

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ БУЛЬДОЗЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ВЫДВИГАЕМЫМ ОТВАЛОМ

Башиков Ином Турсунович, соискатель КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр.Мира 66, e-mail: bashikov_inom@mail.ru

Цель работы – определение скоростей и ускорений характерных точек бульдозерного оборудования с выдвигаемым отвалом для различного положения отвала. В работе приводятся данные о технологических параметрах бульдозерного оборудования. Найдены зависимости для определения кинематических параметров рычажного механизма управления рабочего органа бульдозера.

Ключевые слова: бульдозерное оборудование, рычажный механизм, гидроцилиндр привода, рабочий орган, скорость, ускорение.

THE KINEMATIC COMPUTATION OF BULLDOZER EQUIPMENT WITH MOVABLE OPERATING ELEMENT

Bashikov Inom, seeker, KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, 66 Mir str., e-mail: bashikov_inom@mail.ru

Purpose of the work is to determine velocities and accelerations of characteristic points of bulldozer equipment with a retractable blade, for a variety of blade position. Paper also represents data of technological parameters of dozer equipment. The dependences for determining kinematic parameters of the linkage on the control of the working body of the bulldozer are fined out.

Keywords: bulldozer equipment, linkage, hydraulic drive cylinder, the working body, velocity, acceleration

Определяем кинематические параметры бульдозерного оборудования с выдвигаемым отвалом [1, 2] для случая, когда происходит поворот отвала в плане с выдвиганием (удалением) кромки, например, правого края (точки J), при этом точка G остается неподвижным (рис. 1). С помощью гидроцилиндра PO приводится в движение задний рычаг LNO , одновременно, включением гидроцилиндра KM начинает движение и переднее звено JL . Время, затраченное на полное выдвигание рычагов у обоих гидроцилиндров одинаково. Иными словами, за одно и то же время величина хода гидроцилиндра привода заднего рычага составляет 0,082 м, а величина хода гидроцилиндра привода переднего рычага составляет 0,388 м.

Звенья механизмов выдвигания отвала имеют следующие размеры: передние рычаги – $GE = JL = 0,85$ м, при этом $GF = JK = 0,425$ м, $FE = KL = 0,425$ м; задние рычаги – $EC = LN = 0,85$ м при этом $ED = LM = 0,425$ м, $DC = MN = 0,425$ м и $CB = NO = 0,475$ м. Угол между звеньями EC и CB равен 137 градусов. Такой же угол имеет звенья LN и NO . Длина отвала $QR = 3,8$ м, расстояние между опорами $GJ = CN = 2,4$ м, $QG = JR = 0,7$ м.

Перемещения передних и задних рычагов и их гидроцилиндров привода определяем графическими методами. Для этого в масштабе строим план положений бульдозерного оборудования с выдвигаемым отвалом для случая поворота отвала в плане удалением правого края отвала. Максимальный поворот отвала в плане составляет $\alpha = 21^{\circ}$. Разбиваем этот угол поворота отвала на 8 положений, через каждые 3° при этом исходное положение, когда отвал максимально втянут к трактору, обозначим нулевым положением (рис. 2).

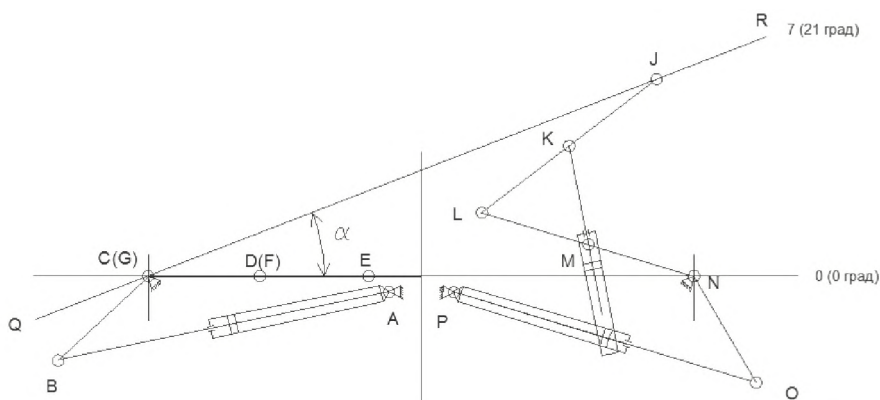


Рис. 1. Расчетная схема к определению кинематических параметров рабочего оборудования бульдозера (край отвала R занимает крайнее выдвинутое положение)

