

Тургунбаев М.С., Тургунбаева З.Б., Осмонов М.Н.

**ТАШТЫН ТАРТЫЛУУ БОРБОРУНУН ЭКСЦЕНТРИК ЖАЙГАШУУСУНУН
ТАЛКАЛАНГАН ТОПУРАКТЫН КӨЛӨМҮНӨ ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ**

Тургунбаев М.С., Тургунбаева З.Б., Осмонов М.Н.

**ВЛИЯНИЕ ЭКСЦЕНТРИЧНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ КАМЕНИСТОГО
ВКЛЮЧЕНИЯ НА ОБЪЕМ РАЗРУШЕННОГО ГРУНТА**

M. Turgunbaev, Z. Turgunbaeva, M. Osmonov

**THE INFLUENCE OF THE ECCENTRIC LOCATION OF THE CENTER OF GRAVITY
OF THE ROCKY INCLUSION ON THE VOLUME OF THE DESTROYED SOIL**

УДК: 624.132.3, 30.19.29, 52.39.37

Макалада жер кыртышын кесүү процессинде таштын тартылуу борборунун кыртыштын талкалануу келбетинин симметрия огуна карата жана таштын геометриялык формасынын туш келди өзгөрө турганы айтылат. Таштын кесүү тереңдик жана туурасы боюнча эксцентрикалык жайгашышуусунун кыртыштын талкалануу көлөмүнө тийгизген таасири аныкталат. Таш камтыган кыртыштын талкалануу келбетинин квадранттары белгиленет. Таштын тартылуу борборунун кыртыштын талкалануу келбетинин симметрия огуна карата эксцентрикалык жайгашышуусунун кыртыштын талкалануу көлөмүнө тийгизген таасири боюнча эсептөө анализи жүргүзүлгөн. Тышкы контурдун же таштын габариттик өлчөмүнүн кыртыштын талкалануу келбетинин геометриялык параметрлерине тийгизген таасиринин шартынын аткарылышына талдоо жүргүзүлөт. Кыртыштын талкалануу көлөмүнүн өсүшүнө эң чоң таасир кесүүнүн тереңдиги боюнча эксцентриситет, ал эми эң кичине – кесүүнүн туурасы боюнча эксцентриситет тарабынан көрсөтүлөрү белгиленген.

Негизги сөздөр: тартылуу борбору, таштак кошулмалар, топурактын бузулушу, эксцентриситет, кесүү тереңдиги, кесүү туурасы, уячанын квадранттары, эсептөө анализи.

В статье приводится, что в процессе резания грунта координаты центра тяжести каменистого включения относительно оси симметрии прорези разрушения грунта и геометрическая форма камня изменяются случайным образом. Определено влияние эксцентричного расположения центра тяжести каменистого включения по глубине и ширине резания на объем разрушенного грунта. Установлены квадранты прорези разрушения грунта, содержащего каменистое включение. Проведен вычислительный анализ изменения объема разрушенного грунта в зависимости от эксцентричного расположения центра тяжести каменистого включения относительно оси симметрии прорези разрушения грунта. Проводится анализ выполнения условия влияния внешнего контура или габаритного размера камня на геометрические параметры прорези разрушения грунта. Отмечается, что наибольшее влияние на увеличение объема разрушенного грунта с каменистым включением оказывает эксцентриситет по глубине резания, а наименьшее – эксцентриситет по ширине резания.

Ключевые слова: центр тяжести, каменистые включения, разрушения грунта, эксцентриситет, глубина резания, ширина резания, квадранты прорези, вычислительный анализ.

The article shows that in the process of cutting the soil, the coordinates of the center of gravity of the rocky inclusion relative to the axis of symmetry of the soil fracture slot and the geometric shape of the stone change randomly. The influence of the eccentric location of the center of gravity of the rocky inclusion on the depth and

width of the cutting on the volume of the destroyed soil is determined. The quadrants of the slot of destruction of the soil containing the rocky inclusion are established. A computational analysis of the change in the volume of the destroyed soil depending on the eccentric location of the center of gravity of the rocky inclusion relative to the axis of symmetry of the soil fracture slot is carried out. The analysis of the fulfillment of the condition of the influence of the external contour or the overall size of the stone on the geometric parameters of the soil destruction slot is carried out. It is noted that the greatest influence on the increase in the volume of destroyed soil with rocky inclusions is exerted by the eccentricity in cutting depth, and the least by the eccentricity in cutting width.

