

Следовательно

$$h = P_y K_2 \left[1 - e^{-\frac{\xi_2 t}{T_2}} \left(\cos \omega t + \frac{\xi_2}{T_2 \omega} \sin \omega t \right) \right]. \quad (3)$$

График величины открытия рабочей щели регулятора расхода воздуха при изменении давления в пневмоцилиндрах показан на рисунке 3.

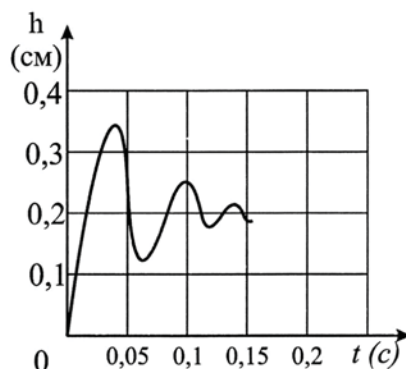


Рисунок 3 – График переходного процесса регулятора расхода воздуха

Выводы

Получено уравнение, отражающее величину открытия рабочей щели регулятора расхода воздуха при изменении давления в пневмоцилиндрах станка-полуавтомата Д7.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еренчинов Д.К. Обоснование параметров чистой обработки пробок шаровых кранов методом обкатывания // М., Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2007, №3, с. 24-28.
2. Ефремов Т.К., Тагаевский А.А. Пневматические комплексы технических средств автоматизации. М., Машиностроение, 1997, 235 с.

УДК 625.08

Кекилбаев Айбар Молдаханович – к.т.н., доцент (Алматы, КазАТК)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ЦЕПНОГО ОТВАЛЬНОГО ОРГАНА БУЛЬДОЗЕРА

Для составления математических моделей, которые описывают взаимодействие отвального рабочего органа с разрабатываемым грунтом для разных режимов работы, использованы аналитические зависимости, полученные на основании теории предельного состояния грунтов в работах [1-3].

На основании математических моделей сопротивления копания, тягового баланса землеройно-транспортной машины, удельных сопротивлений, зависимостей для определения эффективных глубин копания учитывают физико-механические характеристики разрабатываемого грунта, тяговый класс базовых машин, режим работы и условия взаимодействия рабочих органов с разрабатываемой средой.

На рисунке 1 приведен рабочий процесс копания грунта отвалом и накопление призмы волочения совместно отвалом и боковыми открылками до начала потерь грунта в боковые валики.

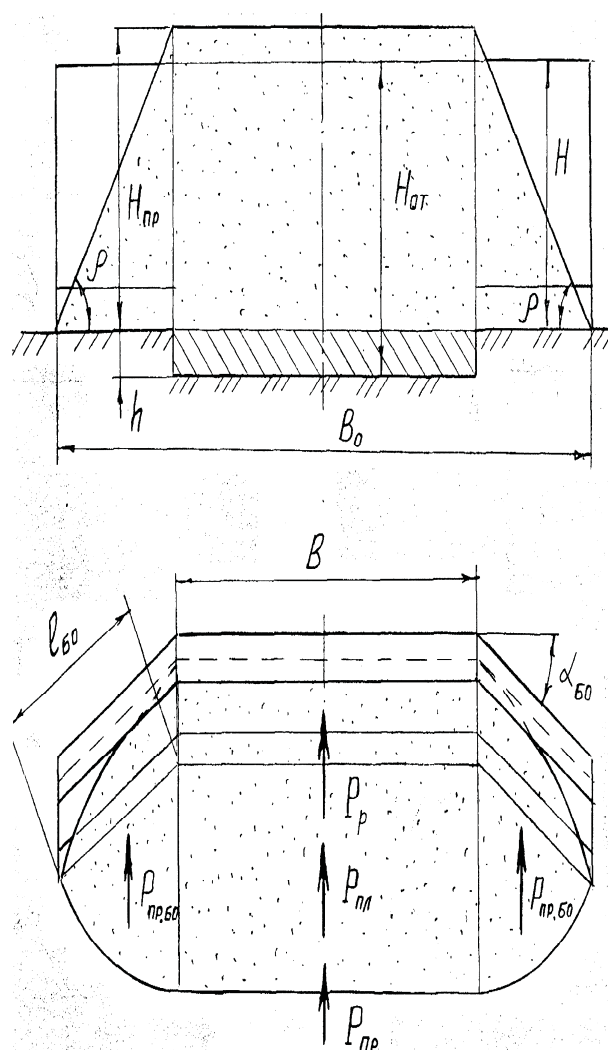


Рисунок 1 – Рабочий процесс копания грунта отвалом с транспортировкой грунта отвалом и боковыми открывками

