АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КОПАНИЯ СЕЛЕВОЙ ГРУНТОВОЙ МАССЫ ОТВАЛОМ БУЛЬДОЗЕРА С ЧЕЛЮСТНЫМ ЗАХВАТОМ И ВЫСТУПАЮЩЕЙ НОЖЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Т.И Аскарходжаев
Ташкентский государственный транспортный университет
Ғ.Н. Янгибоев
Ташкентский государственный транспортный университет

Аннотация. Бу мақолада жағли қисқич ва олдинги сурувчи тишли қути типидаги отвал билан жиҳозланган бульдозер ёрдамида сел оқибатида ҳосил бўлган тупроқни қазиш ва суриш жараёнларининг математик модели ва ҳисоб схемаси кўриб чиқилди.

Одатий ишчи жиҳозининг ўзгартирилиши лойиҳаланаётган бульдозернинг оптимал ўлчамларини ва иш режимини аниқлаш, ишлаб чиқариш муҳитининг реал ҳолатига мувофиқ амалга оширишга имкон беради.

Таклиф этилаётган усул тузулишнинг самарадорлигини кенг миқёсдаги тадбиқига қадар баҳолашга имконият яратади.

Калит сўзлар: Яланғоч тутқичли булдозер, булдозер пичоғи, чиқадиган пичоқ тизими, тупроқнинг сел массаси, қазиш жараёни, массанинг ҳаракати, тупроқ, тупроқ таъсири, тупроқ зичлиги, механизациялашган қазиш, оғир машиналар, қазиш, ер сатҳини текислаш, ерни механизациялаш

Аннотация. В настоящей статье приводятся расчетная схема и математическая модель процесса копания и транспортирования грунтовой массы селевого отложения бульдозер оснащённым отвалом с челюстным захватом и выдвинутой ножевой системой ящичного типа.

Изменение конструкции традиционного рабочих органов позволяет осуществлять процесс копания в соответствии с фактическим состоянием разрабатываемой среды и определить оптимальные параметры и режимы работы проектируемой машины.

Метод позволяет определить эффективность предложенной конструкции до её полномасштабной реализации.

Ключевые слова: Бульдозер с голой ручкой, Лезвие бульдозера, Система выступающих лезвий, Селевая масса почвы, Процесс раскопок, Движение массы, Земли, Толчок почвы, Плотность почвы, Механизированные раскопки, Тяжелая техника, Выполнение земляных работ, Выравнивание уровня земли, Механизация земли

Annotation. This article provides a design scheme and a mathematical model for the process of digging and transporting ground mass of mud deposits with a

ISSN 3030-3907

bulldozer equipped with a jaw with a maxillary pickup and advanced box-type knife system.

Changing the design of a traditional allows you to dig in accordance with the actual state of the developed environment and determine the optimal parameters and modes of operation of the designed machine.

The method allows to determine the effectiveness of the proposed design to its full-scale implementation.

Keywords: Bare-handled bulldozer, Bulldozer blade, Protruding blade system, Mudflow mass of soil, Excavation process, Movement of mass, Earth, Soil impact, Soil density, Mechanized excavation, Heavy machinery, Excavation, Levelling of ground level, Mechanization of the earth

Введение

На основе исследований взаимодействия с грунтом, бульдозерного отвала оснащенного челюстным захватом с выступающим средним ножом «ящичного» типа [1], составлена расчётная схема для определения сил сопротивления в процессе копания, представляющим собой «max» нагруженный этап, когда наряду с копанием грунта происходит перемещение накопленной призмы волочения. Горизонтальная составляющая сопротивления грунта копанию. На всю рабочую поверхность в этом случае (рис) в общем виде определяется:

$$W_k = W_p + W_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где W_p-сопротивление резанию выступающей ножевой системе, с учётам сопротивления движению пласта по отвальной поверхности внутри челюстного захвата, *Н;*

$W_{\text{пр}}$-сопротивление призмы волочению, *н*;

