

гусеничной техники или машин с арочными многокатковыми шинами. Проезд обеспечен в зимнее время, за исключением теплых зим.

Таблица

Коэффициенты корреляции

Показатель	Глубина, h	Недренированная прочность, $c_u$	Недренированная прочность (нарушенное состояние) $c_{u(нар)}$	Коэффициент чувствительности, S	Влагосодержание, W	Влага, W	Плотность, $\rho$	Зольность, Das	Степень разложения, Ddp
Глубина, h	1								
Недренированная прочность, $c_u$	0,32	1							
Недренированная прочность (нарушенное состояние) $c_{u(нар)}$	-0,16	<b>0,83</b>	1						
Коэффициент чувствительности, S	<b>-0,79</b>	0,16	0,68	1					
Влагосодержание, W	<b>-0,84</b>	-0,49	-0,01	0,63	1				
Влага, W	<b>-0,83</b>	-0,47	-0,01	0,63	<b>1</b>	1			
Плотность, $\rho$	-0,56	0,19	0,49	0,65	0,66	0,69	1		
Зольность, Das	<b>-0,84</b>	-0,52	0,01	0,68	<b>0,96</b>	<b>0,93</b>	0,58	1	
Степень разложения, Ddp	<b>0,77</b>	0,42	0,00	-0,59	<b>-0,89</b>	<b>-0,89</b>	<b>-0,75</b>	<b>-0,90</b>	1

Примечание. Значимые коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом.

Класс Б относится ко 2 строительному типу – грунты, не обладающие в природном состоянии достаточной прочностью, при быстрой передаче на них нагрузки от насыпи они выдавливаются, при медленной передаче нагрузки они успевают уплотниться и упрочниться настолько, что не выдавливаются, а сжимаются. По характеристике условий прокладки трубопроводов – болота до минерального дна целиком заполненные торфом устойчивой консистенции. Торф можно использовать как несущее основание для трубопроводов. Условия проходимости тяжелые: возможен проезд специальной болотной техники с удельным давлением менее 15 КПа. Предварительное снятие деревьев.

Класс В из трех описанных является наиболее устойчивым. Он приурочен к 1 строительному типу – грунты обладают достаточной прочностью в природном состоянии и при передаче на них нагрузки от насыпи сжимаются независимо от скорости передачи нагрузки. По характеристике условий прокладки трубопроводов – болота до минерального дна целиком заполненные торфом устойчивой консистенции. Торф можно использовать как несущее основание для трубопроводов. По условиям проходимости класс относится к среднему: возможен проезд гусеничных болотных тракторов и вездеходов, а также вездеходов на арочных шинах.

Таким образом, нами охарактеризованы прочностные свойства торфов Тунгольского месторождения, выявлены взаимосвязи между характеристиками (плотность, влагосодержание, а также зольность, степень разложения), на основе чего получены регрессионные уравнения, по результатам кластерного анализа составлена их классификация. Результаты работ могут быть использованы на аналогичных по составу торфяных залежах.

#### Литература

1. Крамаренко В.В. Грунтоведение. Учеб. пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 431 с.
2. Технический отчет о выполненных инженерно-геологических изысканиях по объекту: «Наклонно-направленная с горизонтальным окончанием поисково-оценочная скважина №5 Тунгольского месторождения», ООО "Аверс 1" Томский филиал, 2013. – 113 с.
3. Инженерно-геологические изыскания: методы исследования торфяных грунтов: учебное пособие / сост.: В.В. Крамаренко, О.Г. Савичев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 281 с.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ВЕДУГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

**А.Н. Колчогошева**

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

В связи с увеличением объемов инженерно-геологических изысканий в Восточной Сибири, Якутии, Тывы и других регионов, в районах развития специфических грунтов элювиального происхождения, исследование их свойств становится весьма актуальным.

Целью данной работы является изучение состава и физико-механических свойств элювиальных грунтов территории золоторудного месторождения "Ведугинское" для разработки программы инженерно-геологических изысканий в районах развития элювиальных грунтов.

