

## РАСЧЁТ ГИДРОМЕХАНИЗМА ПОВОРОТА ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННОГО КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА

Боровиков. А.В.

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Высшая инженерная школа (163000, Архангельск, наб. Северной Двины, 17),

e-mail: sanya.borovikov@yandex.ru

**Аннотация.** В данной статье рассчитывается гидромеханизм поворота, шарнирно-сочлененного карьерного самосвала. В качестве прототипа которого был выбран карьерный шарнирно-сочлененный самосвал Kaeble kk 50 выпускаемый небольшим производителем KAELBLE, известный своими выпускавшимися по заказам машинами специального назначения. Дата образования фирмы 1907 год. Автор приводит технические характеристики самосвала Kaeble kk 50 и наглядно иллюстрирует его. Расчет гидромеханизма поворота сочлененного колесного шасси производится с помощью языка программирования Basic GW-BASIC 3.22, версии реализации GW-BASIC. GW - BASIC - это диалект языка программирования Бейсик, разработанный компанией Microsoft на основе диалекта BASICA. На основе полученных расчётов в Basic GW-BASIC 3.22 автор строит графики зависимости в сторону гидроцилиндра (график зависимости T1 ( $\varphi$ ) в сторону гидроцилиндра, график зависимости T2 ( $\varphi$ ) в сторону гидроцилиндра, график зависимости L2 ( $\varphi$ ) в сторону гидроцилиндра) и графики зависимости в сторону противоположную гидроцилиндру (график зависимости T1 ( $\varphi$ ) в сторону противоположную гидроцилиндру, график зависимости T2 ( $\varphi$ ) в сторону противоположную гидроцилиндру, График зависимости L2 ( $\varphi$ ) в сторону противоположную гидроцилиндру).

**Ключевые слова:** Гидромеханизм поворота, шарнирно-сочлененный карьерный самосвал, самосвал Kaeble kk 50, KAELBLE, GW-BASIC, Basic GW-BASIC 3.22

## CALCULATION OF GIDROMECHANIZM TURN ARTICULATED DUMP TRUCK

Borovikov. A. V.

The Northern (Arctic) Federal University. M. V. Lomonosov, higher engineering school (163000, Arkhangelsk, Severnaya Dvina emb, 17),

e-mail: sanya.borovikov@yandex.ru

**In this article, the hydraulic mechanism of rotation, articulated dump truck is calculated. As a prototype of which was chosen career articulated dump truck Kaeble kk 50 produced by a small manufacturer KAELBLE, known for its custom-made special purpose machines. Date of formation of the company in 1907. The author gives the technical characteristics of the dump truck Kaeble kk 50 and clearly illustrates it. Calculation of the hydraulic mechanism of rotation of the articulated wheel chassis is made using the programming language Basic GW-BASIC 3.22, version of the implementation of GW-BASIC. GW - BASIC is a dialect of the basic programming language developed by Microsoft on the basis of the Basica dialect. On the basis of the calculations in Basic GW-BASIC 3.22 the author draws graphs of the dependence in the direction of the cylinder (dependence graph T1 ( $\varphi$ ) in the direction of the cylinder, the dependence graph T2 ( $\varphi$ ) in the direction of the cylinder, the dependence graph L2 ( $\varphi$ ) in the direction of the cylinder) and the dependence graph in the direction opposite to the cylinder (dependence graph T1 ( $\varphi$ ) in the direction opposite to the cylinder, the dependence graph T2 ( $\varphi$ ) in the direction opposite to the cylinder, the dependence Graph L2 ( $\varphi$ ) in the direction opposite to the cylinder).**

**The key words:** Hydraulic steering, articulated dump truck, Kaeble kk 50, KAELBLE, GW-BASIC, Basic GW-BASIC 3.22

Цель работы: рассчитать гидромеханизм поворота, шарнирно-сочлененного карьерного самосвала. В качестве прототипа был выбран карьерный шарнирно-сочлененный самосвал Kaebler kk50 [1,2] (рисунок 1). Технические характеристики самосвала Kaebler kk50 приведены в таблице 1.



Рис.1. Карьерный шарнирно-сочлененный самосвал Kaebler kk50 [1,2].

Таблица 1. Технические характеристики Kaebler kk50 [3,4].

Наименование	Значение
Нагрузка на переднюю ось без груза, кг	146100
Нагрузка на заднюю ось без груза, кг	263100
Грузоподъемность, кг	20000
База передней тележки, м	5,45
Колея передних колес, м	2,86
Ширина шины, м	0,30
Радиус шины, м	0,25

Полное название: KAELBLE. Дата образования: 1907 год. Kaebler является небольшим производителем, известный своими выпускавшимися по заказам машинами специального назначения. В начале 60-х годов производитель Kaebler становится одним из ведущих в Германии производителей специальных тягачей и карьерных самосвалов, все комплектующие к которым он выпускал самостоятельно. А уже в начале 70-х годов фирма полностью переключилась на выпуск по заказам карьерных самосвалов, балластных тягачей и специальных шасси. В 1987 году фирма прекратила выпуск автомобилей, а производство некоторых тягачей перешло к немецкой фирме Titan [4].

