

**КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ  
КРУПНЫХ ОБЛОМОЧНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ ГРУНТОВ****CLASSIFICATION SIGNS OF LARGE DETRITAL INCLUSIONS OF SOIL**

*Макалада Кыргызстандын жер кыртышында кездешүүчү таш сыныктарынын геометриялык өлчөмдөрүн жана формаларын изилдөөнүн жыйынтыктары келтирилген. Топурактардагы таш бөлүкчөлөрдүн жалпы классификациясы сунушталат.*

*Ачкыч сөздөр: топурак, таш бөлүкчөлөр, классификация.*

*В статье приведены результаты исследований геометрических размеров и форм крупнообломочных включений грунтов Кыргызстана. Предлагается новая классификация каменных включений грунтов.*

*Ключевые слова: грунт, каменные частицы, классификация.*

*In the article are given results of researches of the geometrical sizes and forms of large detrital inclusions of soil of Kyrgyzstan. New classification of stone inclusions of soil is offered.*

*Keywords: soil, stone particles, classification.*

На территории Кыргызской Республики встречаются различные почвенные покрытия. Площадь каменистых почв в республике только в зоне земледелия составляет около 3809 тыс. га, в том числе: слабокаменистых – 1477 тыс. га; среднекаменистых – 1495 тыс. га; сильнокаменистых - 10,4 тыс. га [1]. В настоящее время освоено 110 тыс. га, в основном слабо- и среднекаменистых земель. В генезисе каменистых почв основная роль принадлежит экзогенным процессам. Наличие крутых горных хребтов, покрытых ледниками и снегом, сток поверхностных вод, обильное выпадение атмосферных осадков, часто ливневого характера способствуют активизации экзогенных процессов, вследствие чего формируется скелетно-каменистый почвообразующий материал. Почва представляет собой поверхностный плодородный слой толщиной до 0,5 м. Но при проведении земляных работ в строительстве глубина разработки грунтов достигает до 5 - 6 м.

В связи с этим необходимо изучить грунтовый состав КР, в т.ч. грунтов с крупными обломочными включениями, что представляет собой актуальную задачу для эффективной работы землеройных строительных машин.

Автором [2] были установлены вероятности появления (наличия) различных видов грунтов по уровням залегания по строительно-климатическим районам Кыргызской Республики. На глубине 6 м наиболее распространены глинистые грунты, вероятность появления которых составляет  $P=0,575$ , песчаные грунты с вероятностью появления  $P=0,139$ , крупнообломочные и скальные грунты, соответственно, с вероятностями 0,194 и 0,092. Отметим, что глинистые и песчаные грунты могут содержать отдельные каменистые обломочные включения, вероятность появления которых в работе [2] не учитывалась.

Анализ многочисленных исследований металлоконструкций рабочего оборудования экскаваторов [3,4,5] показывает, что они в процессе эксплуатации испытывают переменные нагрузки во времени, т.е. имеет место случайного процесса нагружения. Структура этих случайных процессов зависит от многих факторов, в первую очередь - от гранулометрического состава и трудности разработки грунтов. Наличие в крупнообломочно-песчано-пылеватых грунтах крупных каменных обломков оказывает непосредственное влияние на появление случайных, быстро меняющихся по времени режимов нагрузки.

На рис.1. представлены виды (фото) грунтов, содержащих гравийно-галечниково-валунные включения, заснятых при полевых исследованиях [6]. Результаты исследований [7] показали, что крупнообломочные включения имеют разные геометрические размеры и фор-

мы, шероховатость поверхностей, степень окатанности, механическую прочность и массу. По полученным данным проводилась их классификация. Классифицирующими признаками каменных включений приняты: их геометрические размеры и формы, шероховатость поверхностей, степень окатанности, прочность и вес обломков. Рассмотрим их формы.