Key words: center of gravity, rocky inclusions, soil destruction, eccentricity, cutting depth, cutting width, slot quadrants, computational analysis.

Введение. Изменение геометрических размеров, форм и расположения каменистых включений в массиве грунта подчиняется стохастическим закономерностям [1;2]. Вследствие этого, в процессе резания грунта узким режущим элементом землеройной машины каменистые включения могут располагаться относительно осей симметрии прорези разрушения грунта эксцентрично. В связи с этим **целью данной статьи** является определение закономерностей эксцентричного расположения центра тяжести каменистого включения и влияния их на объем разрушенного грунта с каменистым включением.

Эксцентричное расположение центра тяжести каменистого включения относительно осей симметрии прорези разрушения грунта. Классификационные признаки каменистого включения грунта приведены в [3], геометрическая форма каменистого включения изменяется от неправильной формы до правильной – шаровидной формы. Геометрические размеры отдельных крупных каменистых включений грунта регламентируются [4]. В работе [5] в зависимости от коэффициента сжатия геометрической формы для практических расчетов силы сопротивления грунта резанию предлагаются формы каменистого включения: от эллипсоидно-суженной до шаровидной. Каменистое включение, как твердое тело имеет центр тяжести – равнодействующую всех элементарных сил тяжести [6]. В процессе резания грунта рабочим органом землеройной машины расположение

центра тяжести камня изменяется случайным образом, при этом внешний контур или габаритный размер камня может влиять на геометрические параметры прорези разрушения грунта [7]. Условиями влияния габаритного размера каменистого включения на прорезь разрушения грунта являются неравенства вида [7]:

$$\begin{cases} h_e > h \\ b_y > b \end{cases} \quad (1)$$

С учетом геометрического размера и эксцентриситета камня по ширине резания, условием увеличения ширины резания грунта является неравенства [7]:

$$b_y = \begin{cases} \left(\frac{c_e}{\cos \psi_{se}} - c_e \right) 2ctg \psi_{se} > b, \text{ когда } e_b = 0, \text{ двухстороннее влияние,} \\ 0,5b + \left(\frac{c_e}{\cos \psi_{sel,r}} - c_{eh} \right) ctg \psi_{sel,r} + |e_b| > b, \text{ когда } e_b \neq 0, \text{ одностороннее влияние,} \\ \left(\frac{c_e}{\cos \psi_{sel}} - c_e \right) ctg \psi_{sel} + \left(\frac{c_e}{\cos \psi_{ser}} - c_e \right) ctg \psi_{ser} + |e_b| > b, \text{ когда } e_b \neq 0, \text{ двухстороннее влияние} \end{cases} \quad (2)$$

В работе [5] приводится, что, когда $a_e = b_e = c_e = R_e$, шаровидное каменистое включение грунта превращается в эллипсоидное, где a_e – большая полуось, b_e, c_e – маленькие полуоси.

На рисунке 1 показаны виды влияний внешнего контура каменистого включения на прорезь разрушения грунта. Эксцентричное расположение центра тяжести камня относительно осей симметрии глубины и ширины резания оценивается эксцентриситетом – E_{cg} , который раскладывается на эксцентриситет по глубине резания – e_h , и на эксцентриситет по ширине резания – e_b [7].

Эксцентриситет центра тяжести каменистого включения определяется выражением [7]:

$$E_{cg} = \sqrt{e_h^2 + e_b^2} \quad (3)$$

В процессе резания грунта в зависимости ориентации, большой полуосью может стать любая полуось эллипсоидного каменистого включения, т.е.: $a_e > b_e = c_e, b_e > a_e = c_e, c_e > a_e = b_e$. В случае, когда большой полуосью является $a_e > b_e = c_e$ эксцентриситет по глубине резания равен:

$$e_h = k_h c_e \quad (4)$$

где k_h – коэффициент глубины резания. Эксцентриситет по ширине резания равен:

$$e_b = k_b b_e \quad (5)$$

где k_e – коэффициент ширины резания. Глубина залегания центра тяжести каменистого включения равна:

$$h_{cg} = 0,5h + e_h \quad (6)$$

Глубина залегания каменистого включения равна:

$$h_e = h_{cg} + c_e \quad (7)$$

Общий объем разрушенного грунта с каменистым включением равен [7]:

$$V_e = \begin{cases} V_{ce} + n_s V_{se}, \text{ когда } e_b = 0, \\ V_{ce} + (V_{ser} + V_{sel}), \text{ когда } e_b \neq 0 \end{cases} \quad (8)$$

где V_{ce} – объем разрушенного грунта центральной трапеции прорези, V_{sel} – объем разрушенного грунта левой боковой стороны прорези, V_{ser} – объем разрушенного грунта правой боковой стороны прорези, n_s – количество боковых сторон прорези разрушения грунта.

