

ЦЕНТР ДАВЛЕНИЯ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

Воробьев А. Н.

Научный руководитель – доцент Марченко С.С.

Сибирский федеральный университет

При изменении реакции грунта на рабочее оборудование (РО) бульдозера изменяется положение центра давления гусениц на грунт (ЦД).

Смещение ЦД вперед и назад ведет к увеличению нагрузки соответственно на переднюю или заднюю часть гусеницы, что ведет к увеличению глубины колеи от гусениц при работе на рыхлых грунтах. Поэтому увеличивается коэффициент сопротивления качению и увеличивается расход мощности на передвижение. Чтобы уменьшить сопротивление, ЦД должен быть ближе к середине гусениц в продольном направлении.

Рассматриваем бульдозер, у которого моторно-трансмиссионный агрегат (МТА) опирается двумя опорами с шарнирными связями на гусеничные тележки. Чтобы выявить влияние различных составляющих на величину смещения ЦД, составим уравнение моментов сил относительно середины гусениц (рис.2)

$$G_2 a_3 - G_1 a_4 - P_k h_1 - Sh \cos \gamma - G_k a_6 + Za_2 + Rx = 0, \quad (1)$$

где G_1, G_2, G_k – вес соответственно на заднюю опору МТА, переднюю опору МТА, вес гусеничных тележек (ГТ); P_k – продольная реакция грунта на отвал; S – реакция в гидроцилиндре подъема отвала (ГЦ); γ – угол наклона ГЦ; h_1 – высота упряжного шарнира (УШ); Z – вертикальная реакция на УШ; R – вертикальная реакция грунта на гусеницу; x – смещение ЦД; a_2, a_3, a_4, a_6 – расстояние от середины ГТ до соответственно УШ, до передней опоры, до задней опоры, до центра масс ГТ.

Из условий равновесия МТА (рис. 1) получаем реакции на опоры

$$G_2 = (G_a u_5 + S u_2) / a_1; G_1 = G_a - G_2 + S \sin \gamma, \quad (2)$$

где G_1, G_2, G_a – вес соответственно на заднюю опору МТА, переднюю опору МТА, вес МТА; u_5, u_2 – расстояние от задней опоры до соответственно центра масс МТА, реакции в ГЦ; a_1 – расстояние между опорами МТА.

Подставим в уравнение (1) реакции из формул (2) и получим

$$ed \sin \gamma \cos \beta - ed \cos \gamma \sin \beta - S_s h \cos \gamma = -Rx \quad (3)$$

Значение составляющих, входящих в формулу (3)

$$e = -G_a a + S_s - G_o u_s - P_2 u_z - P_k h - G_k a_4;$$

$$S_s = P_2 u_z + G_o u_s + P_k h;$$

$$\alpha = \gamma - \beta; S = S_s / u_4; u_2 = u_4 + u_3 \sin \alpha; P_2 = P_k t_s,$$

где a – расстояние от середины ГТ до соответственно центра масс МТА; u_3, u_4 – расстояние от УШ до соответственно задней опоры МТА, до ГЦ; β – угол наклона толкающих брусьев; P_2 – вертикальная реакция грунта на отвал; G_o – вес оборудования;

u_z, u_s – расстояние от задней опоры соответственно до вертикальной реакции грунта на отвал, до центра масс оборудования.

Результаты расчета смещения (по формуле 3) показывают, что при разных значениях угла наклона ГЦ существенно меняется значения смещения в зависимости от изменения силы тяги машины, а при некотором угле (оптимальном) смещение постоянно.

Величина смещения ЦД существенно зависит от точки приложения реакции гидроцилиндра (КГЦ). При изменении КГЦ появляются такие участки, где смещения ЦД малы или постоянны. Целесообразно использовать такие участки при рабочем режиме машины.

Найдем такое положение механизма подъема отвала, при котором мало меняется центр давления при изменении силы P_k . Для этого полученное уравнение продифференцируем по P_k , приравняем его нулю и получим угол наклона ГЦ, при котором смещение постоянно

$$Y_2 = \arctg \{ [(u_e R - e t_s) d \sin \beta + h_m h] / (u_e R - e t_s) d \cos \beta \}, \quad (4)$$

где d – длина толкающих брусьев;

Значения составляющих, входящих в уравнение (4)

$$a_m = t_s u_z + h; u_e = -h - t_s a_2 + a_m; h_m = a_m R - S_s t_s$$

Угол Y_2 изменяется от перемещения точки крепления КГЦ по вертикали и по горизонтали. При изменении угла от перемещения КГЦ по вертикали будет одно значение угла Y_2 , а при изменении угла от перемещения КГЦ по горизонтали угол Y_2 будет при каждом изменении координат КГЦ. При этом постоянное значение угла будет в разном диапазоне силы P_k . При оптимальном угле наклона его смещение постоянно при наиболее широком диапазоне изменения силы P_k .

Но оптимальное значение угла наклона может быть при неудовлетворительных показателях других параметров (например, при больших значениях силы в ГЦ). В таком случае можно выбрать более узкий диапазон изменения параметров (например, силы P_k .) или небольшое изменение смещения, при котором будут удовлетворительны значения всех других параметров. Величину смещения целесообразно выбирать при его

изменении в положительном и отрицательном значении при переходе через нулевое значение.

Для принятых значений показателей значение оптимального угла равно 0,42 рад. При этом угле смещение постоянно, но больше нуля.