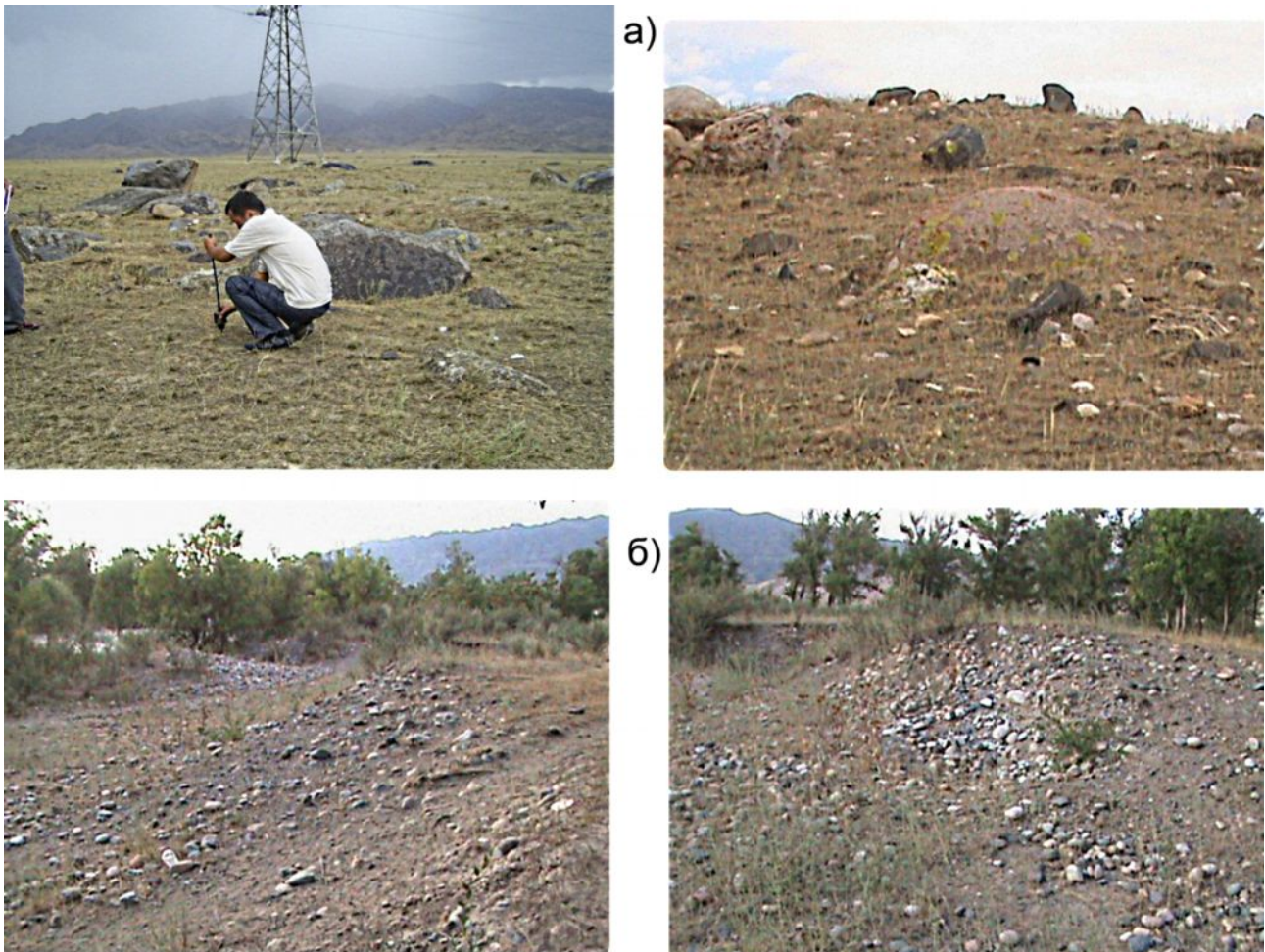


Рис.1. Полевые исследования грунтов, содержащих каменные включения: а) на долинных участках, б) на околоречных участках.

