

Тургунбаев М.С.

ВЛИЯНИЕ РАДИУСА ШАРОВИДНОЙ КАМЕНИСТОЙ ЧАСТИЦЫ НА СИЛУ КОПАНИЯ ГРУНТА

M.S. Turgunbaev

RADIUS INFLUENCE SPHERICAL STONY PARTICLES ON FORCE OF DIGGING OF A GROUND

УДК 621.879.06

Исследовано изменение силы копания грунта в зависимости от радиуса, пассивной части, глубины залегания каменной частицы, а также глубины копания. Получено аналитическое выражение для определения силы копания в зависимости от действия рабочего органа землеройной машины на каменное включение грунта.

Change of force of digging of a ground independence from radius of a passive part and also depth of digging is investigated. Analytical expression for definition of force of digging depending on action of working digging cars on stony ground inclusion is received.

Сила копания грунта, содержащего каменное включение, острым режущим органом, при установившемся, свободном режиме резания, определяется формулой:

$$P_p = \sqrt{\left(u - \frac{hH}{\sin \alpha}\right)^2 + u^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0} \cdot (\sin \alpha \cos \varphi_0 + \cos \alpha \sin \varphi_0) \cdot b + 2\pi R_1^2 \sum_1^n dN (\sin A + \cos A \operatorname{tg} \varphi_0) \sin \frac{d\theta}{2} \cos \theta \quad (1)$$

где $u = \frac{ah}{\sin \alpha} (0,5\gamma h + H)$.

Для того, чтобы результаты вычислений были общими используем следующие исходные данные: $h = 0,2 \text{ м}$, $\alpha = 30^\circ$, $\hat{a} = 0,5 \hat{i}$, свободное резание, физико-механические свойства грунтов [1], характеристики каменного включения, приведены в табл. 1.

На рис. 1 приведено изменение силы копания разных видов грунтов в зависимости от радиуса каменной частицы.

Табл. 1.

Физико-механические свойства грунтов, характеристики каменного включения

Вид грунта	Характеристики грунта				Шаровидное каменное включение	
	$\gamma, \text{Н/м}^3$	$C, \text{Н/м}^2$	$\varphi, \text{град}$	$\varphi_0, \text{град}$	$dz = h, \text{м}$	$R_k, \text{м}$
Супесь 1	16660	9800	22	16	0,2	0,05...0,2
Супесь 2	16660	20000	22	16	0,2	0,05...0,2
Суглинок 1	18424	39200	20,5	15	0,2	0,05...0,2
Суглинок	18424	54000	20	15	0,2	0,05...0,2
Глина 1	18620	160000	14,5	4,5	0,2	0,05...0,2
Глина 2	23226	200900	14,5	4,5	0,2	0,05...0,2

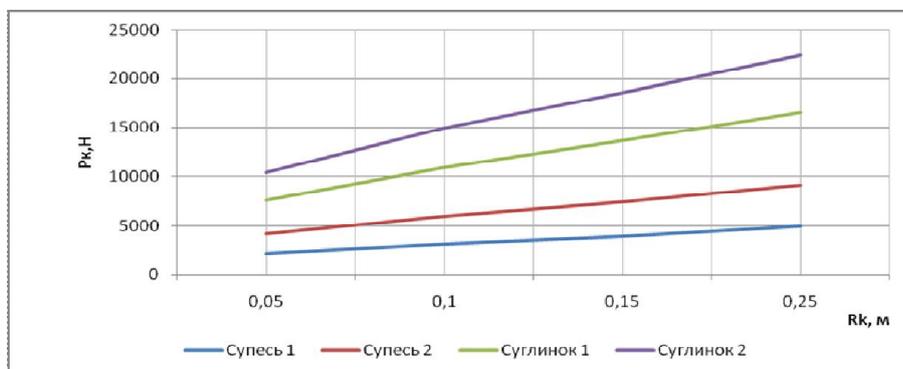


Рис.1. Изменение силы копания грунта в зависимости от радиуса каменной частицы

Из этого графика следует, что с возрастанием радиуса каменной частицы сила копания грунта возрастает близко к линейной зависимости. Из рис.1 также видно, что сила разрушения суглинка 2 подчиняется степенной зависимости. На основе этих закономерностей можем заключить что, зависимость между силой копания грунта, содержащего каменное включение, подчиняется степенной зависимости. Анализ формулы 1 подтверждает также, что вышеназванная зависимость имеет степенной характер. Далее рассмотрим, как изменяется сила копания грунтов, при постоянном радиусе каменной частицы.