Значение смещения ЦД при оптимальном угле можно уменьшить до нуля, если, например, уменьшить расстояние от ЦД до середины ГТ (в данном случае значение оптимального угла будет 0,31 рад.). При этом значении угла смещение ЦД равно нулю при разных значениях изменения высоты КГЦ. В частности смещение равно нулю при высоте КГЦ в широком пределе изменения (от 0,4 м до 0,6 м)

Следовательно, целесообразно координаты КГЦ выбирать такими (при расчете по формуле (4), чтобы при изменении нагрузки от грунта смещение ЦД было равно нулю (наиболее выгодное) или не изменялось при изменении нагрузок или изменялось в небольших пределах с учетом значений всех других параметров.

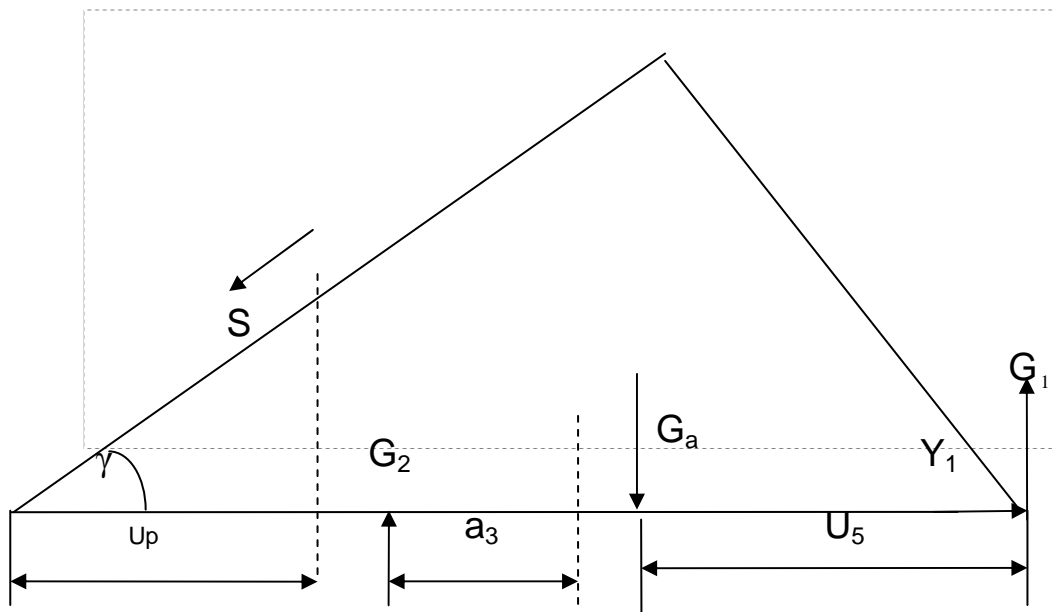


Рисунок 1- схема нагрузок на МТА

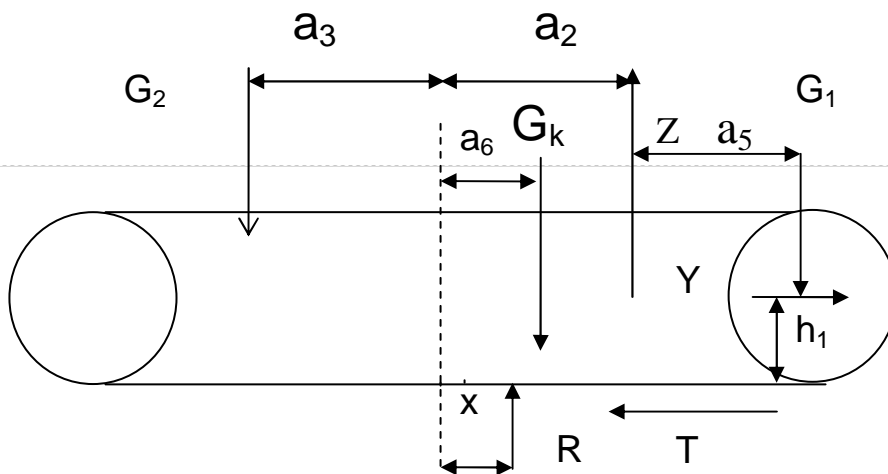


Рисунок 2 – схема нагрузок на тележки

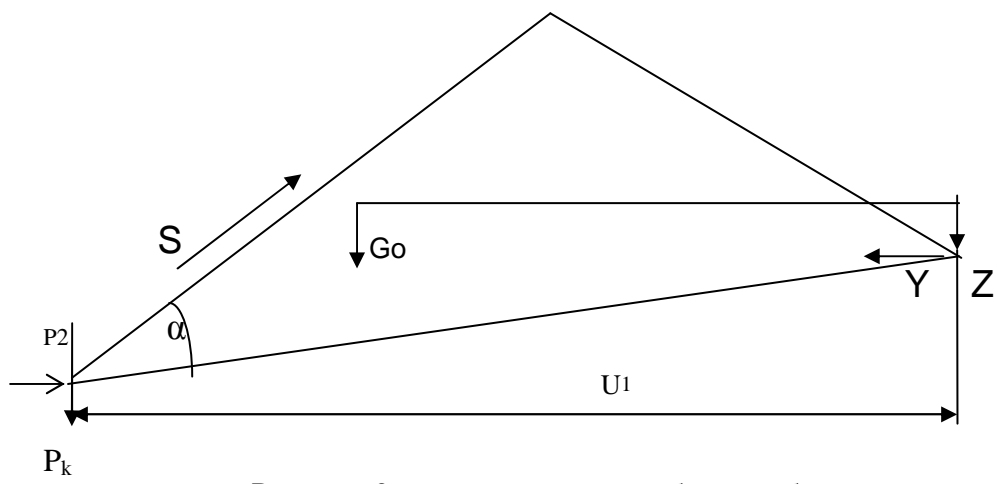


Рисунок 3 – схема нагрузок рабочего оборудования