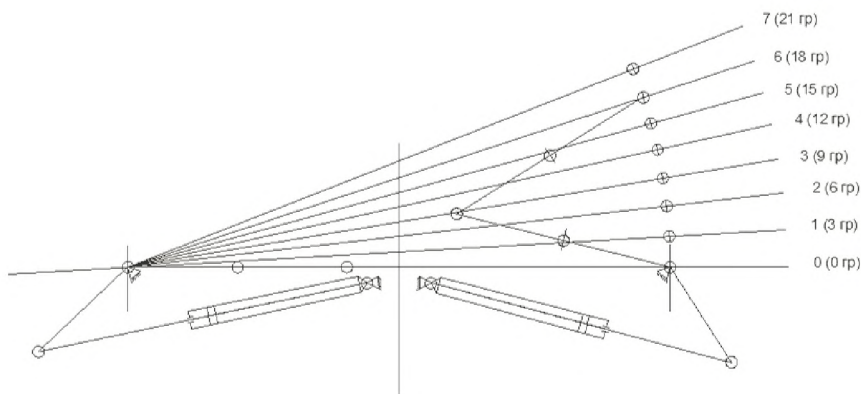


Рис. 2. Схема положений отвала бульдозера с углом поворота через 3 градуса

При повороте правого края отвала R поршень со штоком гидроцилиндра привода заднего рычага PO совершает сложное движение: относительное – относительно корпуса гидроцилиндра и переносное – вращение относительно точки P . В соответствии с технологией работы подобных бульдозеров целесообразно установить постоянные скорости выдвижения (удаления) и движения (приближения) отвала. В среднем скорость выдвижения отвала примем $v = 0,2$ м/с. Находим время выдвижения края отвала от нулевого положения до конечного (седьмого) положения

$$t = GR \cdot \alpha / v = 3,1 \cdot 0,32 / 0,2 \approx 5c .$$

где GR – расстояние между точками G и R ;

α – угол установки отвала;

v – скорость выдвижения отвала.

Тогда скорость штока заднего гидроцилиндра PO привода рычага LO составит

$$v_{32} = s_{32} / t = 0,082 / 5 = 0,02 \text{ м/с} ,$$

где s_{32} – ход поршня заднего гидроцилиндра.

Находим скорость выдвижения штока (поршня) переднего гидроцилиндра KM . Для этого необходимо определить путь s_i и время t_i , соответствующие различным положениям отвала бульдозера QR_i .

При повороте отвала бульдозера из начального (нулевого) положения в первое положение (рис. 2), шток заднего гидроцилиндра KM должен перемещаться на величину

$$s_{13} = PO_0 - PO_1 = 1300 - 1290 = 10 \text{ мм} = 0,01 \text{ м} ,$$

это соответствует отрезок времени, равный

$$t_1 = s_{13} / v_{32} = 0,01 / 0,02 = 0,5 \text{ с} .$$

Значения расстояния PO_i для различных положений отвала бульдозера определяют графическим методом. В табл. 1 приведены величины хода гидроцилиндров приводов передних и задних рычагов для указанных положений.

Таблица 1. Значения величины ходов гидроцилиндров приводов передних и задних рычагов для восьми положений рабочего оборудования бульдозера

Номер положения	Расстояние между точками крепления гидроцилиндра, мм		Номер положения	Расстояние между точками крепления гидроцилиндра, мм	
	Задний цилиндр	Передний цилиндр		Задний цилиндр	Передний цилиндр
0	1300	0	4	1256	220
1	1290	60	5	1243	276
2	1279	115	6	1229	332
3	1267	170	7	1218	388

Определяем остальные значения хода заднего гидроцилиндра s_i и времени t_i

$$\begin{aligned} s_{23} &= PO_1 - PO_2 = 1290 - 1279 = 11 \text{ мм} = 0,011 \text{ м}; & s_2/v_3 &= 0,011/0,02 = 0,55 \text{ с} . \\ s_{33} &= PO_2 - PO_3 = 1279 - 1267 = 12 \text{ мм} = 0,012 \text{ м}; & t_3 &= s_3/v_3 = 0,012/0,02 = 0,6 \text{ с} . \\ s_{43} &= PO_3 - PO_4 = 1267 - 1256 = 11 \text{ мм} = 0,011 \text{ м}; & t_4 &= s_4/v_3 = 0,011/0,02 = 0,55 \text{ с} . \\ s_{53} &= PO_4 - PO_5 = 1256 - 1243 = 13 \text{ мм} = 0,013 \text{ м}; & t_5 &= s_5/v_3 = 0,013/0,02 = 0,65 \text{ с} . \\ s_{63} &= PO_5 - PO_6 = 1243 - 1229 = 14 \text{ мм} = 0,014 \text{ м}; & t_6 &= s_6/v_3 = 0,014/0,02 = 0,7 \text{ с} . \\ s_{73} &= PO_6 - PO_7 = 1229 - 1218 = 15 \text{ мм} = 0,015 \text{ м}; & t_7 &= s_7/v_3 = 0,015/0,02 = 0,75 \text{ с} . \end{aligned}$$

