

## К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**Проф., др. К.А. КОЖОБАЕВ**  
Кыргызско-Турецкий университет «Манас»

### Введение

Целью данной статьи является публикация анализа результатов экспериментальных исследований автора за 1989-2001 годы по определению физико-механических свойств и минерального состава покровных лессовидных суглинков некоторых участков Таджикской и Кыргызской Республик.

Лессовые грунты (сразу оговоримся, что в данной статье под лессовыми грунтами, по Е.М. Сергееву, понимаются собственно лессы и лессовидные породы) [1] очень широко распространены во всем мире, и, в частности, в Российской Федерации, Украине и занимают до четверти всей площади республик Центральной Азии [1,2]. Если учесть, что большая часть территории Кыргызской Республики (далее-КР) занимают высокие «скалистые» горы [3], то удельная поверхность, занимаемая лессовыми грунтами в остальной части, становится намного больше. Территории распространения лессовых грунтов, с инженерно-геологической точки зрения, относятся к сложным. Свидетельством этому является и то обстоятельство, что изучению свойств и строения лессовых грунтов посвящены сотни научных работ из разных равнинных и горных регионов.

Учитывая, что лессовые грунты способны проявлять тиксотропные и дилатантные свойства и вся территория КР является еще и высокосейсмичной, можно прийти к однозначному выводу, что области распространения лессовых грунтов в КР являются, с инженерно-геологической точки зрения, весьма сложными. Это же показывает и действительность: значительная часть оползней, почти все просадочные явления, водная и ветровая эрозия, и другие опасные и вредные процессы и явления, приносящие ежегодно убытки республике в десятки миллионов сомов и осложняющие геоэкологическую обстановку, наблюдаются именно в лессовых грунтах. Кроме того, в увлажненном состоянии они, при динамических воздействиях, например, землетрясениях, способны к переходу в разжиженное состояние и катастрофическому оползанию-течению. Показательным примером этому служит, в частности, последствия землетрясения в Гиссарском районе Таджикской Республики в январе 1989 года. Тогда, в результате 7-ми балльного землетрясения, перешли в разжиженное состояние водонасыщенные лессовые грунты и под катастрофическим «сейсмоселем-оползнем» было похоронено часть сел Окули-Поен и Шарора (целые дома вместе с десятками жителей). Поэтому изучение и рассмотрение свойств лессовых грунтов весьма актуально для республик Центральной Азии, в том числе и для Кыргызской Республики.

Известно, что поведение лессовых грунтов сильно зависит от степени их увлажнения. Так, сухие лессовые грунты являются довольно прочными образованиями (сопротивление одноосному сжатию доходит до 0,55 МПа и даже более 0,80 МПа - при искусственном высушивании), а модуль деформации до 50-55 МПа [1,4] Однако при небольшом увеличении влажности происходит резкая потеря прочности и, при определенных ее значениях, они переходят в текучее

состояние. Прямые экспериментальные исследования зависимости прочность-влажность проводятся не очень часто, если не считать определений «граничных» или «характерных» значений влажностей, типа влажностей пределов пластичности.

На основе проведенных автором экспериментальных исследований, в данной статье приводятся ранее не опубликованные сведения по минеральному составу и свойствам лессовых грунтов и их анализ.

#### **Краткая характеристика свойств лессовых грунтов**

Характеристика часто используемых показателей физико-механических свойств лессовых грунтов дана на основе собственных исследований автора, а также на основе обобщений. Отметим, что частично использованные данные отчетов пересчитаны и обработаны - с использованием программы "Excel" - из-за часто допускаемых, в результате ручной обработки данных, математических ошибок. Исследование свойств проводилось по отобраным в поле образцам - монолитам с ненарушенной структурой.