На основании материалов, полученных автором во время прохождения производственной практики в г. Красноярск, было изучено инженерно-геологическое строение территории и распространение специфических грунтов на объекте строительства «Горнодобывающее и перерабатывающее предприятие на базе золоторудного месторождения «Ведугинское». Ранее изыскания проводились Новосибирской компанией. В качестве примера детальных исследований свойств элювиальных грунтов рассмотрим один из объектов предполагаемого строительства: площадку ГОКа.

Месторождение Ведугинское находится в Северо-Енисейском районе Красноярского края на водоразделе рек Ведуга и Малая Ведуга, в 2 км к северо-западу от поселка Ведуга и в 33 км к северу от поселка Брянка. В пределах месторождения и в районе широко развиты площадные коры физического выветривания и линейные коры переходного типа выветривания, представленные слабо сцементированными алевроглинистыми образованиями, дресвяно-щебенистыми отложениями. Коры выветривания отнесены к четвертичному возрасту [5].

Основания, сложенные элювиальными грунтами - продуктами выветривания скальных и полускальных грунтов, оставшимися на месте своего образования и сохранившими структуру и текстуру исходных пород [4], должны проектироваться с учетом требований СП 22.13330.2011 (пункт 6.5). Количественную оценку снижения прочности элювиальных грунтов в открытых котлованах производят по изменению их прочностных и деформационных характеристик в период дополнительного выветривания, а качественную оценку - по изменению значений плотности образцов грунта, их водопоглощающей способности, интенсивности распада (дробления) крупных обломков, глыб и отдельностей [3]. Проводилось опробование скважин, шурфов и обнажений на наиболее интересных, с инженерно-геологической точки зрения участках. Согласно рекомендациям нормативных документов.

Элювиальные суглинки не обладают просадочными свойствами (коэффициенты относительной просадочности изменяются от 0,000 до 0,006), являются не набухающими грунтами (относительная деформация набухания составляет 0,0010–0,0025 д. е.). Коэффициент выветрелости крупнообломочного материала изменяется от 0,82 до 0,86 д. е., обломки сильновыветрелые (табл. 8.4 СП 11-105-97). Коэффициент истираемости крупнообломочного материала изменяется от 0,40 до 0,77 д. е., обломки пониженной прочности.

Автором при помощи программы Statistica, были выявлены взаимосвязи между характеристиками и построены графики наиболее тесных зависимостей. Составлена таблица с максимальными, минимальными и средними значениями характеристик (табл. 1).

Из полученных результатов видно, что наибольшее значение предела прочности на одноосное сжатие встречается среди щебенистых грунтов с суглинком мягкопластичной консистенцией, снижение данного показателя происходит с изменением консистенции и состава заполнителя грунта, это можно объяснить высоким сцеплением между частицами грунта и заполнителем. Максимальные значения коэффициента размягчаемости и коэффициента выветрелости у щебенистых грунтов с суглинистым заполнителем мягкопластичной консистенции, уменьшение максимальных значений так же происходит при изменении консистенции и состава заполнителя. Водопоглощение зависит от консистенции: твердые супеси впитывают больше влаги, чем мягкопластичные суглинки, так как они не насыщены водой.

