



1-отвал; 2-ковш; 3,4-гидроцилиндр управления отвалом; 5-ось; 6,7-цилиндрические проушины отвала; 8,9,10-цилиндрические проушины ковша; 11,12-кронштейны блочного типа; 13,14-проушины для крепления цилиндрических частей отвалом.

В данной работе рассмотрена конструкция бульдозерного рабочего оборудования типа бульдозер – погрузчик. На рис.1. показано рабочее оборудование в целом, с конструктивными особенностями [1]. Как показано на рис.1. в режиме бульдозера передняя часть ковша полностью закрывается отвалом, а для работы в режиме погрузчика отвал с осью поворачивается вокруг цилиндрических опорных проушин ковша по средствам гидроцилиндров, тем самым открывается передняя часть ковша.

Рабочее оборудование состоит из следующих основных узлов и деталей, как отвал 1, ковш 2, гидроцилиндры управления отвалом 3 и 4, ось 5, пазами для стопорных болтов на местах соединения цилиндрическими проушинами отвала 6,7, жестко закрепленные на верхней части, с целью их совместной работы. Таким же образом на верхней части ковша жестко закреплены опорные цилиндрические проушины 8, 9, 10 вокруг которых отвал с осью совершают вращательное движение. Поворот отвала вокруг опорных цилиндрических проушин 8, 9, 10 осуществляется гидроцилиндрами управления отвалом 3, 4 штоки которых шарнирно соединены к кронштейнам блочного типа 11, 12 отвала, в свою очередь кронштейны жестко закреплены к проушинам отвала. Цилиндрические части гидроцилиндров управления отвалом шарнирно соединены к проушинам 13, 14 жестко закрепленные к верхней донной части ковша. Гидроцилиндры управления отвалом расположены симметрично, относительно поперечной оси симметрии ковша.

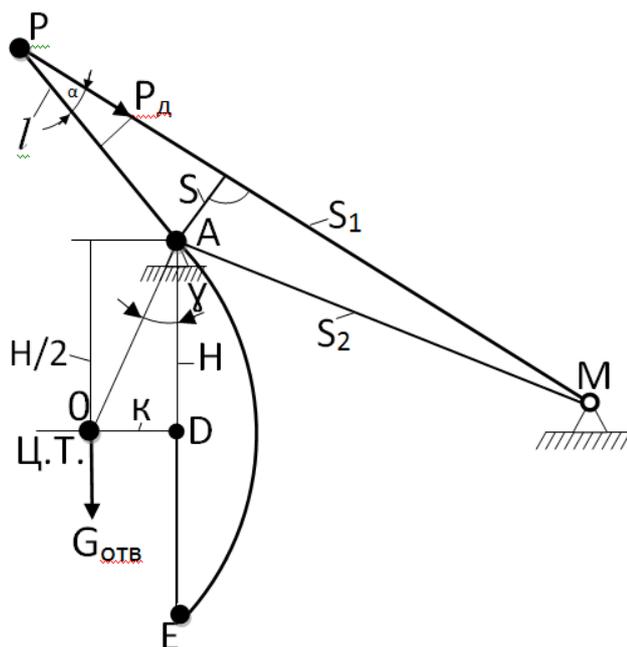


Рис.2. Расчетная схема для определения величины моментов сил трения в общем виде

Целью данной работы является, как отмечено выше, определение величины сил трения, возникающие в цилиндрических проушинах ковша, с дальнейшим определением величины воспринимаемых гидроцилиндрами усилий, для обоснования координаты мест шарнирных сочленений этих же гидроцилиндров. При выборе которых будут обоснованы условия работы гидроцилиндров с минимальным нагрузкам, а также будут рекомендованы геометрические параметры и их технические характеристики. Обоснования усилий воспринимаемые гидроцилиндрами, дает возможность так же обосновании длины и

других параметров кронштейнов, как угол установки их относительно оси ОХ или ОZ, от которого зависит раскрываемость передней части ковша, при работы в режиме погрузчика.

При составлении расчетной схемы учитывались следующие силы, как показано на рис. 1., рис.2. Сила  $P_d$ —силы действующие к кронштейнам со стороны гидроцилиндров,  $G_{отв.}$ - вес отвала, действующий через центр тяжести отвала, в соответствии которым возникают моменты, как  $M_{кр}$ ,  $M_{от}$ ,  $M_{тр}$  - момент от силы  $P_d$ , момент от веса  $G_{отв}$  и моменты трения, действующие между осью с отвалом и опорными цилиндрическими проушинами, под действием силы реакции  $R_A, R_B, R_C$ , возникающие между опорными цилиндрическими проушинами и осью.

При приложении усилий к кронштейнам с помощью гидроцилиндров управления ковшом (Рис. 2.), под действием момента  $M_{кр}$  от силы  $P_d$ , отвал поворачивается по часовой стрелке. Противоположно моменту  $M_{кр}$  действуют  $M_{от}$  от силы  $G_{от}$ , веса отвала и момент от силы трения  $M_{тр}$ . В результате согласно (Рис. 2) имеем:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$M_{кр} - M_{от} - M_{тр} = 0 \quad (1)$$

По условиям задачи нам необходимо определить величину действующих сил  $P_d$  со стороны гидроцилиндров управления отвалом и величины сил трения возникающие на цилиндрических опорах А, В и С (Рис. 1). Согласно расчетной схеме (Рис. 2)

$$M_{от} = G_{от} * K; \quad (2)$$

где  $G_{от}$  – вес отвала;  $K$  – наименьшее расстояние от точки А до линии действия веса отвала  $G_{от}$ . В данном случае:

$$K = \frac{1}{2} H * tg \gamma \quad (3)$$

где  $H$  – высота отвала;  $\gamma$  - угол между образующим АЕ и АО, с учетом (2) и (3) имеем:

$$M_{от} = \frac{1}{2} G_{от} H tg \gamma; \quad (4)$$

Угол  $\gamma$  определяем из треугольника OAD:

$$\cos \gamma = \frac{H/2}{OA};$$

$$\gamma = \arccos \frac{H/2}{OA}; \quad (5)$$

где  $H$  высота отвала;  $OA$  – образующий между А и О (центр тяжести отвала).