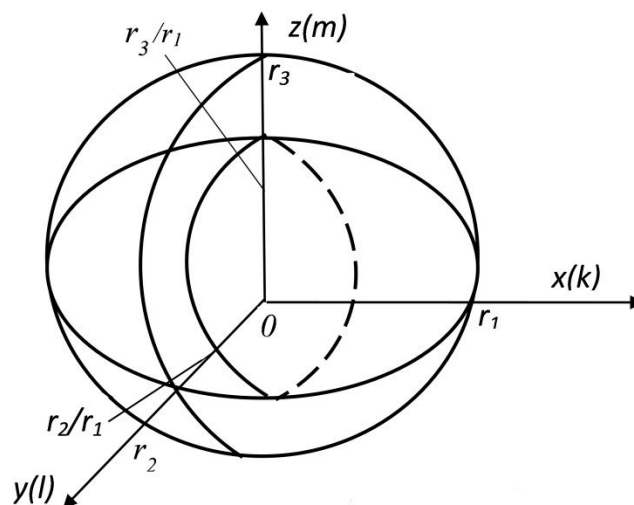


Рис.2. Схема форм каменных частиц:

$r_1, r_2, r_3$  – радиусы,  $r_2/r_1, r_3/r_1$  – коэффициенты сжатия,  $k, l, m$  – полуоси эллипсоида.

Известно, что форму эллипсоида – прототипа каменных включений (частиц) - можно получить из сферы, у которой все 3 радиусы равны между собой:  $r_1 = r_2 = r_3 = r$ .

При равномерном сжатии сферы относительно ее двух взаимно перпендикулярных осей (рис.2.) получим эллипсоид. Если  $k$  – наибольшая полуось эллипсоида, то каноническое уравнение его имеет вид [8, 9]:

$$\frac{x^2}{r^2} + \frac{y^2}{r^2} + \frac{z^2}{r^2} = 1 \quad (1)$$

Из рис.2 видно, что в этом случае каноническое уравнение эллипсоида принимает вид

$$\frac{x^2}{k^2} + \frac{y^2}{l^2} + \frac{z^2}{m^2} = 1 \quad (2)$$

где  $k, l, m$  – полуоси эллипсоида.

Сфера равномерно сжимается сначала относительно плоскости  $Oxy$  с коэффициентом сжатия  $r_2/r_1$ , а затем относительно  $Oxz$  - с коэффициентом сжатия  $r_3/r_1$ .

Таким образом, с помощью коэффициентов  $r_2/r_1$  и  $r_3/r_1$  можно получить эллипсоидные (сжатые, вытянутые) и плоские каменные частицы на основе шаровидной частицы. В случае, когда полуоси эллипсоида изменяются произвольно, получаются каменные частицы неправильной формы. Условные граничные значения коэффициентов  $r_2/r_1$  и  $r_3/r_1$ , с помощью которых образуются различные формы каменных включений, представлены в табл.1.

Таблица 1 - Закономерности изменения геометрической формы каменной частицы

Радиусы сферы					Форма каменной частицы
$r_1 (k)$	$r_2/r_1$	$r_2 (l)$	$r_3/r_1$	$r_3 (m)$	
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	шаровидная
Полуоси эллипсоида					Форма каменной частицы
$k$	$l/k$	$l$	$m/k$	$m$	
1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	эллипсоидная
1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	эллипсоидная вытянутая
1,0	0,8	0,8	0,8	0,9	эллипсоидная сжатая
1,0	0,8	0,8	0,2	0,2	плоская

Таблица 2 – Классификация форм каменных частиц

Геометрическая форма каменных частиц		Коэффициенты формы		
		$k$	$l/k$	$m/k$
Сферическая		1,0...1,05	1,0...1,01	1,0...1,01
Эллипсоид сжатый		1,0...1,05 1,12...1,16	0,8...0,81	0,4...0,42
Эллипсоид вытянутый		1,0...1,05	0,8...0,805	0,59...0,61
Яйцеобразные		1,0...1,1	0,6...0,805	0,3...0,71
Плоские		1,0...1,05	0,78...0,82	0,1...0,3
Неправильная форма		–	–	–

В таблице 2 приведена классификация форм каменных частиц. Она была составлена на основе соответствия коэффициентам сжатия  $k, l/k$  и  $m/k$ . В таблице показаны фотографии типовых образцов каменных включений грунта, имеющих указанные формы. Эти образцы камней были отобраны при проведении полевых исследований, измерялись размеры их осей и рассчитывались указанные коэффициенты сжатия.