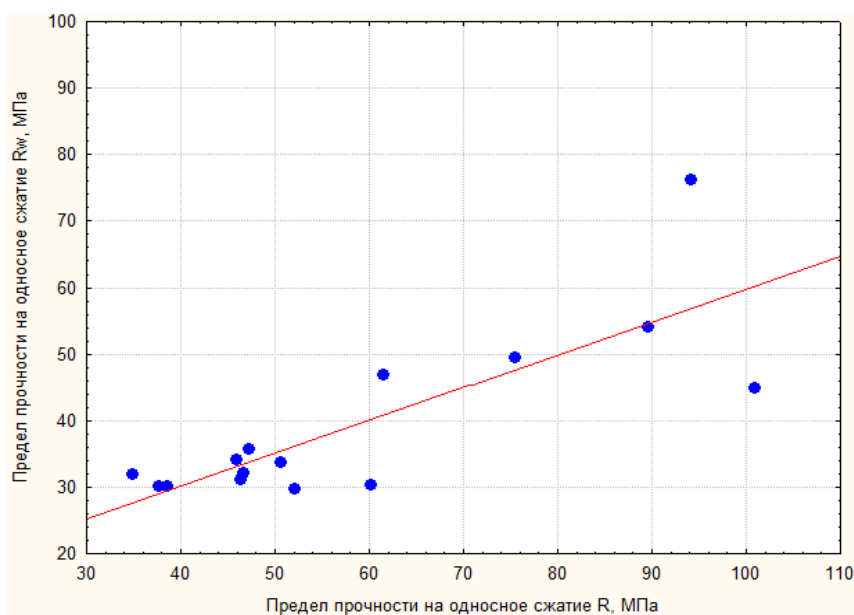
Наиболее тесные взаимосвязи отмечены между: 1. характеристикой влажности  $W_e$  и пределом прочности на одноосное сжатие в замоченном состоянии  $R_w$  (коэффициент корреляции  $r = 0,56$ ; рис. 1); 2. характеристиками предела прочности на одноосное сжатие в естественном состоянии  $R$  и в замоченном  $R_w$  (коэффициент корреляции  $r = 0,81$ ; рис. 2); 3. показателем текучести  $I_p$  и пределом прочности на одноосное сжатие в замоченном состоянии  $R_w$  ( $r = 0,41$ ). На основании выявленных взаимосвязей получены регрессионные уравнения, позволяющие прогнозировать: 1. показатель  $R$  в зависимости от влажности грунта:  $y = 84,17 - 433,57 * x$ ; 2. показатель  $R$  в зависимости от условий:  $y = 10,54 + 0,49 * x$ ; 3. плотность камня в зависимости от гранулометрического состава:  $y = 2,80109526 - 0,0173732755 * x$ .

Связи не значимые получены между пористостью и степенью водонасыщения; коэффициентом пористости и гранулометрическим составом с размером фракции 0,5–0,25; природной влажностью и грансоставом.

Таблица 1

Сводная таблица характеристик физико-механических свойств элювиальных грунтов

Характеристика физико-механических свойств элювиальных грунтов		Щебенистый грунт с супесчаным заполнителем твердой консистенции - ИГЭ - 4а	Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем твердой и полутвердой консистенции - ИГЭ - 5а	Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем мягкопластичной консистенции - ИГЭ - 5в	Эллювиальные отложения - eQIV
Предел прочности на одноосное сжатие R, МПа	максимальное	63,6	43,0	94,1	58,8
	минимальное	21,3	4,5	0,0	21,4
	среднее	42,4	23,8	47,1	40,1
Предел прочности на одноосное сжатие в замоченном состоянии $R_w$ , МПа	максимальное	39,7	31,5	76,3	45,4
	минимальное	9,3	1,7	0,0	13,0
	среднее	24,5	16,6	38,2	29,2
Коэффициент размягчаемости $K_{сog}$ , д.е.	максимальное	0,7	0,7	0,8	0,7
	минимальное	0,2	0,1	0,0	0,1
	среднее	0,4	0,4	0,4	0,4
Коэффициент выветрелости $K_{вт}$ , д.е.	максимальное	0,8	0,9	0,8	0,8
	минимальное	0,0	0,0	0,0	0,1
	среднее	0,4	0,4	0,4	0,4
Водопоглощение, %	максимальное	4,0	2,1	2,8	3,3
	минимальное	1,1	0,6	0,0	1,3
	среднее	2,5	1,3	1,4	2,3
Коэффициент истираемости $K_{it}$ , д.е.	максимальное	0,6	0,7	0,4	0,6
	минимальное	0,1	0,0	0,0	0,2
	среднее	0,4	0,4	0,2	0,4

Рис. 5 График зависимости влажности  $W_e$  и предела прочности на одноосное сжатие в замоченном состоянии  $R_w$