Расчет гидромеханизма поворота сочлененного колесного шасси производился с помощью языка программирования Basic GW-BASIC 3.22, версии реализации GW-BASIC [5].

(C) Copyright Microsoft 1983, 1984, 1985, 1986, 1987/, LOAD"BELAZ, Ok, RUN

программа расчета гидромеханизма поворота,?; Ввести вес передней тележки G1, H ? 1416100; Ввести вес порожней задней тележки G2, H ? 263100; Ввести исходный вес GRUZA gp1, h? 0; Ввести максимальный вес GRUZA gp2, h? 200000; Ввести шаг по весу GRUZA gp3, h? 200000; Ввести базу передней тележки L1, м ? 5.45; Ввести колею колес B1, м ? 2.86; Ввести

расстояние от вертикального шарнира до центра кулака тележки 1-B3, м ? 0.8; Ввести расстояние от вертикального шарнира до центра кулака тележки 2-G6, м ? 0.9; Ввести коэффициент сопротивления повороту K1 ? 0.6; Ввести коэффициент блокировки K ? 4; Ввести ширину шины B2, м ? 0.3; Ввести радиус шины R, м ? 0.25; Ввести исходное плечо ГЦ тележки 1-AO, м ? 0.4; Ввести смещение центра масс передней секции l11 -вперед (+),назад (-) ? 0.5; Ввести смещение центра масс задней секции l23-вперед (+),назад(-)? 0.5; Ввести исходный угол складывания V ,рад ? 0; Ввести шаг по углу складывания v1, rad? 0.075; Ввести предполагаемый максимальный угол складывания V2, рад ? 0.69; Ввести точность решения по Ньютону e11, m? 0.01; Ввести начальное приближение корня по Ньютону qh,m? 2, gp= 0

Плечо ГЦ тележки 1 при прямолинейном движении A= 1.4000001 м; Плечо ГЦ тележки 2 при прямолинейном движении A2= 3.860491E-02 м; Длина рычага ГЦ тележки 1, T1= 1.1694301 м; Длина рычага ГЦ тележки 2, T2= 8.495519E-02 м; Исходная длина ГЦ, LO= 1.702098 м; g22= 147799; hk3= 10.36138; l2= 1.83181 м; g11= 1531401; m1= 2.522769E+07 m2= 2434781; r1=r2= 1.43; pc= 6.306921E+07; 6.306921E+07; Для продолжения просмотра результатов нажмите на любую клавишу?; gp= 0; k33= 10.37834; g22= 147767.2 g11= 1531433

текущий угол складывания v= 4.29 град; A= 1.4290225; A2= 4.133824E-02; L=1.685511; T1=1.2689633; T2=1.1439979; V3= 6.591469E-03; V4= 6.840853E-02; K3= 10.37834; L2= 1.8298; m1= 372110.6; m2= 35854.53; pc= 867345.2; 867345.2; r1= 96.95059 r2= 97.08641; 1.8510488, ?; gp= 0; k33= 10.43131; g22= 147651.6 g11= 1531548

текущий угол складывания v= 8.58 град; A=1.461771; A2= 4.426781E-02; L=1.650086; T1=1.3687518; T2=1.2048974; V3= 1.312187E-02; V4=1.1368781; K3=10.43131; L2=1.822515; m1=747656.5 m2=71674.3; pc= 1619107; 1619107; r1= 48.25621 r2= 48.52878; 1.8510488, ?; gp= 0; k33= 10.51968; g22= 147479.5; g11= 1531721

текущий угол складывания v= 12.87 град; A=1.4987454; A2=4.741069E-02; L=1.597358; T1=1.4683994; T2=1.2684109, V3= 1.0195318; V4=1.2054682; K3=10.51968; L2=1.811688; m1=1129986; m2=107416.3; pc= 2265656; 2265656; r1= 31.93237; r2= 32.34342; 1.8510488, ?; gp= 0; k33= 10.6491; g22= 147214.6; g11= 1531985

текущий угол складывания v= 17.16 град; A= 1.5408285; A2= 5.078629E-02; L=1.524921; T1= 1.5671179; T2=1.3355873; V3= 2.575305E-02; V4= 1.274247; K3=10.6491; L2= 1.795086; m1=1523227; m2= 143038.1; pc= 2816470; 2816470; r1= 23.6927; r2= 24.24508; 1.8510488, ?; gp= 0; k33= 10.82274; g22= 146869.1; g11= 1532331