Величину крутящего момента от действий сил  $P_d$ , также согласно расчетной схеме (Рис.2):

$$M_{кр} = P_d S \sin \alpha; \quad (6)$$

где  $P_d$ – движущие силы гидроцилиндров управления отвалом;

$S$  – наименьшее расстояние, от точки А до направления действия усилий сил  $P_d$

$l$  – длина кронштейна;  $\alpha$  – угол между силой  $P_d$  и  $l$ .

Угол  $\alpha$  определяем из треугольника АРМ, используя теорему косинусов. Согласно расчетной схеме (Рис.2).

$$S_2^2 = S_1^2 + l^2 - 2S_1 l \cos \alpha \Rightarrow$$

$$2S_1 l \cos \alpha = S_1^2 + l^2 - S_2^2$$

$$\cos \alpha = \frac{S_1^2 + l^2 - S_2^2}{2S_1 l} = \frac{S_1}{2l} + \frac{l}{2S_1} + \frac{S_2^2}{2S_1 l}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{s_1}{2l} + \frac{l}{2s_1} + \frac{s_2^2}{2s_1 l}\right); \quad (7)$$

Момент трения по известной зависимости

$$M_{\text{тр}} = \frac{2Q \cdot d \mu}{\pi}, \quad (8)$$

где,  $d$  – диаметр оси;  $\mu$  – коэффициент трения пары опоры скольжения;  $Q$  - сила давления на внутренней части цилиндрической проушины ковша со стороны оси. Расчетная схема для определения  $Q$ , приведена на Рис.3

Из (1) определяем:

$$M_{\text{тр}} = M_{\text{кр}} - M_{\text{от}}; \quad (9)$$

Подставляем (4), (4), (5) и (8) в (9) получим:

$$\frac{2Qd\mu}{\pi} = P_d S \sin \alpha - \frac{1}{2} G_{\text{отв}} H \operatorname{tg} \gamma; \quad (10)$$

Из уравнения (10) видно, что для определения  $P_d$  необходимо определить  $Q$ , согласно расчетной схемы приведенной на рис. 3. При этом для определения силы давления  $Q$  прежде всего определяется реакции опор  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$  – приведенные на рис.1. Тогда суммарный момент  $M_{\text{тр}}$  равно сумме трений возникающих на каждой опоре в отдельности. Например, если будет известно направления действия и величины  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ , тогда для каждой опоры соответствующим образом определяется зависимости

$$F_{\text{тр}} = \mu R; \quad (12)$$

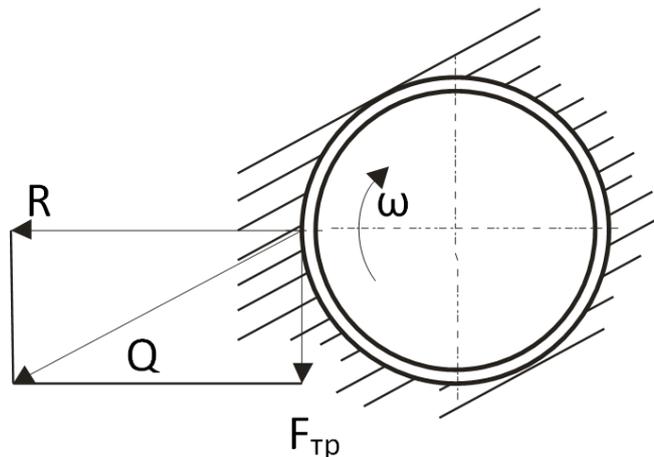


Рис.3. Схема действия сил в отдельной опоре скольжения

Далее, суммарный момент выглядит следующим образом:

$$M_{\text{тр}} = M_{\text{тр}A} + M_{\text{тр}B} + M_{\text{тр}C}; \quad (13)$$

Если будут известны величины силы действующие двумя гидроцилиндрами  $P_d$ , тогда легко определяется суммарный момент трения по зависимости (9). Это осуществимо с помощью экспериментальных исследований, при известных параметрах гидроцилиндров, путем определения давлений рабочих жидкостей в напорных линиях гидросистемы. В дальнейшем проведения необходимых расчетов, при известных  $P_d$ , легко определяются величины крутящих моментов  $M_{\text{кр}}$  в зависимости от веса  $G_{\text{от}}$  и от сил трения.

Методика определения величины силы реакции  $R_A$ ,  $R_B$  и  $R_C$ , соответственно суммарный момент трения и их влияния на величину силы  $P_d$  будет опубликованы следующей статье.

## Список литературы

1. Патент КР № 936 от 28.02.2007 г.
2. Гоберман А.А. Основы теории, расчета и проектирования строительных и дорожных машин [Текст] / А.А.Гоберман. - М.: Машиностроение, 1988. - 464 с.
3. Баловнев В.И. Методы физического моделирования рабочих процессов дорожно-строительных машин [Текст] / В.И.Баловнев. - М.: Машиностроение, 1974. - 232 с.