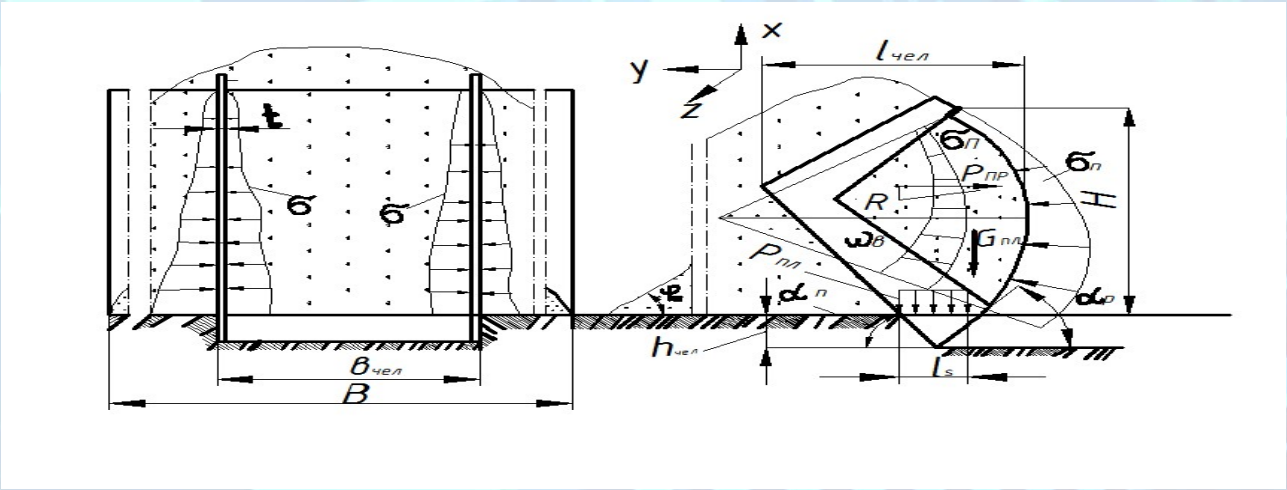


Рис-1. Расчетная схема для определения сопротивления грунта копания отвалом оснащённым челюстным захватом с выступающей ножевой системой.

ISSN 3030-3907

Выступающая ножевая система, состоящая из основного и подрезающих ножей, представляет собой режущий прямоугольный периметр, со скошенными углами внедряемыми в грунт. Для определения сопротивления грунта резанию, указанным периметром при $\rho > \delta$ могут быть использованы положения теории резания грунтов, базирующаяся на понятии о предельном равновесии сыпучей среды [2.] На основании последней искомое сопротивление определяется зависимостью:

$$W_p = A_\propto A_1 F_{\text{стр}} \cdot q \left[\frac{\gamma h_{\text{чел}}}{2} + \text{c}_\omega ctg\rho \left(1 - {}^1/_{A_1}\right) + P_{\text{пл}}\right] + 2A_2 th_{\text{чел}} \cdot g \text{ x}$$
$$\text{x}\left[\frac{\gamma h_{\text{чел}}}{2} + \text{c}_\omega ctg\rho \cdot \left(1 - {}^1/_{A_1}\right)\right] + 4tg\delta \cdot A_3 l_{\text{чел}} \cdot g \left[\frac{\gamma h_{\text{чел}}}{2}\right] \text{c}_\omega ctg\rho \cdot \left(1 - {}^1/_{A_3}\right) \quad (2)$$

где A_1, A_2, A_3, A_α,-коэффициенты, определяемые аналитические на основе соотношений:

$$A_\propto = \left(1 + ctg\alpha_p \cdot tg\delta\right);$$
$$A_1 = \frac{1 - sin\rho cos2\alpha\rho}{1 - sin\rho};$$
$$A_2 = A_3 = \frac{cos\delta + \sqrt{sin^2\rho - sin^2\delta}}{1 - sin\delta} exp\left(\delta + arc\,sin\frac{sin\delta}{sin\rho}\right) tg\rho;$$

$P_{\text{пл}}$-удельное давление на вырезанную стружку от сил сопротивления движению пласта по отвальной поверхности внутри челюстного захвата;
$l_б$-длина подрезающих ножей в направлении резания, м.

В зависимости (2) первый член связан с процессами, протекающими на передней грани основного ножа, второй-на передних гранях подрезающих ножей для случая $\propto_{\text{П}} \leq 90^0$; третий-трением на боковых поверхностях челюстного захвата и ножевой системы.

Нормальные напряжения на передней грани подрезающих ножей при $0 \leq \propto_{\text{П}} \leq {}^\pi/_2$ определяется зависимостью:

$$\sigma_n = A_1 \left[\gamma x + c_\omega \cdot ctg\rho \cdot \left(1 - {}^1/_{A_1}\right)\right]$$

При ${}^\pi/_2 \leq \propto_{\text{п}} \pi$ значение $\sigma_{\text{п}}$ определяется в соответствии с зависимостями, полученными для крутых подпорных стенок [87]:

$$\sigma_{\text{п}} = A_2 \left[\gamma x + c_\omega ctg\rho \left(1 - {}^1/_{A_2}\right)\right]$$

Для расчёта величины коэффициента A_2 при $\rho > \delta$ и $0 \leq \alpha_{\text{П}} \leq {}^\pi/_2$,

$$A_2 = \frac{cos\delta + \sqrt{sin^2\rho - sin^2\delta}}{1 - sin\delta} exp\left(\alpha_{\text{п}} - \pi + \delta + arcsin\frac{sin\delta}{sin\rho}\right) tg\rho$$