текущий угол складывания v= 21.45 град; A= 1.5889316; A2= 5.441615E-02; L=1.43333; T1=1.6643924; T2= 1.4076238; V3=3.171852E-02; V4= 1.3432815; K3=10.82274; L2=1.773553; m1= 1931610; m2=178477.1; pc= 3279855; 3279855; r1= 18.68778; r2= 19.3853; 1.8510488, ?; gp= 0; k33= 11.04756; g22= 146430.8; g11= 1532769

текущий угол складывания  $v= 25.74$  град;  $A= 1.6443466$ ;  $A2= 5.832481E-02$ ;  $L= 1.321494$ ;  $T1= 1.7594593$ ;  $T2= 1.4861644$ ;  $V3= 3.735194E-02$ ;  $V4= 1.4126481$ ;  $K3=11.04756$ ;  $L2= 1.746415$ ;  $m1= 2360386$ ;  $m2= 213656.8$ ;  $pc= 3663223$ ;  $3663223$ ;  $r1= 15.29742$ ;  $r2= 16.14508$ ;  $1.8510488$ , ?;  $gp= 0$ ;  $k33= 11.33289$ ;  $g22= 145888.5$ ;  $g11= 1533312$

текущий угол складывания  $v= 30.03$  град;  $A= 1.7087618$ ;  $A2= 6.254025E-02$ ;  $L= 1.188125$ ;  $T1= 1.8514742$ ;  $T2= 1.5734565$ ;  $V3= 1.0425691$ ;  $V4= 1.4824309$ ;  $K3=11.33289$ ;  $L2= 1.713119$ ;  $m1= 2815949$ ;  $m2= 248475.8$ ;  $pc= 3973055$ ;  $3973055$ ;  $r1= 12.82715$ ;  $r2= 13.83125$ ;  $1.8510488$ , ?;  $gp= 0$ ;  $k33= 11.691$ ;  $g22= 145233.8$ ;  $g11= 1533966$

текущий угол складывания  $v= 34.32$  град;  $A= 1.7844016$ ;  $A2= 6.709448E-02$ ;  $L= 1.031524$ ;  $T1= 1.9395728$   $T2=1.6726844$ ;  $V3= 4.727757E-02$ ;  $V4= 1.5527224$ ;  $K3= 11.691$   $L2= 1.673333$ ;  $m1= 3306202$ ;  $m2= 282798.9$ ;  $pc= 4214935$ ;  $4214935$ ;  $r1= 10.92977$ ;  $r2= 12.09803$ ;  $1.8510488$ , ?;  $gp= 0$ ;  $k33= 12.11087$ ;  $g22= 144670.1$ ;  $g11= 1534530$

текущий угол складывания  $v= 38.61$  град;  $A= 1.8721822$ ;  $A2=7.201651E-02$ ;  $L= 1.8601361$ ;  $T1= 1.027494$ ;  $T2= 1.7864141$ ;  $V3= 5.148399E-02$ ;  $V4= 1.623516$ ;  $K3= 12.11087$ ;  $L2= 1.639427$ ;  $m1= 3832461$ ;  $m2= 316448.2$ ;  $pc= 4394106$ ;  $4394106$ ;  $r1= 9.432398$ ;  $r2= 10.76963$ ;  $1.8510488$ ; Складывание в сторону противоположную цилиндру, ?;  $gp= 0$ ;  $g22= 147715.9$ ;  $g11= 15345304$   $k3= 10.40296$ ;  $k33= 10.40296$

текущий угол складывания  $v= 4.29$ ;  $A=1.4300461$ ;  $A2=4.133883E-02$ ;  $L=1.7049794$   $M1=373029.1$ ;  $M2=35857.99$ ;  $T1= 9.811738E-02$ ;  $T2=4.102369E-02$ ;  $V3=6.577246E-03$ ;  $V4=6.842276E-02$ ;  $K3= 10.40296$ ;  $L2= 1.826568$ ;  $pc= 867416.6$ ;  $867416.6$ ;  $r1= 96.90746$ ;  $r2= 97.04339$ ;  $Z9= 2.553146$ ; ?;  $gp= 0$ ;  $g22= 147607.7$ ;  $g11= 1534530$ ;  $k3= 10.45479$ ;  $k33= 10.45479$