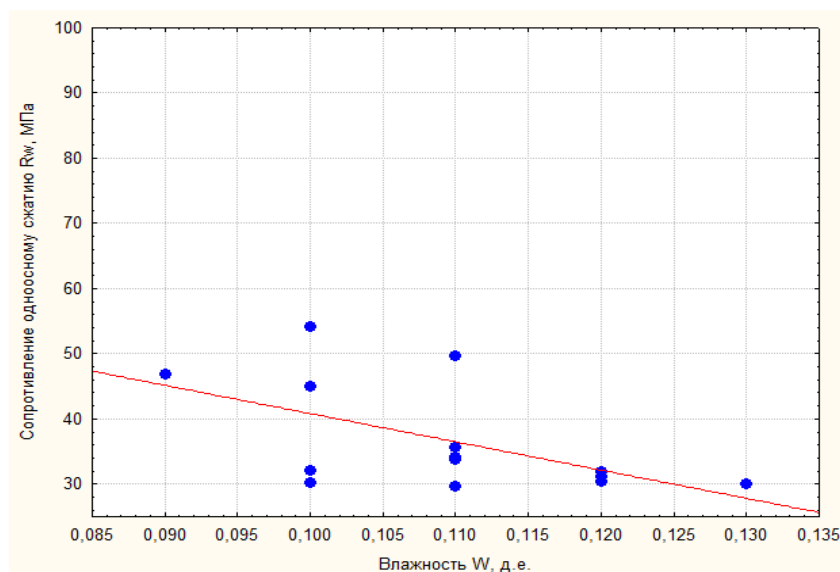


Рис. 2 График зависимости характеристиками предела прочности на одноосное сжатие  $R_w$  от  $R$

Анализ свойств показал, что наиболее прочными и благоприятными основания для строительства ГОК является щебенистый грунт с супесчаным заполнителем твердой консистенции - ИГЭ - 4а, а наименее благоприятные основания для строительства представлены щебенистым грунтом с суглинистым заполнителем мягкопластичной консистенции - ИГЭ - 5в. А так же были выявлены взаимосвязи между характеристиками и получены уравнения, которые можно использовать для прогнозирования изменений одного показателя относительно другого. Более того, разработана программа исследования элювиальных грунтов, которую можно применять на объектах-аналогах.

Алгоритм программы инженерно-геологических изысканий: подготовить информацию о распространение, условиях залегания и особенностях формирования элювиальных грунтов; данные о структуре коры выветривания, тектонических нарушениях коры, ее возрасте; определить состав и свойства элювиальных грунтов по зонам выветривания и подстилающей материнской породы; степень активности грунтов к выветриванию, морозному пучению, суффозионному выносу, выщелачиванию, набуханию и просадочности.

#### Литература

1. ГОСТ 23161-2012 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности.
2. ГОСТ 24143-80 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик набухания и усадки.
3. СП 22.13330.2011 Свод правил. Основания зданий и сооружений.
4. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
5. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям на территории горнодобывающего и перерабатывающего предприятие на базе золоторудного месторождения «Ведугинское»/ Е.С.Аксенова, Т.В. Бузунова, 265 стр., г.Красноярск, 2012
6. Электронный ресурс: [www.fao.org/ Natural Resources and Environment/](http://www.fao.org/NaturalResourcesandEnvironment/) LECTURE NOTES ON THE MAJOR SOILS OF THE WORLD
7. Weathering crusts of south far Eastern Russia and their minerogeny./ Orlova N.I., Golyztn J.A., Moscow, – pp 227–236
8. Orlova, N I, Nechipasenko, E Ju, Vasiliev, E A (1994) The analysis of crusts of weathering of Amur region as related to prognose evaluation of research perspectives of gold placers. The placers of crusts of weathering - the object for investments at present time, Moscow, – pp 154–158

### ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «ШЕСТАКИ»

Е.В. Кувшинова

Научный руководитель профессор В.К. Попов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность данного исследования определяется необходимостью рационального использования водных ресурсов. Открытая разработка угля приводит к различным экологическим последствиям. И наиболее интенсивному воздействию подвергаются именно водные ресурсы, что приводит к перераспределению поверхностного и подземного стока, оказывая влияние не только на условия формирования водопритоков в карьеры, но и на речной сток водотоков первых порядков. Эксплуатация карьера приводит к нарушению естественных ландшафтов и влияет на качественный состав природных вод.