на рисунке 5

ψ, ϕ – углы, образованные в следствии изменяющегося положения и длинны рычагов сил, действующих на робот

Значения длинн рычагов:

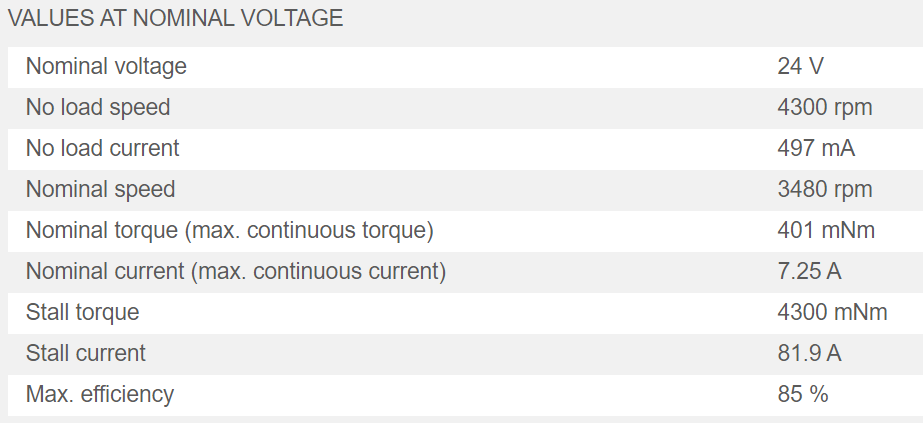
Вычислим α максимальное - максимальный угол наклона робота над поверхностью пола, а так же угол β:

Значения h1, h2 при угле α = max, β:

Значение требуемого момента при максимальном угле наклона α:

Подбираем двигатель по моменту, мощности, частоте вращения: двигатель MAXON EC-i 60 Ø60 мм, бесколлекторный, 150 W, с датчиками Холла 625858. Таблица его основных характеристик приведена ниже.

Таблица 3 – характеристики выбранного двигателя



<https://www.maxongroup.com/maxon/view/category/motor?etcc_cu=onsite>