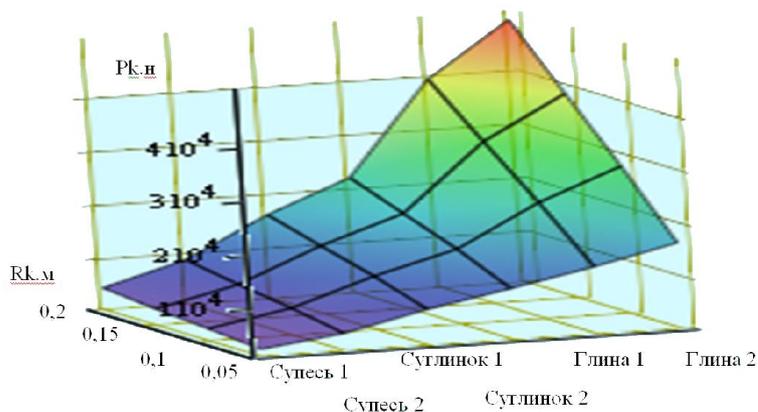


Рис. 2. Изменение силы копания грунтов в зависимости от радиуса каменной частицы.

Из графика, приведенного на рис.2 следует, что сила копания различных грунтов с каменным включением возрастает степенной зависимостью при $R_k = \text{const}$. На возрастание силы копания грунта заметное влияние оказывает содержание в грунте глинистых частиц и радиус каменной частицы. Следует отметить, что с увеличением содержания глинистых частиц грунта возрастает сцепления грунта, который и является одной из основных причин вызывающих роста силы разрушения грунта.

В работе [2] определена пассивная часть каменного включения грунта. Как было отмечено, поверхность пассивной части каменного включения не участвует в процессе копания, так как она выступает дневного горизонта грунта.

Для анализа влияния пассивной части каменного включения на силу копания грунта проведем теоретические исследования. Для этого вычислим теоретическую силу разрушения без учета и с учетом угла, определяющего пассивную часть каменного включения грунта (параметры разрушения и физико-механические свойства грунтов по табл.1). При этом радиус каменной частицы $R_k = 0,1$ м. Глубина залегания каменной частицы dz изменяется в зависимости от глубины копания грунта h , причем ($dz = h$). Соответственно изменяется угол, определяющий пассивную часть каменного включения грунта [2].

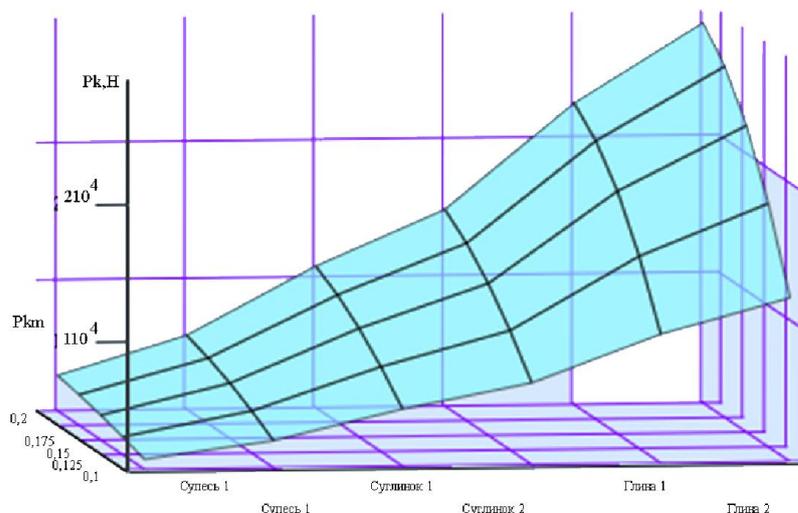


Рис. 3. График силы копания грунта с каменным включением в зависимости от угла θ_n .

На рис.3 показано изменение силы разрушения грунта без учета и с учетом угла, определяющего пассивную часть каменистого включения грунта. Пассивная часть каменистого включения появляется когда определенная часть каменистой части выступает дневной поверхности грунта, т.е когда $dz < R_k$.

Анализ рис.3 показывает, что с увеличением пассивной части каменистого включения возрастание силы копания грунта приобретает более пологий вид. Такое связано с тем, что увеличение силы копания подчиняется близко к линейному закону (рис.1) с возрастанием радиуса каменистой частицы грунта, с одной стороны, а увеличение поверхности пассивной части происходит по пологому закону с возрастанием радиуса каменистой частицы грунта, с другой стороны.

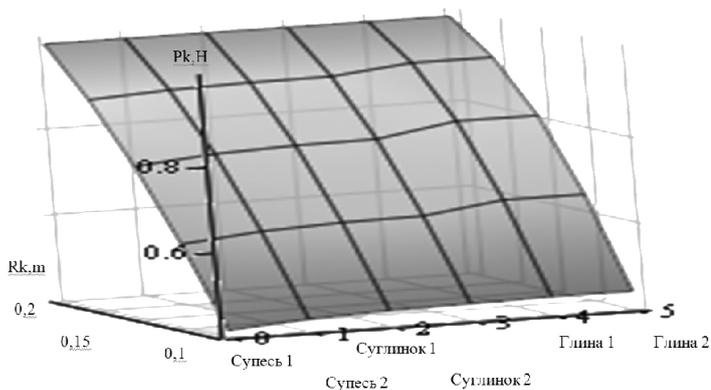


Рис. 4. График силы копания различных грунтов, в зависимости от глубины копания, при $R_k = 0,1$ м, $h = dz$.