После того, как мы определили времени затраченные на перемещение штока гидроцилиндра PO привода заднего рычага LO для всех положений $t_1, t_2 \dots t_7$, а также соответствующие выдвигения штока гидроцилиндра KM привода переднего рычага JL (табл. 1), можно определить скорость штока переднего гидроцилиндра KM для соответствующих отрезков времени

$$\begin{aligned} s_{1n} &= K_1M_1 - K_0M_0 = 60 - 0 = 60 \text{ мм} = 0,06 \text{ м}; & v_{1n} &= s_{1n}/t_1 = 0,06/0,5 = 0,12 \text{ м/с}. \\ s_{2n} &= K_2M_2 - K_1M_1 = 115 - 60 = 55 \text{ мм} = 0,055 \text{ м}; & v_{2n} &= s_{2n}/t_2 = 0,055/0,55 = 0,1 \text{ м/с}. \\ s_{3n} &= K_3M_3 - K_2M_2 = 170 - 115 = 55 \text{ мм} = 0,055 \text{ м}; & v_{3n} &= s_{3n}/t_3 = 0,055/0,6 = 0,09 \text{ м/с}. \\ s_{4n} &= K_4M_4 - K_3M_3 = 220 - 170 = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м}; & v_{4n} &= s_{4n}/t_4 = 0,05/0,55 = 0,09 \text{ м/с}. \\ s_{5n} &= K_5M_5 - K_4M_4 = 276 - 220 = 56 \text{ мм} = 0,056 \text{ м}; & v_{5n} &= s_{5n}/t_5 = 0,056/0,65 = 0,086 \text{ м/с}. \\ s_{6n} &= K_6M_6 - K_5M_5 = 332 - 276 = 56 \text{ мм} = 0,056 \text{ м}; & v_{6n} &= s_{6n}/t_6 = 0,056/0,7 = 0,08 \text{ м/с}. \\ s_{7n} &= K_7M_7 - K_6M_6 = 388 - 332 = 56 \text{ мм} = 0,056 \text{ м}; & v_{7n} &= s_{7n}/t_7 = 0,056/0,75 = 0,075 \text{ м/с}. \end{aligned}$$

Как видно из расчетов, скорость выдвигения штока переднего гидроцилиндра KM имеет тенденцию уменьшения по мере удаления правого края отвала.

Определим скорости и ускорения характерных точек рабочего оборудования бульдозера с использованием графического метода, построением планов скоростей и ускорений.

Начнем с определением скорости точки O , для этого составляем уравнение в векторной форме

$$\underline{v_O} = \underline{v_{32}} + \underline{v_{OP}} \quad ; \quad \underline{v_O} = \underline{v_N} + \underline{v_{ON}} .$$

Здесь v_{32} , согласно (2), $v_{32} = 0,02 \text{ м/с}$. строим план скоростей по вышеуказанным уравнениям.

Укажем последовательность решения этой задачи без приведения построенных планов скоростей.

В плане скоростей из точки p_1 проведем отрезок линии, параллельную PO в сторону точки P длиной 1000 мм до точки o_1 . Тогда масштаб скорости будет равным $\mu_v = v_{32} / 1000 = 0,02 / 1000 = 0,00002 \text{ (м/с)/мм}$. Из точки o_1 проведем линию, перпендикулярную PO , из точки p_1 проведем линию, перпендикулярную NO . Точку пересечения этих двух линий обозначим буквой o . Абсолютная скорость точки O равна длине отрезка po из плана скоростей. Для первого положения абсолютная скорость точки O равна $v_O = po \cdot \mu_v = 0,0367 \text{ м/с}$.