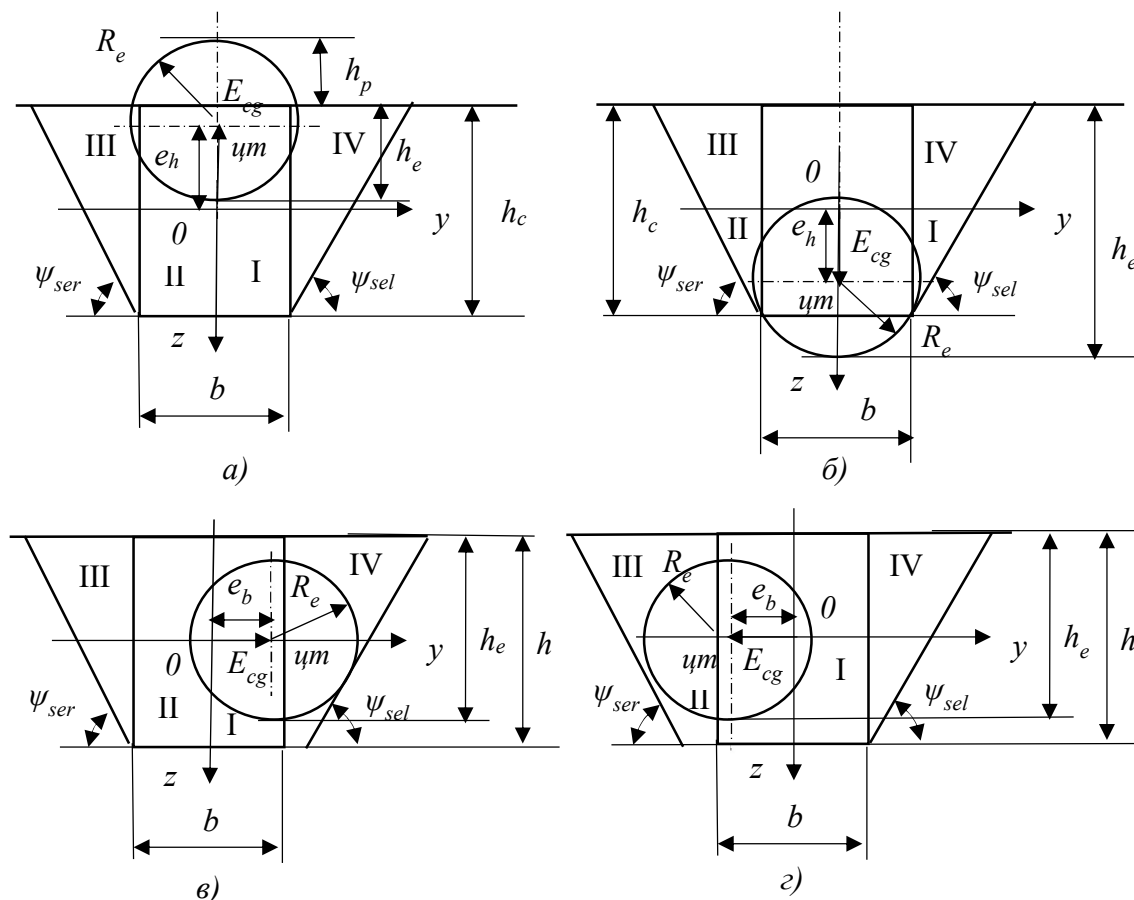


Рис. 1. Виды влияния габаритных размеров каменного включения на прорезь разрушения грунта I, II, III, IV - квадранты прорези разрушения, R_e – радиус камня, $цм$ – центр тяжести камня, h – глубина резания, b – ширина резания, h_p – высота пассивной части камня, h_e – глубина залегания каменного включения, e_h – эксцентриситет по глубине резания, e_b – эксцентриситет по ширине резания, E_{cg} – эксцентриситет центра тяжести каменного включения, ψ_{sel} , ψ_{ser} – боковые углы сдвига, левый, правый, соответственно, по направлению резания.