**Плотность частиц** лессовых грунтов по данным многих авторов колеблется от 2,54 до 2,85 г/см<sup>3</sup> [1;4;5]. Автору данных строк неоднократно приходилось заниматься отбором образцов лессовых грунтов и их исследованиями на территориях Таджикской и Кыргызской Республик [6]. Кроме того, им проводилась научно-исследовательская работа, связанная с обзором свойств лессовых грунтов на участках массового индивидуального строительства на территории Кыргызской Республики [7]. Во всех этих работах ему очень редко встречались данные по плотностям частиц лессовых грунтов, отличающихся от значений в 2,65-2,73 г/см<sup>3</sup>. Наиболее часто встречающимися были значения 2,69-2,71 г/см<sup>3</sup>. Так как, определения плотности частиц вышеуказанных образцов проводились не только в разных лабораториях, но и в разных республиках, видимо, надо считать их более достоверными, чем определяемые в одной лаборатории или даже в одной организации или республике – из-за исключения так называемых «систематических погрешностей» [8]. Поэтому наиболее вероятные значения плотностей частиц лессовых грунтов на территориях стран Центральной Азии, видимо, надо считать значения в 2,69-2,71 г/см<sup>3</sup>, во всяком случае, при принятых условиях (стандартах), имеющихся приборах и методиках определения. Это же подтвердили и наши исследования (см. табл.1). В таблице 1 приведены некоторые, наиболее часто используемые, показатели водно-физических свойств образцов. Образцы отбирались автором из различных объектов на территории Таджикской и Кыргызской Республик, в том числе из тела оползня «Шарора» спустя месяц после трагических событий в январе 1989 года (см. табл. 1,2 и 3). Все приведенные показатели определялись в стандартных условиях и на стандартных приборах.

Среднее значение плотности частиц по 22 образцам, у которых изучался минеральный состав и водно-физические свойства, составил 2,71 г/см<sup>3</sup>, с колебаниями значений от 2,68 г/см<sup>3</sup> (один образец), до 2,72 г/см<sup>3</sup> (3 образца), то есть размах составил 40 кг/м<sup>3</sup> или 2,18%.

**Плотность** лессовых грунтов, зависящая кроме минерального состава и пористости, еще и от влажности, весьма изменчивого фактора, меняется в значительных пределах (от 1,30 до 2,10) и, наиболее часто, для грунтов в природных условиях лежит в пределах от 1,50 до 1,90 г/см<sup>3</sup>.

Среднее значение плотности грунта по вышеуказанным изученным нами образцам составил 1,69 г/см<sup>3</sup>, то есть почти точно в центре наиболее часто встречаемого разброса данных по лессовым грунтам различных регионов.

## К характеристике лессовых грунтов Кыргызской Республики

Таблица 1

№ п/п	Место отбора/глубина отбора, м.	$\rho_{вс}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{вс}$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_{дс}$ , г/см <sup>3</sup>	W, %	S <sub>r</sub> , %	n, %	W <sub>L</sub> , %	I <sub>p</sub> , %	I <sub>L</sub> , %
1.	Респ. Таджикистан, ЮГГЭ, ТГСП, 1989г, тело оползня «Шарора»/0,5	2,69	2,01	1,98	1,61	23	93	40	27	8	
2.	Респ. Таджикистан, ЮГГЭ, ТГСП, тело оползня «Шарора»/0,1	2,68	1,88	1,88	1,40	34	99	48	26	7	
3.	Респ. Таджикистан, ЮГГЭ, ТГСП, СКВ. 5P/28,5	2,69	2,00	2,00	1,59	26	100	41	28	8	
4.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-3/10,5	2,71	1,96	1,86	1,53	22	76	43	29	10	24
5.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-1/10,0	2,71	1,93	1,83	1,47	24	79	46	30	9	46
6.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-3/7,5	2,71	1,93	1,75	1,47	19	62	46	29	9	<0
7.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-3/1,0	2,72	1,84	1,48	1,33	11	29	51	33	12	<0
8.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-3/2,0	2,71	1,75	1,35	1,20	13	28	56	30	9	<0
9.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-1/2,0	2,71	1,84	1,50	1,33	13	34	51	28	8	<0
10.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-1/5,5	2,71	1,93	1,72	1,46	18	58	46	30	9	<0
11.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-1/1,0	2,71	1,87	1,50	1,38	9	24	49	30	9	<0
12.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-2/5,5	2,71	1,87	1,60	1,37	17	46	49	24	7	<0
13.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-2/3,5	2,71	1,84	1,56	1,33	17	45	51	26	8	1
14.	КР, Ошск. обл., Скв. КК-1/7,5	2,71	1,80	1,53	1,27	21	49	53	31	11	4
15.	КР, г. Ош, Генплан, ш. 134/6,0	2,72	1,84	1,68	1,34	25	66	50	31	12	50
16.	КР, Ошск. обл., отч. 67/89, ш. 174/2,0	2,71	1,92	1,71	1,46	17	54	46	27	10	6,9
17.	КР, г. Ош, Генплан, ш. 37/4,0	2,71	1,88	1,56	1,40	11	33	48	26	9	63
18.	КР, Ошск. обл., отч. 67/89, ш. 174/4,0	2,71	1,87	1,68	1,38	22	61	49	26	8	48
19.	КР, Ошск. обл., отч. 67/89, ш. 172/3,0	2,72	1,82	1,58	1,30	22	55	52	31	12	22
20.	Респ. Таджикистан, ЮГГЭ, ТГСП, 1989г, СКВ. 4-P/10,0	2,69	1,90	1,79	1,43	25	76	47	28	8	
21.	Респ. Таджикистан, ЮГГЭ, ТГСП, 1989г, СКВ. 5-P/28,0	2,69	1,99	1,95	1,58	23	89	41	30	9	
22.	КР, г. Ош, Генплан, ш. 134/4,0	2,71	1,90	1,71	1,43	20	60	47	28	10	17
Среднее значение		2,71	1,89	1,69	1,41	19,6	59,8	47,7	28,6	9,2	5,7