Скорости точек, принадлежащих заднему рычагу M и L находим, применяя методы подобия.

$$\frac{v_O}{v_M} = \frac{NO}{NM} \quad , \quad \text{откуда} \quad v_M = v_O \cdot \frac{NM}{NO} = 0,0328 \text{ м/с} .$$

Скорость точки L
$$v_L = v_O \cdot \frac{NL}{NO} = 0,0657 \text{ м/с} .$$

В соответствии с конструкцией заднего рычага направление действия скоростей точек M и L будет повернуто на 137 градус.

Далее, определяем скорость точки K . Для этого составляем уравнения в векторной форме

$$\underline{v_K} = \underline{v_M} + \underline{v_{1n}} + \underline{v_{KM}} \quad ; \quad \underline{v_K} = \underline{v_L} + \underline{v_{KL}} ,$$

где v_{1n} - скорость выдвигения штока гидроцилиндра привода переднего рычага для первого положения отвала бульдозера.

В данном случае скорость точки K будет складываться из скорости, созданной движением заднего

гидроцилиндра $v_M = 0,0328$ м/с и из скорости, созданной передним гидроцилиндром $v_{1n} = 0,12$ м/с. Из точки M_1 добавим отрезок до точки M_2 , соответствующий скорости выдвигания штока переднего цилиндра $v_{1n} = 0,12$ м/с параллельный направления движения штока переднего гидроцилиндра KM . В точке M_2 проведем линию, перпендикулярную KM . Известно также значение скорости точки L $v_L = 0,0657$ м/с. В точке L_1 проведем линию, перпендикулярную KL . В пересечении двух линии находим точку k . Абсолютная скорость точки K равна длине отрезка pk из плана скоростей, умноженной на масштаб скорости. На плане скоростей найдем значение абсолютной скорости точки K

$$v_{k1} = p_1 k_1 \cdot \mu_v = 7639 \cdot 0,00002 = 0,152 \text{ м/с.}$$

Скорость точки J , принадлежащей переднему рычагу LJ находим, строя в плане скоростей линию начиная от точки l_1 через точки k_1 до точки j_1 .

Абсолютная скорость точки J равна

$$v_{j1} = p_1 j_1 \cdot \mu_v = 12007 \cdot 0,00002 = 0,24 \text{ м/с.}$$

Далее проводим линию от p_1 до j_1 . Используя метода подобия находим скорости искомой точки R . Для этого продолжаем линию $p_1 j_1$ от точки полюса p_1 через точки j_1 до точки r_1 , поскольку точка R находится на прямой с точкой J и неподвижной точкой G . Измеряя длину отрезка $p_1 r_1$ и умножая на масштаб скорости находим скорость точки R

$$v_{r1} = p_1 r_1 \cdot \mu_v = 15996 \cdot 0,00002 = 0,32 \text{ м/с.}$$

Выводы

1. Составлены планы положений бульдозерного рабочего оборудования с рычажным механизмом выдвигания отвала для диапазона изменений угла поворота отвала до 21 градус в плане.
2. Определены графическим методом скорости характерных точек рычажного механизма выдвигания отвала бульдозерного рабочего оборудования для различных положений отвала.

Список литературы

1. А.С. № 1640293 СССР МКИ Е 02 F 3/76. Бульдозер-террасер / Ж.Ж.Тургумбаев, А.И.Джылкычиев, К.И.Раймкулов и др. Опубл. 07.04.91. БИО № 13.
2. Тургумбаев Ж.Ж., Урманбаев С.И. Бульдозерное оборудование для расчистки горных дорог от снежных и каменных завалов //Наука и новые технологии. – 2000, № 2. – С. 131-133.

References

1. A.S. No. 1640293 the USSR, MKI E 02 F 3/76. Bulldozer-terracer / J.J.Turgumbaev, A.I.Jylkychiev, K.I.Raimkulov, etc. Publ. 07.04.91. BIO No. 13.
2. Turgumbaev J.J., Uрманбаев S.I. Bulldozer equipment for clearing of mountain roads from snow and stone rubble//Science and new technologies. - 2000, No. 2. - P. 131-133.

УДК 537.527

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Жайнаков Аманбек Жайнакович, д.ф.-м.наук, академик, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: jainakov47@mail.ru

Султангазиева Рена Турдубековна, к.ф.-м.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: renasultangazieva@mail.ru

Цель статьи – развитие интегрированной модели взаимодействия электрической дуги и расплавленного металла сварочной ванны. На основании литературного обзора существующих математических моделей задач электродуговой обработки материалов корректируются условия на границе «плазма-жидкий металл»