ISSN 3030-3907

Длина подрезающих ножей в направлении резания определяется:

$$l_б = h_{чел}\left(ctgl_p - ctgl_п\right) \quad (3)$$

Величина удельного давления $P_{пл}$ в выражении (2) характеризует сопротивление, возникающее при движении пласта:

$$P_{пл} = \gamma_р S cos\alpha_p sin\alpha_p \left\{\left(tg\rho + sin\alpha_p\right)\left[2tg\rho - \frac{Scos\alpha_p}{\alpha}\left(tg\alpha_p - tg\rho\right)\right] + \right.$$
$$\left. + tg\delta tg^2\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\rho}{4}\right) \cdot tg^2\rho \frac{\alpha}{2B}\right\} + \gamma_p atg\rho$$

где: γ_p –объёмная масса грунта в разрыхленном состоянии;

S-длина зоны контакта, движущегося пласта и неподвижного грунта, находящегося в призме волочения;

α_p –угол резания выдвинутого вперед ножа;

ρ, δ-углы внутреннего и внешнего трения;

α-ширина основания вытесняемого пласта, устанавливаемая из треугольника, определяющего условный объём грунта, отделяемого от массива [3].

B –ширина бульдозерного оборудования

При резании грунта ножевой системой челюсти, движение грунта происходит только внутри челюстного захвата, а два боковых участка отвала производят транспортировку грунта. В связи этим, движущихся пласт грунта испытывает дополнительную нагрузку со стороны грунта, находящегося по боковым участкам отвала и поверхности челюстного давление $P_{пл}$ в выражении 2 можно определить через $W_{пл}$–сопротивление движению пласта грунта:

$$W_{пл} = g \cdot (tg\delta + tg\rho) \cdot \gamma_p \cdot cos^2\rho в_{чел} \cdot H^2 K \cdot arc \cdot sin\,{}^1\!/_2\, K$$
$$\left(1 + tg\delta\ arc\ sin\,{}^1\!/_2\, K\right) + g\gamma\rho в_{чел} a \cdot H_{пр} + W_\delta + W_\rho; \quad (3)$$

где -ширина основания вытесняемого пласта грунта [3].

W_δ и W_ρ-силы трения пласта о боковую поверхность челюстного захвата с ножевой системой и о грунт, находящийся на боковых участках отвала.

В окончательном, виде в результате постановки всех трех членов преобразованная формула (2) примет вид соотношения:

$$W_k = Д_1 F_{стр}\left[\frac{\gamma h_{чел}}{2} + c_\omega ctg\rho\left(1 - {}^1\!/_{A_1}\right)\right.$$
$$+ sin\alpha_\rho g\left[Д_2\frac{H^2}{h_{чел}} + \gamma_\rho H_{пр} + Д_3\frac{H}{F_{стр}}\right]x$$
$$\left.[F_2 tg\rho + F_\delta \cdot (tg\delta - tg\rho)]\right]] + Д_4 th_{чел}\left[\frac{\gamma h_{чел}}{2} + c_\omega ctg\rho\left(1 - {}^1\!/_{A_1}\right)\right] + Д_5 h^2_{чел}$$

ISSN 3030-3907

$$\left(gtg \propto_{\rho} - ctg \propto_{\text{п}}\right)\left[\frac{\gamma h_{\text{чел}}}{2} + \text{c}_{\omega} ctg\rho\left(1 - {}^{1}/_{A_3}\right)\right] + Д_6 B H_{\text{пр}}, \quad (4)$$

Здесь $Д_1$; $Д_2$; $Д_3$; $Д_4$; $Д_5$; $Д_6$ −коэффициенты, определяемые через значения и параметров рабочего органа бульдозера [4].

Полученная математическая модель сопротивления грунта копанию бульдозерным отвалом, оснащенным челюстным захватом с выступающей ножевой системой, позволяет связать в единую зависимость основные параметры процесса копания грунта: характеристики машины и селевой грунтовой среды.

БИБЛИОГРАФИЯ:

1. Норкин Е.А. Определение параметров и оценки эффективности бульдозерного оборудования для разработки малосвязанных грунтов. Дисс. к.т.н. Москва, ВНИИТС, 1989 г.
2. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды М. Физматгиз. 1960. 296 ст.
3. Баловнев В.И. Оптимизация и выбор инновационных систем и процессов транспортно-технологических машин. Москва, 2014. 386 с.
4. Balovnev V. I. methods of Scale modeling of Operating Processes of Highway Construction. Published for the united States Departament of Agriculture and National Science Fondation, Washington, D.C., by Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 1985. 229 p.

ISSN 3030-3907