текущий угол складывания  $v= 8.58$ ;  $A=1.4628232$ ;  $A2=1.044269$ ;  $L=1.697308$ ;  $M1=749399.5$ ;  $M2=71680$ ;  $T1= 2.451066E-02$ ;  $T2=-3.900913E-03$ ;  $V3=1.309496E-02$ ;  $V4=1.1369051$ ;  $K3= 10.45479$ ;  $L2= 1.819749$ ;  $pc= 1619192$ ;  $1619192$ ;  $r1= 48.23769$ ;  $r2= 48.51048$ ;  $Z9= 2.553146$ ; ?;  $gp= 0$ ;  $22= 147435.7$ ;  $g11= 1534530$ ;  $k3= 10.54226$ ;  $k33= 10.54226$

текущий угол складывания  $v= 12.87$ ;  $A=1.4998348$ ;  $A2=1.0474125$ ;  $L=1.679197$ ;  $M1=1132495$ ;  $M2=107424.3$ ;  $T1=-4.676784E-02$ ;  $T2=-4.722692E-02$ ;  $V3=1.0194936$ ;  $V4=1.2055064$ ;  $K3= 10.54226$ ;  $L2= 1.80894$ ;  $pc= 2265739$ ;  $2265739$ ;  $r1= 31.92005$ ;  $r2= 32.33141$ ;  $Z9= 2.553146$ ; ?;  $gp= 0$ ;  $g22= 147171.5$ ;  $g11= 1534530$ ;  $k3= 10.67018$ ;  $k33= 10.67018$

текущий угол складывания  $v= 17.16$ ;  $A=1.5419242$ ;  $A2=5.078866E-02$ ;  $L=1.651353$ ;  $M1=1526344$ ;  $M2=143047.6$ ;  $T1=-1.1147614$ ;  $T2=-8.827772E-02$ ;  $V3=2.570656E-02$ ;  $V4=1.2742935$ ;  $K3= 10.67018$ ;  $L2= 1.792395$ ;  $pc= 2816527$ ;  $2816526$ ;  $r1= 23.68359$ ;  $r2= 24.23638$ ;  $Z9= 2.553146$ ; ?;  $gp= 0$ ;  $g22= 146850.8$ ;  $g11= 1534530$ ;  $k3= 10.83981$ ;  $k33= 10.83981$

текущий угол складывания  $v= 21.45$ ;  $A=1.5898876$ ;  $A2=5.441864E-02$ ;  $L=1.614595$ ;  $M1=1934704$ ;  $M2=178481.4$ ;  $T1=-.1788743$ ;  $T2=-.1267849$ ;  $V3= 3.167281E-02$ ;  $V4=1.3433272$ ;

K3= 10.83981; L2= 1.772412; pc= 3279785; 3279785; r1= 18.68466; r2= 19.38241; Z9= 2.553146; ?; gp= 0; g22= 146407.1; g11= 1534530; k3= 11.0624; k33= 11.0624

текущий угол складывания v= 25.74; A=1.6452421; A2=5.832749E-0; L=1.57038; M1= 2363618; M2= 213662.3; T1=-1.237469; T2=-1.1612907; V3= 3.730598E-02; V4=1.412694; K3= 11.0624; L2=1.74495; pc=3663148; 3663149; r1=15.29406; r2=16.14205; Z9=2.553146; ?; gp= 0; g22= 45882; g11=1534530; k3=11.34254; k33= 1.34254

текущий угол складывания v= 30.03; A=1.7093886; A2=6.254233E-02; L=1.520101; M1=2818360; M2=248477; T1=-1.2898072; T2=-1.1914223; V3=4.253584E-02; V4=1.4824642; K3=11.34254; L2=1.712725; pc=3972942; 3972942; r1=12.82636; r2=13.83057; Z9= 2.5531464; ?; gp= 0; g22= 145240; g11= 15345304 k3= 11.69462; k33= 11.69462

текущий угол складывания v= 34.32; A=1.7846551; A2=6.709538E-02; L=1.465974; M1=3307217; M2=282798.1; T1=-.3340944; T2=-.2155844; V3= 4.726416E-02; V4=1.5527358; K3=11.69462; L2=1.673706; pc= 4214867; 4214867; r1= 10.93043; r2= 12.09858; Z9= 2.553146; ?; gp= 0; g22= 144678.9; g11= 1534530; k3= 12.10978; k33= 12.10978

текущий угол складывания v= 38.61; A=1.8721008; A2=7.201621E-02; L=1.407633; M1=3832118; M2= 316448.1; T1=-.372611; T2=-.2371924; V3= 5.148822E-02; V4= 1.6235118; K3= 12.10978; L2= 1.639955; pc= 4394123; 4394123; r1= 9.433242; r2= 10.77029; Z9= 2.553146; gp= 200000