**Плотность скелета грунта**, более устойчивый, чем плотность, показатель, зависящий только от минерального состава и пористости, наиболее часто лежит в пределах 1,20-1,65 г/см<sup>3</sup>. Среднее значение плотности скелета грунта у изученных образцов составил 1410 кг/м<sup>3</sup>, то есть тоже находится почти в центре указанного наиболее часто встречаемого диапазона данных для лессовых грунтов. Размах значений равен 410 кг/м<sup>3</sup> или 8,46%. Среднее значение пористости составляет 0,477, размах - 0,18 или 37,7%.

**Пластичность** лессовых грунтов невысокая и число пластичности для лессовых грунтов поверхностных отложений Кыргызской Республики наиболее часто лежит в пределах от 7 до 12. Причем влажность верхнего предела пластичности наиболее часто меняется в пределах от 21 до 32 %, а нижнего предела пластичности – от 17% до 21%. Здесь хотелось бы сказать о том, что в некоторых трудах отдельных ученых в нашей республике встречаются утверждения типа: «Установлено, что грунт (имеются в виду покровные лессовые грунты на довольно большой части территории республики - КК) переходит в состояние текучести при влажности более 28%, при этом прочностные свойства грунта (сцепление) снижаются до 5 раз, угол внутреннего трения на 1-2<sup>0</sup>, а модуль деформации в 1,2-1,4 раза». Для специалистов инженеров-геологов не надо говорить об ошибочности подобных утверждений. Во всех учебниках по инженерной геологии, в соотн. научных статей, авторефератах диссертаций показывается зависимость числа пластичности и влажности верхнего предела пластичности глинистых грунтов, к которым также относятся и лессовые грунты, от таких факторов, как минеральный и гранулометрический состав, состав обменных катионов, концентрация порового раствора и т.п. Подобного же замечания заслуживают и остальные части приведенного утверждения.

У изученных образцов среднее значение числа пластичности составляет - 9,2, с колебаниями от 7 (одно значение) до 12, то есть эти грунты являются широко распространенными покровными лессовидными суглинками.

**Граница текучести или верхний предел пластичности** для абсолютного большинства «покровных образований» или лессовидных суглинков действительно находится в пределах 26-30%, в этом факте автор убедился, обобщив в 1989-1992 году несколько сотен анализов лессовидных грунтов (оказавшихся в основном, лессовидными суглинками) Кыргызской и Таджикской Республик. Тем не менее, хорошо зная о том, что предел текучести глинистых грунтов зависит от многих факторов и, в первую очередь, от минерального состава, в том числе и глинистой фракции, автор данной статьи в 1985 году в своей рецензии на «Сводный отчет по изучении режима оползней на территории юга Кыргызстана по работам 1974-1985 гг» [9], в качестве одного из замечаний писал: «... необходимо включить в программу изучения оползней определение минерального состава глинистой фракции пород, т.к. при одной и той же влажности различные глины могут находиться от твердой до текучей консистенции». И это действительно так, что очень хорошо известно почти всем специалистам инженерам-геологам. А исследования минерального состава оползней в КР до сих пор проводятся очень редко, если они вообще проводятся. Покровные же лессовидные суглинки не всегда имеют одинаковый минеральный, в том числе и солевой состав, что показывают и наши исследования минерального состава (см. табл. 2 и 3).