В этом случае режущие ножи боковых открывок не участвуют в процессе резания грунта и постоянно контактируют с ненарушенной поверхностью грунта независимо от глубины копания. Для последующего транспортирования накопленного грунта отвал выглубляется до совмещения режущей кромки его ножа с режущими кромками ножей боковых открывок. Транспортирование осуществляется без потерь по сторонам предварительно накопленной призмы волочения грунта максимального объёма. При механическом соединении отвала с боковыми открывками образуется цельный рабочий орган со сплошной режущей кромкой.

На (рис.1) приведен рабочий процесс копания грунта отвалом и накопление призмы волочения совместно отвалом и боковыми открывками до начала потерь грунта в боковые валики. В этом случае режущие ножи боковых открывок не участвуют в процессе резания грунта и постоянно контактируют с ненарушенной поверхностью грунта независимо от глубины копания. Для последующего транспортирования накопленного грунта отвал выглубляется до совмещения режущей кромки его ножа с режущими кромками ножей боковых открывок. Транспортирование осуществляется без потерь по сторонам предварительно накопленной призмы волочения грунта максимального объёма. При механическом соединении отвала с боковыми открывками образуется цельный рабочий орган со сплошной режущей кромкой.

Данный вариант рабочего процесса обеспечивает возможность копания и транспортировки грунта отвалом увеличенной ширины. Накопление максимальной призмы волочения заканчивается, когда объём срезаемого грунта равен потерям грунта в боковые стороны от отвала.

Для составления математических моделей, которые описывают взаимодействие отвального рабочего органа с разрабатываемым грунтом для разных режимов работы, использованы аналитические зависимости, полученные на основании теории предельного состояния грунтов в работах [см.1-3].

Горизонтальная составляющая сопротивления резанию грунта равна:

$$P_p = (1 + ctg\alpha_p \cdot tg\delta) \cdot A_1 \cdot B \cdot h \cdot \left[\frac{\gamma \cdot g \cdot h}{2} + C_w \cdot ctg\rho \cdot \left(1 - \frac{1}{A_1}\right) + \frac{P_{пл} \cdot \sin\alpha_p}{B \cdot a} \right], \quad (1)$$

где $P_{пл}$ - сопротивление движению вырезаемого пласта грунта отвалом сквозь призму волочения с учетом его веса.

Величина $P_{пл}$ равна:

$$P_{пл} = A_3 \cdot B \cdot H^2 \cdot K \cdot \arcsin \frac{1}{2 \cdot K} \cdot \left(1 + tg\delta \cdot \arcsin \frac{1}{2 \cdot K}\right) + \gamma_p \cdot g \cdot B \cdot a \cdot H, \quad (2)$$

где

$$A_3 = \gamma_p \cdot g \cdot (tg\delta + tg\rho) \cdot \cos^2 \rho. \quad (3)$$

Сопротивление призмы волочения грунта перед отвалом:

$$P_{нл} = \gamma_p \cdot g \cdot \cos^2 \rho \cdot \frac{B \cdot H^2}{2} \quad (4)$$

Сопротивление призмы волочения грунта перед боковыми открылками:

$$P_{нр.б.о} = \gamma_p \cdot g \cdot \cos^2 \rho \cdot \frac{(B_0 - B) \cdot H^2}{4} \quad (5)$$