Плечо ГЦ тележки 1 при прямолинейном движении A=1.518718 м; Плечо ГЦ тележки 2 при прямолинейном движении A2=1.1244726 м; Длина рычага ГЦ тележки 1, T1=1.3019442 м; Длина рычага ГЦ тележки 2, T2=1.2224866 м; Исходная длина ГЦ, LO= 1.701856 м; g22= 363669.7; hk3= 4.16732712= 2.994106 м; g11= 1515530; m1= 2.496624E+07; m2= 5990949; r1=r2= 1.43; pc= 4.813066E+07 4.813067E+07; Для продолжения просмотра результатов нажмите на любую клавишу?, ?; gp= 200000; k33= 4.170748; g22= 363669.1; g11= 1515531

текущий угол складывания v= 4.29 град; A=1.5515191; A2=1.132235; L=1.672229; T1=1.4441539; T2=1.3390119; V3=1.450467E-02; V4=6.049533E-02; K3= 4.170749; L2= 2.994054; m1= 317381.1; m2= 76096.93; pc= 575467.2; 575467.2; r1= 112.4885; r2= 112.5807; 1.8510488, ?, gp= 200000, k33= 4.182903, g22= 363544.2, g11= 1515656

текущий угол складывания v= 8.58 град; A=1.5876608; A2=1.1404911; L=1.610316; T1=1.586947; T2=.4589395; V3=2.894132E-02; V4=.1210587; K3= 4.182903; L2= 2.983459; m1= 637300; m2= 152358.3; pc= 1084469; 1084469; r1= 56.02493; r2= 56.21027; 1.8510488, ?, gp= 200000; k33= 4.202062; g22= 363435.6 g11= 1515764

текущий угол складывания v= 12.87 град; A=1.6272899; A2=1.1492815; L=1.527575; T1=1.7307705; T2=1.5830285; V3=1.0432521; V4=1.1817479; K3= 4.202062; L2= 2.974267; m1=

961338.8; m2= 228777.9; pc= 1532527; 1532527; r1= 37.14324; r2= 37.42294; 1.8510488, ?; gp= 200000; k33= 4.230085; g22= 363255; g11= 1515945

текущий угол складывания v= 17.16 град; A=1.6711194; A2=1.1586539; L=1.416013; T1=1.8749223; T2=1.7129834; V3=5.736046E-02; V4=1.2426396; K3=4.230085; L2= 2.959033; m1=1292427; m2= 305532.3; pc=1925778; 1925778; r1= 27.63134 r2= 28.00781; 1.8510488, ?; gp= 200000; k33= 4.268252; g22= 362981.; g11= 1516218

текущий угол складывания v= 21.45 град; A=1.7198975; A2=1.1686633; L=1.273301; T1=1.01873; T2=1.8507541; V3=7.118112E-02; V4=1.3038189; K3=4.268252; L2= 2.93609; m1=1633810; m2=382781.9; pc=2269503; 2269503; r1= 21.86175; r2= 22.33871; 1.8510488; ?; gp=200000; k33= 4.317333; g22= 362645.3 g11= 1516555

текущий угол складывания v= 25.74 град; A=1.7744046; A2=1.1793711; L=1.100979; T1=1.162069; T2=1.99837134 V3=8.462888E-02; V4=1.3653711; K3= 4.317334; L2= 2.907997; m1= 1988311; m2= 460541.5; pc= 2567535; 2567535; r1= 17.96794; r2= 18.54974; 1.8510488; ?; gp= 200000; k33= 4.378433; g22= 362268.5; g11= 1516932

текущий угол складывания v= 30.03 град; A=1.8356121; A2=1.1908473; L=1.8995356; T1=1.304949; T2=1.158344; V3=9.761202E-02; V4=1.427388; K3= 4.378433; L2= 2.87676; m1= 2358915; m2= 538757.9; pc= 2822979; 2822979; r1= 15.1488; r2= 15.84023; 1.8510488, ?; gp= 200000; k33= 4.456018; g22= 361754.; g11= 1517446

текущий угол складывания v= 34.32 град; A= 1.9053944; A2=1.2031847; L=1.6593935; T1=1.445075; T2=1.335696; V3=1.1099703; V4=1.4900297; K3= 4.456018; L2= 2.834528; m1=2752661; m2=617740.2; pc= 3040290; 3040290; r1= 12.98628; r2= 13.79534; 1.8510488; Складывание в сторону противоположную цилиндру, ?; gp= 200000; g22= 363605.3; g11= 1517446; k3= 4.176761; k33= 4.176761

текущий угол складывания v= 4.29; A=1.5523234; A2=1.1322373; L=1.713339; M1=317986.5; M2=76132.31; T1=1.201719; T2=1.1381699; V3=1.448783E-02; V4=6.051218E-02; K3=4.176761; L2= 2.988637; pc= 575725.1; 575725.1; r1=112.4163; r2=112.5086; Z9= 2.553146; ?; gp= 200000; g22= 363550.7 g11= 1517446; k3= 4.187762; k33= 4.187763