Среднее значение влажности верхнего предела пластичности у изученных образцов составляет 28,6 %, с максимальными и минимальными значениями,

**К характеристике лессовых грунтов Кыргызской Республики**

соответственно, 24 и 33 %. Эти данные, даже на относительно небольшом числе образцов, еще раз наглядно показывают, что какого-то определенного предела текучести, даже для относительно однородных лессовидных суглинков, нет.

**Просадочность**, типичное свойство лессовых грунтов, возможно благодаря которому им и обращается столь пристальное внимание. Практически для серьезных инженерных сооружений (первого-второго классов), просадочность имеет значение в основном при мощности лессовых грунтов более 1,5-2,0 метров, так как при меньших ее значениях выгодно просто прорезать фундаментом (или удалять) эту лессовую прослойку грунтов. Покровные лессовые грунты стран Центральной Азии обладают значительной просадочностью, свидетельством чего являются результаты многих исследований и испытаний в полевых и лабораторных условиях. Например, автор был свидетелем результата использования метода Литвинова сотрудниками КыргызГИИЗа в северо-восточной части г. Бишкек. После взрыва зарядов в скважинах, предварительно замоченная толща грунтов в определенном контуре, просела более чем на 1,1 м. Относительная просадочность этих грунтов при «стандартном» давлении 0,3 МПа довольно высокая и часто лежит в пределах 0,08-0,12 [1;2; 10-15]. То есть, при принятии среднего значения относительной просадочности в 10%, просевшая толща грунта в северо-восточной части г. Бишкек должна была иметь мощность всего 11 метров. По свидетельству же опытейших работников АО «КыргызГИИЗ» Плахутина А.П. и Момбекова О. общая вскрытая инженер-геологами мощность лессовых грунтов на некоторых участках превышает 30-40 метров (район б. завода полупроводниковых изделий в г. Таш-Кумыр, ныне ГАО «Кристалл; окрестности г. Ош и др.). Слова «инженер-геологами» введены специально, так как только специалисты инженер-геологи заинтересованы в точном определении просадочных свойств и истинной мощности лессовых толщ. При бурении скважин на воду или проведении картировочных скважин имеется большая вероятность проявления субъективизма при установлении разреза, что хорошо известно геологам-практикам.

Таким образом, при неблагоприятных обстоятельствах общая просадочность вскрытых к настоящему времени толщ лессовых грунтов может достигать более 4-5 метров, что, учитывая неравномерность проявления просадочности, совершенно недопустимо для любых инженерных сооружений.

**Минеральный и гранулометрический состав** лессовых грунтов разных регионов довольно хорошо изучен, чего нельзя сказать про лессовые грунты на территории Кыргызской Республики. Как показывают исследования, лессовые грунты различных регионов во многом имеют схожий минеральный и гранулометрический составы [1;5]. Так, в равнинных районах они в гранулометрическом отношении состоят в основном из трех групп фракций: пылевой, песчаной и глинистой. Причем глинистая фракция в основном находится в агрегированном состоянии и, при микроагрегатном анализе, в них нередко глинистая фракция составляет 1-2%. В предгорных и подгорных районах в них встречаются примеси более грубообломочных фракций. В лессовых грунтах, по их определению и выделению в самостоятельную подгруппу в общей классификации грунтов [1], преобладающим (более 50%) является пылевая фракция (0,002-0,05 мм). Однако и среди лессовых грунтов по гранулометрическому составу встречаются самые разнообразные грунты: от пылеватых песков до лессовидных суглинков. Среди самой тонкодисперсной фракции преобладающими являются минералы кварца, полевых шпатов и глинистые минералы.

Хотя в составе лессовых грунтов встречаются десятки различных минералов, основную часть, как правило, составляют генетически различные три группы: кластогенные (кварц и полевые шпаты), глинистые (гидрослюды, монтмориллонит, каолинит и другие) и типоморфные (карбонаты, гипс и др.). В песчаной и пылевой фракциях тоже встречаются много различных минералов: представители слюд, эпидотов, пироксенов, амфиболов, фосфатов, различных окислов и гидроокислов, хлорит. Однако основную массу, обычно более 90%, составляют частицы кварца, полевых шпатов и слюд. Эти минералы являются унаследованными из пород, из которых впоследствии могли формироваться лессовые отложения.