При $e_b = 0$, $V_{ser} = V_{sel}$, объемы разрушенных грунтов в левых и правых боковых сторонах прорези равны между собой. Проведем вычислительный анализ влияния эксцентриситетности центра тяжести камня на значение объема разрушенного грунта, при следующих параметрах резания грунта, содержащего близко-шаровидное включение с $R_e = 0,0685$ м [8]: $L_{fe} = 0,068$ м, $\psi_{be} = 0,506$ рад, $\alpha = 30^\circ$, $h = 0,15$ м, $b = 0,15$ м, $C_0 = 11$ ударов ударника ДорНИИ [9]. Результаты вычислений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Изменение объема разрушенного грунта в зависимости от эксцентриситетности центра тяжести каменного включения

k_h	e_h	k_b	e_b	E_{cg} , м	h_{cs} , м	b_{cs} , м	ψ_{sel} , рад	ψ_{ser} , рад	V_{cs} , м ³	Вып-е (1),(2)
-0,3	-0,02055	0	0	0,02055	0,12295	0,108	0,899	0,899	0,011473	he нет b _y нет
0	0	0	0	0	0,1435	0,108	0,899	0,899	0,011473	he нет b _y нет
0,3	0,02055	0	0	0,02055	0,16405	0,108	0,899	0,899	0,013921	he да b _y нет
0,3	0,02055	-0,7	-0,04795	0,05217	0,16405	0,157	0,899	0,8814	0,014436	he да b _y да
0,3	0,02055	0	0	0,02055	0,16405	0,108	0,899	0,899	0,013921	he да b _y нет
0,3	0,02055	0,7	0,04795	0,05217	0,16405	0,157	0,8814	0,899	0,014436	he да b _y да

На рисунке 2 показано изменение объема разрушенного грунта в зависимости от эксцентриситета по глубине резания: при $e_h = -0,02055$ м появляется «пассивная» часть каменистого включения, оказывающая влияние на значение силы сопротивления грунта разрушению. С увеличением e_h глубина залегания камня возрастает и при выполнении условия (1) рост объема разрушенного грунта составляет более 21%. Увеличение объема разрушенного, когда каменистое включение смещено относительно центра симметрии прорези разрушения грунта, т.е. $e_b = 0... \pm 0,04795$ м составляет более 3%.

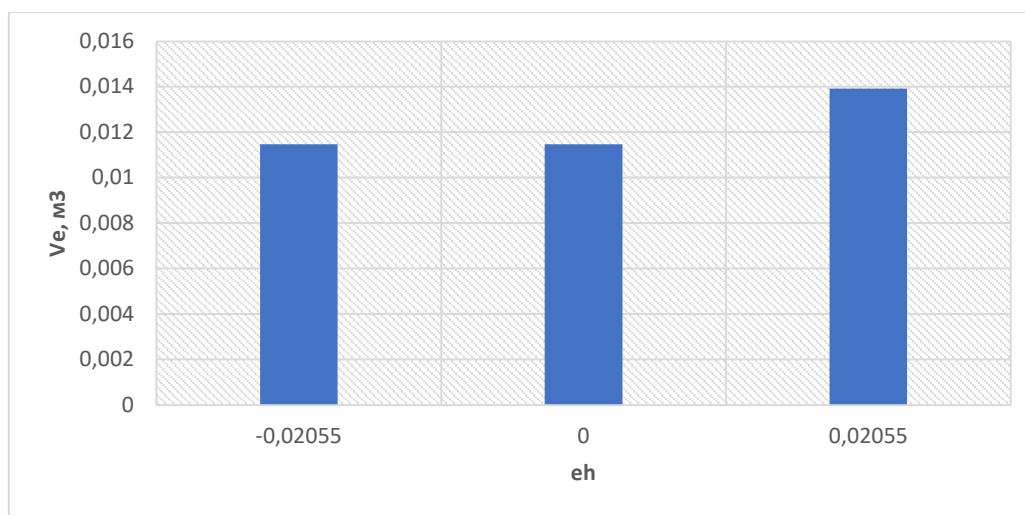


Рис. 2. Изменение объема разрушенного грунта в зависимости от эксцентриситета по глубине резания.