текущий угол складывания v= 8.58; A=1.5883594; A2=1.1404949; L=1.707418; M1= 638010.1; M2=152351.1; T1= 9.924691E-02; T2= 5.251418E-02; V3=1.0289142; V4=1.1210858; K3= 4.187762; L2=2.984015; pc= 1084389; 1084389; r1= 56.02864; r2= 56.21394; Z9= 2.553146, ?; gp= 200000; g22= 363394.5; g11= 1517446; k3= 4.207256; k33= 4.207255

текущий угол складывания v= 12.87; A=1.6280923; A2=1.1492879; L=1.686442; M1=962808.1; M2=228844.7; T1=-8.345155E-04; T2=-3.088842E-02; V3=4.320894E-02; V4=1.1817911; K3=4.207256; L2=2.970797; pc= 1532909; 1532909; r1= 37.12769; r2= 37.40778; Z9= 2.553146, ?; gp= 200000, g22= 363209.1, g11= 1517446, k3= 4.234923, k33= 4.234924

текущий угол складывания  $\nu = 17.16$ ;  $A = 1.6719228$ ;  $A_2 = 1.1586623$ ;  $L = 1.650272$ ;  
 $M_1 = 1294319$ ;  $M_2 = 305630$ ;  $T_1 = -9.822009E-02$ ;  $T_2 = -1.1119984$ ;  $V_3 = 5.730745E-02$ ;  
 $V_4 = 1.2426926$ ;  $K_3 = 4.234923$ ;  $L_2 = 2.955168$ ;  $pc = 1926292$   $1926292$   $r_1 = 27.61825$   $r_2 = 27.99531$ ;  
 $Z_9 = 2.553146$ , ?,  $gp = 200000$ ;  $g_{22} = 362969.5$ ;  $g_{11} = 1517446$ ;  $k_3 = 4.271901$ ;  $k_{33} = 4.271901$

текущий угол складывания  $\nu = 21.45$ ;  $A = 1.7205484$ ;  $A_2 = 1.1686716$ ;  $L = 1.59978$ ;  
 $M_1 = 1635343$ ;  $M_2 = 382813.8$ ;  $T_1 = -1.1922392$ ;  $T_2 = -1.1903779$ ;  $V_3 = 7.113186E-02$ ;  $V_4 = 1.3038682$ ;  
 $K_3 = 4.271901$ ;  $L_2 = 2.935059$ ;  $pc = 2269581$ ;  $2269581$ ;  $r_1 = 21.85893$ ;  $r_2 = 22.33609$ ;  $Z_9 = 2.553146$ ;  
 ?;  $gp = 200000$ ;  $g_{22} = 362615.9$ ;  $g_{11} = 1517446$ ;  $k_3 = 4.320392$ ;  $k_{33} = 4.320392$

текущий угол складывания  $\nu = 25.74$ ;  $A = 1.7749911$ ;  $A_2 = 1.1793798$ ;  $L = 1.536402$ ;  
 $M_1 = 1990102$ ;  $M_2 = 460629.9$ ;  $T_1 = -1.281470$ ;  $T_2 = -1.2646864$ ;  $V_3 = 8.458024E-02$ ;  $V_4 = 1.3654198$ ;  
 $K_3 = 4.320392$ ;  $L_2 = 2.905552$ ;  $pc = 2567903$ ;  $2567903$ ;  $r_1 = 17.96232$ ;  $r_2 = 18.54468$ ;  $Z_9 = 2.553146$ ;  
 ?;  $gp = 200000$ ;  $g_{22} = 362245$ ;  $g_{11} = 1517446$ ;  $k_3 = 4.380395$ ;  $k_{33} = 4.380394$

текущий угол складывания  $\nu = 30.03$ ;  $A = 1.836016$ ;  $A_2 = 1.1908541$ ;  $L = 1.461055$ ;  $M_1 =$   
 $2360318$ ;  $M_2 = 538836.9$ ;  $T_1 = -1.366108$ ;  $T_2 = -1.3356059$ ;  $V_3 = 1.0975765$ ;  $V_4 = 1.4274235$ ;  
 $K_3 = 4.380395$ ;  $L_2 = 2.874819$ ;  $pc = 2823293$ ;  $2823293$ ;  $r_1 = 15.14493$ ;  $r_2 = 15.83688$ ;  $Z_9 = 2.553146$ , ?,  
 $gp = 200000$ ;  $g_{22} = 361748.7$ ;  $g_{11} = 1517446$ ;  $k_3 = 4.456152$ ;  $k_{33} = 4.456152$