Глинистые минералы в основном находятся в глинистой фракции, к которым одни авторы относят частицы с размерами менее 5, другие - менее 2 мкм, третьи – менее 1 мкм. Такое разногласие мешает сопоставлению данных и точной характеристике свойств, поэтому целесообразно придерживаться одних представлений, и конечно лучше основанных на их физических и других свойствах фракций [1], т.е. к глинистой фракции относить частицы менее 1 мкм («коллоидные частицы»), проявляющие четко выраженное броуновское движение и т.п [1;16].

Глинистые минералы, по литературным данным [1;2;4;5 и др.], наиболее часто представлены минералами группы гидрослюд, смешанно-слоистых, монтмориллонита и каолинита.

Ниже приводятся результаты определений минерального состава образцов по валовому анализу и анализу состава глинистых минералов лессовидных суглинков (см. табл. 2 и 3). Было проведено исследование минерального состава пылевой и глинистой фракции и состава глинистых минералов 22 образцов лессовых грунтов. Минеральный анализ, по заказу автора, проводился рентгеноструктурным способом на кафедре Инженерной геологии и геоэкологии МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва).

Из этих таблиц видно, что общее содержание глинистых минералов при валовом анализе, составляет округленно в среднем менее 20% от общего состава минералов (см. таблицу 2). Суммарное содержание кварца и полевых шпатов в среднем едва превышает 60 %. То есть здесь имеются определенные различия от минерального состава других регионов (см. выше). Суммарное содержание карбонатов (кальцита и доломита) чуть менее 20%.

**Среди глинистых минералов** преобладающим является гидрослюда (в среднем 65,7%), второе место по содержанию занимает хлорит (20,0%), третье и четвертое места делят смектиты (минералы группы монтмориллонита) и каолинит (6,9 и 6,3%). Причем если первые два минерала, гидрослюды и хлорит, встречаются во всех образцах, то смектита и каолинита нет в 20-30% исследованных образцов. Хотя нельзя делать окончательных выводов по данным двух десятков анализов, однако можно заметить некоторые особенности. В частности, в этих образцах относительно много и постоянно встречается хлорит.

**Определение физико-механических и прочностных свойств грунтов проводились в лабораторных условиях.** Чтобы сократить объем статьи, характеристики по этим свойствам грунтов приведены в обобщенном и описательном виде. Компрессионные испытания грунтов производились на приборах конструкции КПП-1 и К-1 с площадью колец 40 см<sup>2</sup> нагрузками 25, 50, 100, 200, 300 кПа.

## К характеристике лессовых грунтов Кыргызской Республики

Таблица 2  
МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ, %

№ об-в по таб. 1	Наименование минералов и их процентное содержание по валовому анализу									
	Кварц	Кальцит	Хлорит	Гидро-слоуды	Каолинит	Микро-клин	Плагио-клиз	Доломит	Другие	Сумма
1.	50,1	10,8	5,2	8,1	1,1	-	24,7	-	-	100
2.	35	23,5	5,2	6,3	-	-	10,2	4,2	15,6	100
3.	43,2	12,6	7,7	15,2	-	6,2	11,6	3,2	0,3	100
4.	45,9	11,8	5,7	12,9	0,6	4,7	10,7	7,1	0,6	100
5.	45,8	11,6	5,4	11,4	-	5,7	11,8	6	2,3	100
6.	39,8	14	6,2	12,5	1,2	6,2	10,2	7,8	2,1	100
7.	46,6	11,9	3,7	12,7	1	7,1	13,8	2,3	0,9	100
8.	36,3	18,1	5,6	13,2	1,3	5,3	12,4	7	0,8	100
9.	45,4	12,3	4,4	11,4	1,2	4,5	10,7	8,7	1,4	100
10.	41,8	11,5	4,2	12,6	0,8	7,6	12,6	6,8	2,1	100
11.	48,2	12,6	2,2	12,9	2,2	6,3	12,4	1,8	1,4	100
12.	66,5	5,6	1	10,4	2,4	6,1	6,6	1,4	-	100
13.	57,1	6,9	1,7	13,3	4,1	5,4	8,4	2,6	0,5	100
14.	40,1	12,5	6,7	15	-	5,2	11,3	8	1,2	100
15.	43,2	11,5	5,3	9,5	-	5,3	11,5	9,5	4,2	100
16.	31,4	13,5	6,3	11,4	-	8,3	15,6	13,5	-	100
17.	47	12,8	4	9,9	9,9	-	7,9	6,9	1,6	100
18.	42,8	13,3	5,1	9,2	-	3	13,3	13,3	-	100
19.	46,4	15,6	4,1	9,3	1	4,1	14,3	3,1	2,1	100
20.	49,9	11,5	6,3	10,4	-	3,1	11,5	7,3	-	100
21.	53,6	12,6	5,1	8,2	-	4,1	11,3	5,1	-	100
22.	38	13	5	8	6	6	11	10	3	100
Среднее	45,19	12,70	4,82	11,08	1,49	4,74	11,99	6,16	1,82	100,0