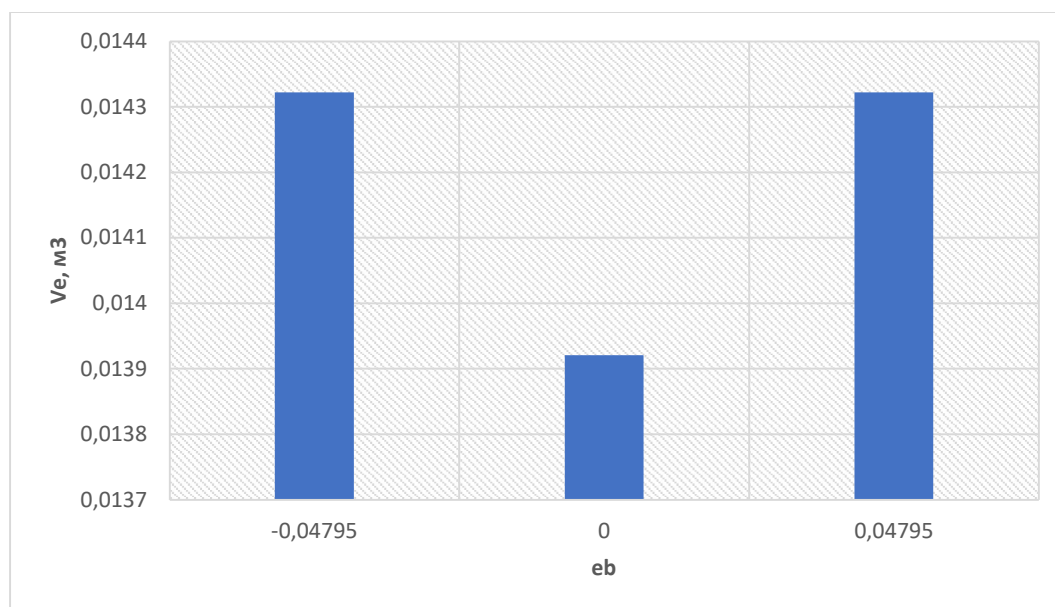


Рис. 3. Изменение объема разрушенного грунта в зависимости от эксцентриситета по ширине резания.

Вывод. Наибольшее влияние на увеличение объема разрушенного грунта с каменистым включением оказывает эксцентриситет по глубине резания, а наименьшее – эксцентриситет по ширине резания. В практических расчетах энергоемкости резания грунтов, содержащих каменистые включения влиянием эксцентриситета по ширине резания на объем разрушенного грунта, можно пренебречь.

Литература:

1. Тургумбаев Ж.Ж. Грунтовые условия эксплуатации землеройной техники на территории Кыргызской Республики [Текст]: Монография / Ж.Ж. Тургумбаев, М.С. Тургунбаев. - Бишкек: Бишкектранзит, 2008. - С. 80.
2. Грунты, содержащие крупные обломки [Текст]: материалы конф. / [науч. ред. М.С. Тургунбаев]. - Караганда: Изд-во Болашак, 2010. - С. 420.
3. Тургунбаев М.С. Исследование крупнообломочных включений грунтов. [Текст] / М.С. Тургунбаев // Известия КГТУ им. И.Раззакова. Теоретический и прикладной научно-технический журнал. - Бишкек., 2009. - №16. - С.122-126.
4. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состояния, Москва, Стандартинформ, 2015. - С.24.
5. Тургумбаев Ж.Ж. Модель прогнозирования силу сопротивления резанию грунта, содержащего различные каменистые включения [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, М.С.Тургунбаев // Высокие технологии в строительном комплексе. Научно-технический журнал. - Воронеж, 2021. - №2. - С. 130-138. www.ttmko.ru ISSN 2618-9054
6. Васьюко Н.Г. Теоретическая механика: Учеб. / Н.Г. Васьюко, В.А. Волосухин, А.Н. Кабельков. - Рн/Д: Феникс, 2012. - С. 302.
7. Тургумбаев Ж.Ж. Геометрические параметры прорези разрушения грунта с каменистым включением [Текст] / Ж.Ж. Тургумбаев, М.С. Тургунбаев // Вестник КГУСТА имени Н.Исанова. - Бишкек, 2022. - №3. www.vestnikksucta.kg.
8. Тургунбаев М.С. Особенности разрушения пород, содержащих каменистые включения. [Текст] // Горное оборудование и электромеханика. Журнал «Новые технологии». - 2014. №11(108). - С. 34-40.
9. Зеленин А.Н., Баловнев И.П., Керов И.П. Машины для земляных работ. - М.: Машиностроение, 1975. - С. 421.
10. Тургунбаев М.С. прорезь разрушения грунта содержащего обломочно-каменное включение. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2018. №. 4. С. 3-6
11. Тургумбаев Ж.Ж., Тургунбаев М.С. Теоретическое определение силы сопротивления грунта с каменистыми включениями разрушению. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2010. №. 5. С. 15-20