текущий угол складывания  $\nu = 34.32$ ;  $A = 1.9054242$ ;  $A_2 = 1.2031852$ ;  $L = 1.376321$ ;  $M_1 =$   
 $2752837$ ;  $M_2 = 617761$ ;  $T_1 = -1.4436293$ ;  $T_2 = -1.4005371$ ;  $V_3 = 1.1099676$ ;  $V_4 = 1.4900324$ ;  $K_3 =$   
 $4.456152$ ;  $L_2 = 2.83406$ ;  $pc = 3040384$ ;  $3040384$ ;  $r_1 = 12.98546$ ;  $r_2 = 13.79466$ ;  $Z_9 = 2.553146$ ;  $gp =$   
 $200000$ ;  $g_{22} = 361156.9$ ;  $g_{11} = 1517446$ ;  $k_3 = 4.550248$ ;  $k_{33} = 4.550248$

текущий угол складывания  $\nu = 38.61$ ;  $A = 1.9850093$ ;  $A_2 = 1.2164738$ ;  $L = 1.284453$ ;  
 $M_1 = 3172656$ ;  $M_2 = 697249$ ;  $T_1 = -1.5129232$ ;  $T_2 = -1.4586975$ ;  $V_3 = 1.1216162$ ;  $V_4 = 1.5533838$ ;  $K_3 =$   
 $4.550248$ ;  $L_2 = 2.785968$ ;  $pc = 3220940$ ;  $3220940$ ;  $r_1 = 11.26717$ ;  $r_2 = 12.20204$ ;  $Z_9 = 2.553146$ , Ок

На основе полученных расчётов в Basic GW-BASIC 3.22 были построены графики зависимости в сторону гидроцилиндра (рисунок 2,3,4) и графики зависимости в сторону противоположную гидроцилиндру (рисунок 5,6,7).