Таблица 3  
СОДЕРЖАНИЕ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ, %

№ об-ва по таб. 1, 2 и 3.	Гидрослоуды	Каолинит	Смектит	Хлорит	Другие	Сумма
1.	63	6	-	22	9	100
2.	75	6	-	15	4	100
3.	60	4	-	23	13	100
4.	74	6	6	14	-	100
5.	65	7	15	13	-	100
6.	63	6	16	15	-	100
7.	74	6	6	14	-	100
8.	71	6	9	14	-	100
9.	68	9	8	15	-	100
10.	66	7	14	13	-	100
11.	68	12	7	13	-	100
12.	65	25	-	10	-	100
13.	65	25	3	7	-	100
14.	64	8	11	17	-	100
15.	66	-	3	31	-	100
16.	65	-	4	31	-	100
17.	66	-	9	25	-	100
18.	65	-	5	30	-	100
19.	60	-	15	25	-	100
20.	65	-	-	35	-	100
21.	61	-	7	32	-	100
22.	56	5	13	26	-	100
Среднее значение	65,7	6,3	6,9	20,0	1,2	100,0

**Параметр «сцепление»** в основном меняется в пределах от 4 до 10 кПа, а **угол внутреннего трения** от 20-ти до 26 градусов.

**Коэффициенты сжимаемости** грунтов меняются в очень широких пределах: от сотых долей до первых десятков долей единицы  $\text{кПа}^{-1}$ . Впрочем, надо помнить, что сотые доли  $\text{кПа}^{-1}$  в основном характерны для величин нагрузок до предела структурной прочности грунтов естественного сложения или для отдельных экспериментов, в которых в исследуемых грунтах встречались относительно крупные включения. Десятые доли  $\text{кПа}^{-1}$  – в основном для водонасыщенных грунтов при действии небольших нагрузок – при интенсивном сжатии после водонасыщения с «проявлением просадки». С ростом давления происходит увеличение коэффициента сжимаемости, а, следовательно, связанной с ним обратно пропорциональной зависимостью, уменьшение модуля общей деформации.

С ростом нагрузки в исследованном диапазоне (от 0 до 300 кПа) до определенного предела (200-300 кПа) растет величина относительной просадки грунтов (до значений 0,1-0,14). С дальнейшим ростом нагрузки наблюдается стабилизация и даже тенденция к снижению относительной просадки, что можно объяснить ликвидацией просадочных свойств и повышенным сопротивлением к сжатию уже частично уплотненного грунта.

**Начальное просадочное давление**, вычисляемое по результатам вышеописанных экспериментов, меняется в довольно больших пределах: от примерно 10 кПа до более чем 50 кПа, то есть грунты начинают проявлять свойство просадочности при довольно небольших давлениях.

Не менее сотни образцов были подготовлены для различных испытаний обычным способом водонасыщения, называемым «капиллярным» или «снизу-вверх». При этом средняя степень водонасыщения составила 0,79. Таким образом, такой «обычный способ» водонасыщения образцов почти наверняка дает далеко неполную степень водонасыщения. Отметим, что по нормативным документам к полностью водонасыщенным относятся грунты с  $S_r > 0,85$ .

### Основные выводы

1. Исследование лессовидных суглинков Кыргызской Республики показали, что значения многих показателей их водно-физических свойств расположены в среднем диапазоне разброса данных лессовых грунтов, распространенных в других регионах.

2. Показатели, зависящие от относительно слабо изменчивых факторов (только от минерального состава и пористости), имеют для лессовидных суглинков незначительные (< 10%) колебания от их среднего значения.