Суммарная горизонтальная составляющая сопротивления копанию грунта отвалом в транспортирующем режиме боковых открылков равна:

$$P_{\kappa 1} = (1 + ctg\alpha_p \cdot tg\delta) \cdot A_1 \cdot B \cdot h \cdot \left[\frac{\gamma \cdot g \cdot h}{2} + C_w \cdot ctg\rho \cdot \left(1 - \frac{1}{A_1}\right) + \frac{A \cdot H^2 \cdot K \cdot \arcsin \frac{1}{2 \cdot K} \cdot \left(1 + tg\delta \cdot \arcsin \frac{1}{2 \cdot K}\right) \cdot \sin\alpha_p}{K_w \cdot h} + \gamma_p \cdot g \cdot H \right] + \gamma_p \cdot g \cdot \cos^2 \rho \cdot \frac{(B_0 - B) \cdot H^2}{4} \quad (6)$$

При отсутствии резания грунта отвалом сопротивление на рабочем органе определяется только сопротивлением от перемещения призмы волочения перед отвалом и боковыми открылками. Величина этого сопротивления равна:

$$P_{\kappa 1} = \gamma_p \cdot g \cdot \cos^2 \rho \cdot \frac{(B_0 - B) \cdot H^2}{4} \quad (7)$$

Для расчетной схемы взаимодействия отвального рабочего органа, которая предусматривает копанье грунта общим режущим ножом отвала и боковых открьлков, горизонтальная составляющая сопротивлению копания равна[4]:

$$P_{\kappa 1} = P_p + P_{p.\delta o} + P_{\text{пл}1} + P_{\text{пл.}\delta o1} + P_{\text{np}}, \quad (8)$$

При $K = \frac{R}{H} \geq 0,5 \div 1,1$ величинами горизонтальных составляющих сопротивлению подъёму вырезаемых пластов грунта отвалом и боковыми открьлками $P_{\text{пл}1}$ и $P_{\text{пл.}\delta o1}$ можно пренебречь.

Сопротивление резанию грунта отвалом и боковыми открьлками соответственно равны:

$$P_p = \left(1 + \text{ctg} \alpha_p \cdot \text{tg} \delta\right) \cdot A_1 \cdot B \cdot h \left[\frac{\gamma \cdot g \cdot h}{2} + C_w \cdot \text{ctg} \rho \cdot \left(1 - \frac{1}{A_1}\right) + \frac{P_{\text{пл}} \cdot \sin \alpha_p}{B \cdot a} \right] \quad (9)$$

$$P_{p.\delta o} = \left(\text{tg} \alpha_{\delta o} + \text{tg} \delta \cdot \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \alpha_p \cdot \cos^2 \alpha_{\delta o}}} \right) \cdot A_1 \cdot (B_0 - B) \cdot h \cdot \left[\frac{\gamma \cdot g \cdot h}{2} + C_w \cdot \text{ctg} \rho \cdot \left(1 - \frac{1}{A_1}\right) + \frac{P_{\text{пл.}\delta o} \cdot \sin \alpha_p \cdot \cos \alpha_{\delta o}}{a \cdot (B_0 - B)} \right], \quad (10)$$

где $P_{\text{пл}}$ и $P_{\text{пл.}\delta o}$ соответственно сопротивления подъёму вырезаемых пластов грунта отвалом и боковыми открьлками с учетом веса движущихся пластов;

$\alpha_{\delta o}$ - угол установки боковых открьлков.

Зависимости для определения $P_{\text{пл}}$ и $P_{\text{пл.}\delta o}$ имеют вид:

$$P_{\text{пл}} = A_3 \cdot B \cdot H^2 \cdot K \cdot \arcsin \frac{1}{2 \cdot K} \cdot \left(1 + \text{tg} \delta \cdot \arcsin \frac{1}{2 \cdot K}\right) + \gamma_p \cdot g \cdot B \cdot a \cdot H \quad (11)$$

$$P_{\text{пл.}\delta o} = A_3 \cdot \frac{B_0 - B}{\cos \alpha_{\delta o}} \cdot H^2 \cdot K \cdot \arcsin \frac{1}{2 \cdot K} \cdot \left(1 + \text{tg} \delta \cdot \arcsin \frac{1}{2 \cdot K}\right) + \frac{\gamma_p \cdot g \cdot (B_0 - B) \cdot a \cdot H}{\cos \alpha_{\delta o}}, \quad (12)$$