На рис.4 показан график силы копания, когда изменяется глубина копания различных грунтов. Из этого рисунка видно, что с увеличением глубины копания безразмерная величина O_p уменьшается. Такое объясняется тем, что при $h = 0,2$ м, каменистая частица радиусом $R_k = 0,1$ м полностью внедрен в массив грунта, и с уменьшением глубины копания поверхность пассивной части каменистого включения увеличивается. Причем эта закономерность подчиняется нелинейной зависимости.

Теперь проанализируем, каким образом изменяется сила копания грунта при изменении глубины залегания каменистой частицы относительно глубины копания грунта. Для этого принимаем глубины резания постоянной, равной $h = 0,2$ м, остальные параметры резания и физико-механические свойства грунтов, соответствуют табл.1. При этом, координаты каменистого включения изменяются: $dz = (0...2)R_k$, Радиус каменистого включения $R_k = 0,1$ м. Определяем значения теоретической силы разрушения по формуле 1.

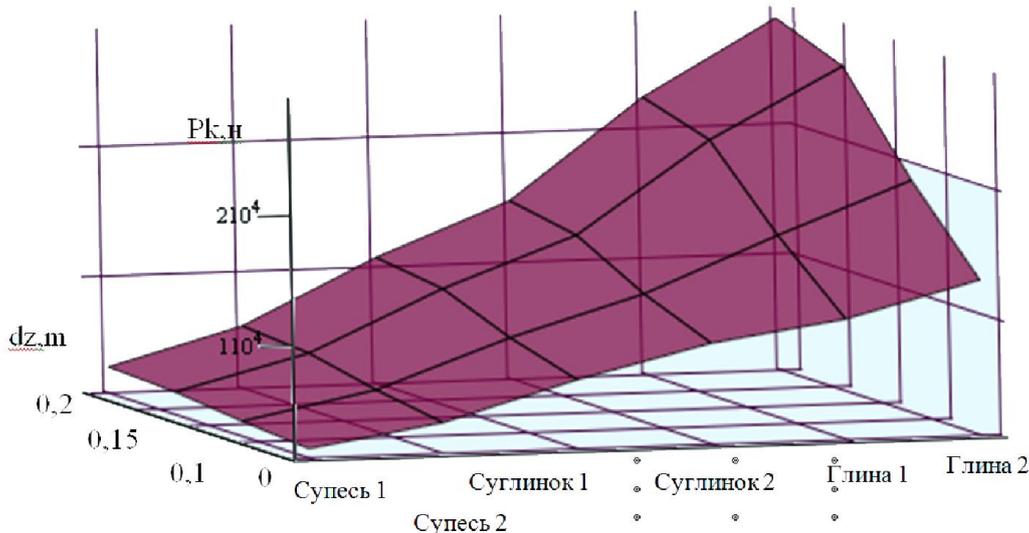


Рис. 5. Изменение силы разрушения грунта в зависимости от глубины залегания каменистого включения, $dz \neq h$, $h = \text{const}$, $R_k = 0,1$ м.

Из рис.5 следует, что когда $dz = 0$, каменная частица находится вне массива грунта, разрушается однородный грунт, а с дальнейшее увеличение глубины залегания каменной частицы вызывает возрастание силы разрушения грунта нелинейно, по пологому закону.

В работе [3] показано, что когда рабочий орган землеройной машины действует ниже $0,75R_k$ от центра тяжести каменной частицы, последняя выкатывается вверх с разрушением грунта. В противном случае, появляется дополнительная сила смятия грунта, соответственно формула для определения силы разрушения грунта с каменным включением приобретает вид:

$$P_p = \sqrt{\left(u - \frac{hH}{\sin \alpha}\right)^2 + u^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0} \cdot (\sin \alpha \cos \varphi_0 + \cos \alpha \sin \varphi_0) \cdot b +$$

$$+ 2\pi R_1^2 \sum_1^n dN (\sin A + \cos A \operatorname{tg} \varphi_0) \sin \frac{d\theta}{2} \cos \theta + P_{cm} F_{cm} \quad (2)$$

где $u = \frac{ah}{\sin \alpha} (0,5\gamma h + H)$.

где σ_{cm} - напряжение смятия грунта,

F_{cm} - площадь смятия грунта под каменным включением.

Список литературы:

1. Маслов Н.Н., Расчет устойчивости откосов, Госэнергоиздат, 1955.
2. Тургунбаев М.С. Исследование влияние характеристик каменной частицы на силу копания грунта, Наука и новые технологии, Бишкек.
3. Чеченков М.С. Повышение эффективности использования землеройных машин при разработке моренных грунтов в стесненных условиях строительных площадок Кольского полуострова: Дис.канд.техн.наук: -М. 1975. -187 с

Рецензент: д.т.н., профессор Жылкычиев А.И.