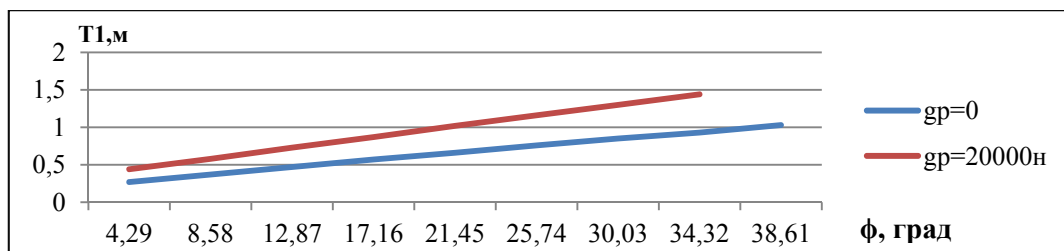


Рис.2. График зависимости  $T_1(\phi)$  в сторону гидроцилиндра

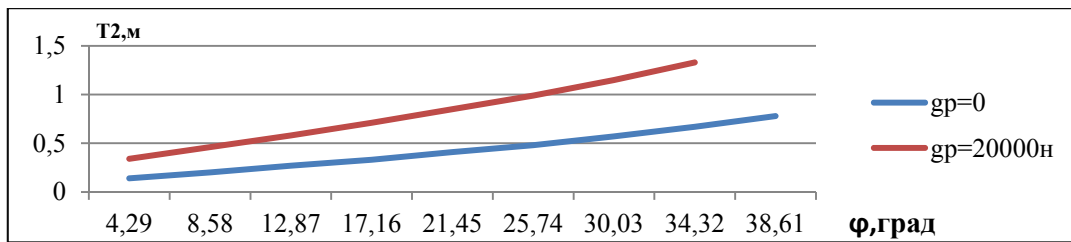


Рис.3. График зависимости  $T_2(\varphi)$  в сторону гидроцилиндра

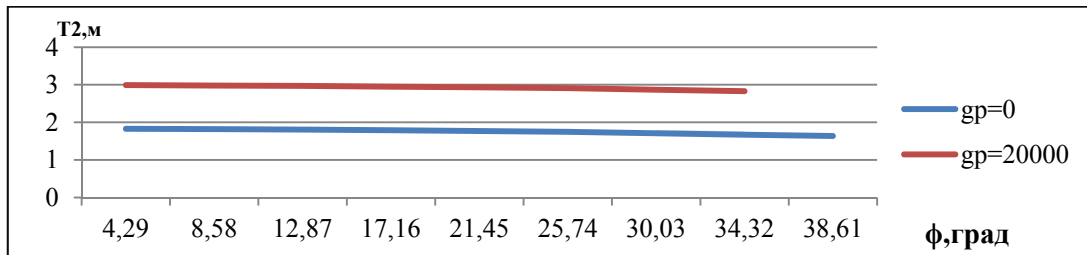


Рис. 4. График зависимости  $L_2(\varphi)$  в сторону гидроцилиндра

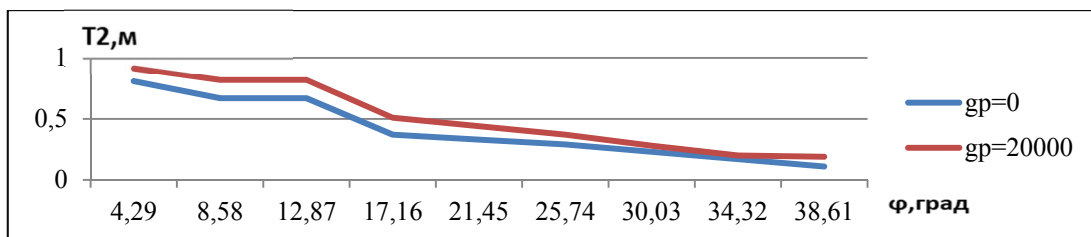


Рис. 5. График зависимости  $T_1(\varphi)$  в сторону противоположную гидроцилиндру

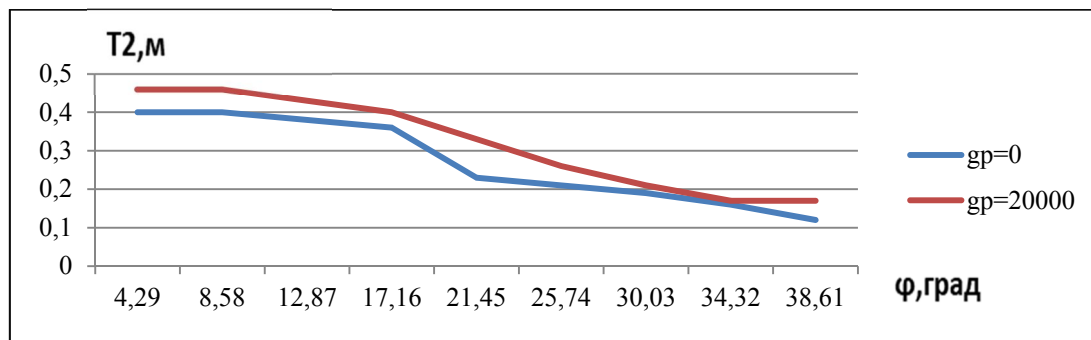


Рис. 6. График зависимости  $T_2(\varphi)$  в сторону противоположную гидроцилиндру

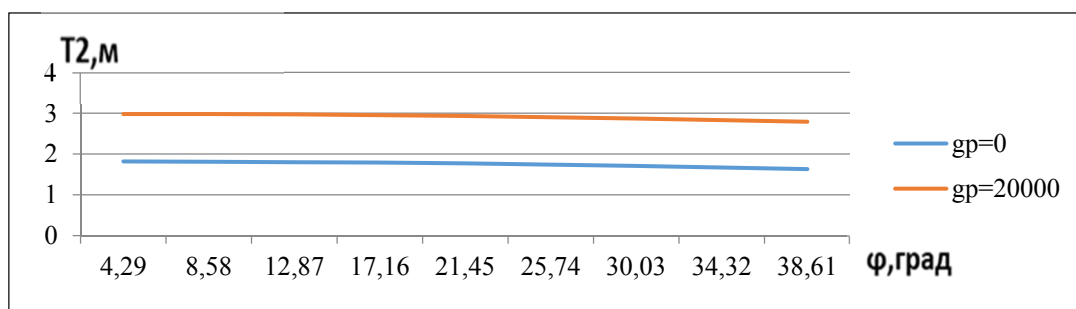


Рис. 7. График зависимости  $L_2(\varphi)$  в сторону противоположную гидроцилиндру



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. www.mascus.ru. Строительная техника. Внедорожные самосвалы. Kaelble. Kaelble kk50. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mascus.ru/stroitelnaaya-tehnika/vnedorozhnye-samosvaly/kaelble,kk50,1,relevance,modelgroup.html>. (Дата обращения 5.06.2019).
2. truck-auto.info. Главная. Kaelble. История марки Kaelble. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://truck-auto.info/kaeble/33-istoriya.html> (Дата обращения 5.06.2019).
3. www.machineryzone.ru. Спецтехника. Карьерные самосвалы. Внедорожный самосвал. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.machineryzone.ru/бу/внедорожные-самосвал/1/3573/kaelble/kk50.html> (Дата обращения 6.06.2019).
4. maxi-ekavator.ru. Главная. Каталог марок и моделей карьерной техники. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://maxi-ekavator.ru/excapedia/producers/kaelble> (Дата обращения 6.06.2019).
5. GW-BASIC. ПРОГРАММИРОВАНИЕ. Basic. Visual Basic. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://old-dos.ru/files/file\\_129.html](http://old-dos.ru/files/file_129.html) (Дата обращения 7.06.2019).