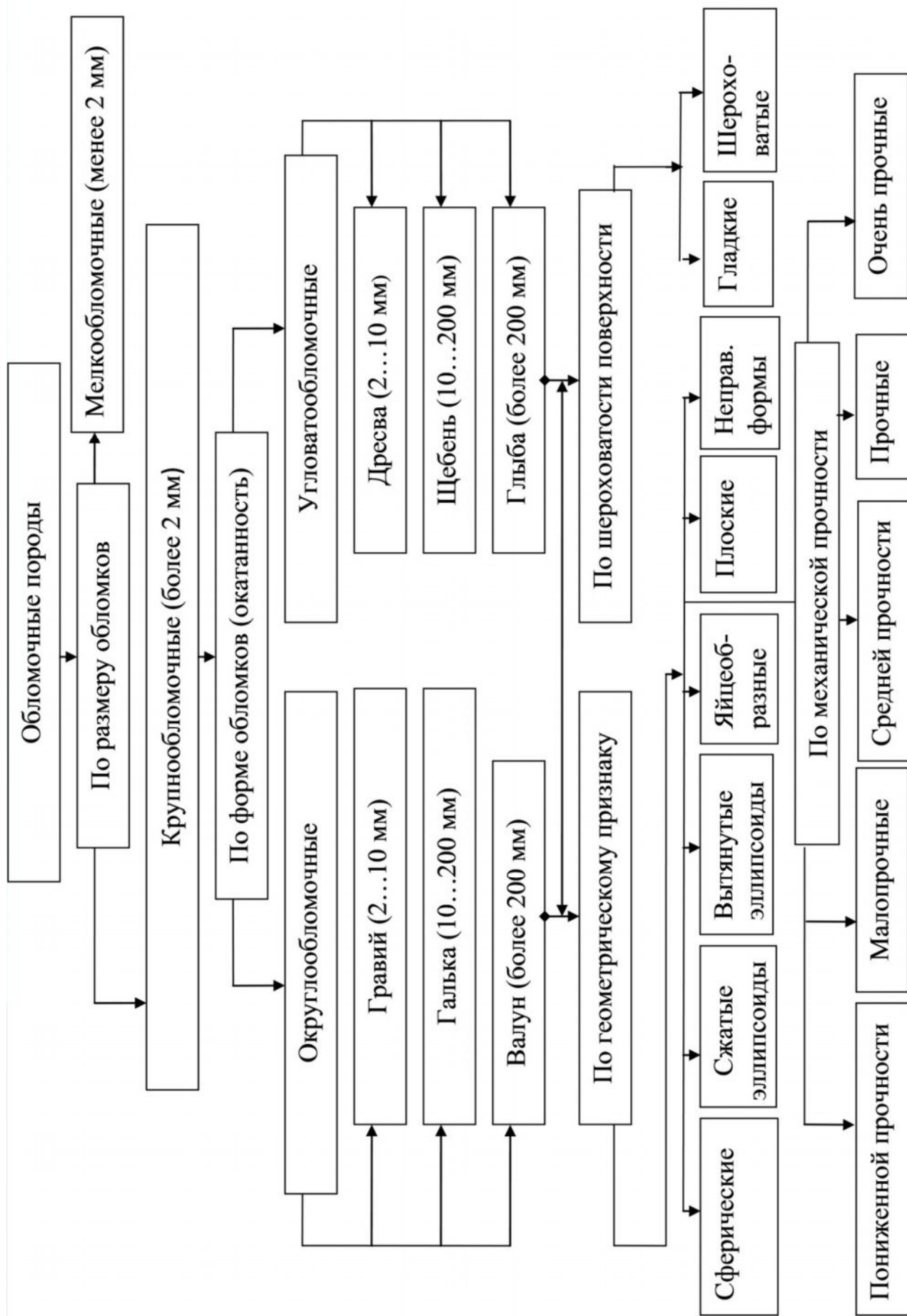


Рис. 3. Обобщенная классификация каменных включений грунтов

На основе исследований нами предлагается обобщенная классификация гравийных, галечниковых, валунных каменных включений грунтов, которая показана на рис. 3.