где

$$A_3 = (\text{tg} \delta + \text{tg} \rho) \cdot \gamma_p \cdot g \cdot \cos^2 \rho \quad (13)$$

Сопротивление перемещению призмы волочения общим отвальным рабочим органом:

$$P_{\text{np}} = \gamma_p \cdot g \cdot \cos^2 \rho \cdot \frac{B_0 \cdot H^2}{2}. \quad (14)$$

Суммарная горизонтальная составляющая усилия копания для рабочего режима равна:

$$P_{\kappa 1} = A_1 \cdot h \cdot \left[B \cdot \left(1 + \text{ctg} \alpha_p \cdot \text{tg} \delta\right) + (B_0 - B) \cdot \left(\text{tg} \alpha_{\delta o} + \text{tg} \delta \cdot \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \alpha_p \cdot \cos^2 \alpha_{\delta o}}} \right) \right].$$

$$\left[\frac{\gamma \cdot g \cdot h}{2} + C_w \cdot ctg\rho \cdot \left(1 - \frac{1}{A_1}\right) + \frac{A_3 \cdot H^2 \cdot K}{K_\psi \cdot h} \cdot \sin\alpha_p \cdot \arcsin\frac{1}{2 \cdot K} \cdot \left(1 + tg\delta \cdot \arcsin\frac{1}{2 \cdot K}\right) + \gamma_p \cdot g \cdot H \right] \quad (15)$$

Выводы

Анализ математических моделей взаимодействия отвального рабочего органа с разрабатываемым грунтом позволяет наметить ряд конструктивных предложений, обеспечивающих реализацию соответствующих выводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демиденко А.И.. Повышение эффективности бульдозеров за счет создания новых рабочих органов. Омск. Издательство СибАДИ. 2005.- 130с.
2. Домбровский Н.Г., Гальперин М.И.. Строительные машины (в 2-х ч.) – ч.II. Учебник для студентов вузов. – Высш.шк., 1985.- 224с.
3. Гаркави И.Г., Аринченков В.И., Карпов В.В. и др. Машины для земляных работ: под редакцией Гаркави. – М. : Высшая школа, 1982.- 235с.
4. Баймолдаев Т.А., Кабашев А.Р. Теоретические основы копания селевых грунтов цепным рабочим органом бульдозера. Строительные и дорожные машины.2006.

УДК 625.08

Кекилбаев Айбар Молдаханович – к.т.н., доцент (Алматы, КазАТК)

СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРИЗМЫ ВОЛОЧЕНИЯ ГРУНТА РАБОЧИМ ОРГАНОМ БУЛЬДОЗЕРА С ЦЕПНОЙ ОТВАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Исследования процессов были проведены в направлении снижения энергоемкости процесса резания и копания грунта и транспортирования, увеличения призмы волочения, снижения сопротивления передвижению грунта по отвалу.

Анализ исследований по совершенствованию конструкций отвалов бульдозеров показывает, что конструкции отвальных рабочих органов должны учитывать особенности рабочего процесса разработки селевой грунтовой среды.

Характер перемещения призмы волочения цепным отвальным рабочим органом аналогичен перемещению традиционным бульдозерным отвалом с цельнометаллической рабочей поверхностью.

Расчетная схема процесса копания рабочим органом бульдозера с цепной отвальной поверхностью в общем случае для конечного этапа копания представлена на рисунке 1 [1].

Грунт отделяется от массива плоским ножом. Над неразрушенной частью естественного грунта впереди отвала расположена призма волочения наибольшего объема. Грунт, вырезаемый ножом, проходит вдоль цепной отвальной поверхности через призму волочения. Грунт, с которым взаимодействует рабочий орган, а также грунт призмы волочения представлен сыпучей средой со сцеплением. Физические свойства грунта характеризуются плотностью γ , сцеплением C_w , углом внутреннего трения ρ , углом внешнего трения δ . Влияние сопротивления движению грунта по отвалу на