По степени окатанности крупные обломки бывают округлообломочные и угловато-обломочные, по шероховатости поверхности встречаются гладкие и шероховатые обломочные включения. По механической прочности крупные твердые включения можно различать очень прочные, прочные, средней прочности, малопрочные и пониженной прочности частицы [10]. По весу (силе тяжести) каменные включения грунтов можно классифицировать как: легкие – до 49 Н, средней тяжести – 49...98 Н, тяжелые – 98...147 Н, очень тяжелые – более 147 Н.

Формы, размеры, количество и пространственное расположение каменных включений относительно точки контакта режущего элемента рабочего органа землеройных машин оказывают существенное влияние на энергоемкость разрушения и процесс копания грунта. Поэтому целесообразно изучить грунтовые условия объекта строительства, где предстоит выполнение земляных работ. Настоящие исследования представляют собой одну из первых работ, выполненных в условиях Кыргызской Республики, применительно к землеройным строительным машинам.

Таким образом, результаты проведенных исследований по анализу форм и размеров, по классификации каменных включений грунтов будут полезными для специалистов, занимающихся проектированием конструкций и эксплуатацией землеройных машин, разработкой объектов строительства, в т. ч. земляных работ.

### Список литературы

1. Мендекеев Р.А. К определению силы сопротивления разрушению породы, содержащей каменное включение, рабочим органом землеройной машины [Текст] / Р.А. Мендекеев, М.С. Тургунбаев // Интерстроймех-2015: Матер. Межд. научно-прак. конф., посв. 85-летию КазГАСУ. - Казань: КазГАСУ, 2015. – С.129-134.
2. Тургунбаев М.С. Нагруженность и усталостная долговечность рабочего оборудования экскаваторов при разработке каменных грунтов с изношенными зубьями ковша [Текст]: Дисс. ... канд. техн. наук / М.С.Тургунбаев. – Бишкек, 2002.
3. Обследование гидравлических экскаваторов в условиях эксплуатации [Текст]: Отчет по НИР. - Москва: ВНИИСтройдормаш, 1973.
4. Рабатов О.Ж. Влияние износа зубьев ковша гидравлических экскаваторов на нагруженность металлоконструкций рабочего оборудования [Текст]: Дисс... канд. техн. наук / О.Ж. Рабатов – Алма-Ата, 1993.
5. Тургунбаев М.С. Влияние крупных каменных частиц на разрушение породы [Текст]: Сб. науч. тр. Межд. научно-прак. конф. «Строительное образование и наука Кыргызстана: перспективы интеграции, инновации и партнерства», посв. 60-летию развития системы высшего инженерно-строительного образования Кыргызстана / М.С.Тургунбаев, Р.А.Мендекеев, Ж.Ж. Тургунбаев. - Бишкек: Вестник КГУСТА, №3(45)-2014. - Том 1. - С.61-68.
6. Тургунбаев М.С. Грунты, содержащие крупные обломки [Текст]: Матер. Межд. научно-прак. конф. Караганд. унив-та «Болашак»/ М.С.Тургунбаев. – Караганда: 2010. – С.17-21.
7. Тургунбаев М.С. Исследование крупнообломочных включений грунтов [Текст] / М.С.Тургунбаев. - №16, 2009. – Бишкек: КГТУ, Известия КГТУ им. И. Раззакова. - 2009. – С.122-127.
8. Ефимов Н.В. Краткий курс аналитической геометрии [Текст] / Н.В.Ефимов. – М.: Наука, 1967. - 227 с.
9. Ильин В.А. Аналитическая геометрия [Текст] / В.А.Ильин, Э.Г.Позняк. - М.: Наука, 1981. - 231 с.
10. Методика оценки прочности и сжимаемости крупнообломочных грунтов с пылеватым и глинистым заполнителем и пылеватых и глинистых грунтов с крупнообломочными включениями [Текст] /ДальНИИС Госстроя СССР. - Москва: Стройиздат, 1989. - 24 с.