3. Показатели пластичности у изученных образцов тоже колеблются в относительно небольшом интервале (7-12) и имеют среднее значение 9.

4. Для этих типичных покровных лессовидных суглинков среднее значение влажности верхнего предела пластичности составляет 28,6 %, с максимальными и минимальными значениями, соответственно, 24 и 33 %. Данные наглядно показывают, что какого-то определенного предела текучести, даже для относительно однородных покровных лессовидных суглинков нет.

5. Исследован минеральный состав лессовидных суглинков, показавший, что:

- общее содержание глинистых минералов при валовом анализе, составляет

**К характеристике лессовых грунтов Кыргызской Республики**

в среднем менее 20% от общего состава минералов;

- суммарное содержание кварца и полевых шпатов в среднем немного превышает 60 %, а содержание карбонатов (кальцита и доломита) чуть менее 20%;

- среди глинистых минералов преобладающим является гидрослюда (в среднем 65,7%), второе место по содержанию занимает хлорит (20,0%), третье и четвертое места делят смектиты (минералы группы монтмориллонита) и каолинит (6,9 и 6,3%).

6. Водонасыщение лессовидных суглинков, проводимое обычным способом, называемым «капиллярным» или «снизу-вверх», дает неполную степень водонасыщения ( $S_r < 0,85$ ), что необходимо учитывать при проведении исследований этих грунтов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. **Грунтоведение** /Под ред. Е.М.Сергеева.-М.:МГУ,1983.-389с.
2. **УСУПАЕВ Ш.Э. Природа просадочности лессовых формаций Кыргызского Тянь-Шаня.** На правах рукописи. Автореф. дис... докт. геол.-мин.наук, Ташкент, 1992.-42с.
3. **Атлас Кыргызской Республики.** Том 1. Природные условия и ресурсы. Москва.:1987.-158с.
4. **ЛЫСЕНКО М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов.** Москва.: Недра,1980.-272с.
5. **АНАНЬЕВ В.П. Техническая мелиорация лессовых грунтов.** Ростов.:Изд-во Ростовского университета, 1976.-120с.
6. **КОЖОБАЕВ К.А. Закономерности изменения прочности и деформирования дисперсных грунтов при низкочастотных динамических воздействиях.** На правах рукописи. Автореф. дисс. докт. техн. наук.- Бишкек, 1995. - 40с.
7. **Разработать мероприятия по укреплению оснований зданий и сооружений** на просадочных лессовых грунтах (для участков массовых индивидуальных застроек). 1993г.-77с.Отчет по научно-исследовательской хоз/дог. теме Ассоциации «Турак-Жай». Исполнители: к.т.н. Кожобаев Дж.Ш., к.г.-м.н. Кожобаев К.А., Мамбеталиева.Ш.М., к.т.н Пазюк Ю.В., к.т.н Рыспаев Ж.А.
8. **ДМИТРИЕВ В.В. Оптимизация лабораторных инженерно-геологических исследований.** М.: Недра,1989г.-184с.
9. **Сводный отчет по изучении режима оползней на территории юга Кыргызстана** по работам 1975-1984гг. (в трех томах). Регистрационный номер 1784 – 11/58. Ибатулин Х.В. ,Бугров В.Д., Заверткина О.В.
10. **РАСУЛОВ Х.З. Сейсмостойкость лессовых оснований зданий и сооружений.** - Ташкент: Узбекистан, 1977. - 163 с.
11. **РАСУЛОВ Х.З. Сейсмостойкость грунтовых оснований.** - Ташкент.:Узбекистан, 1984. - 192 с.

12. МАВЛЯНОВА Н.Г. **Особенности развития деформаций в просадочных лессовых грунтах при техногенных динамических воздействиях** (на примере г. Ташкента). На правах рукописи. Автореф.дис. ... канд.геол. - мин.наук. - Ташкент, 1992. - 22 с.
13. ЕФРЕМЕНКО С.Д. **Поведение лессовых пород различной влажности при динамических воздействиях**. На правах рукописи. Автореф. дис... канд. геол.-мин. наук. М.:МГУ,1991.-19с.
14. ОРАЗДУРДЫЕВ Д. **Инженерно-геологические особенности лессовых толщ предгорной равнины восточного Копетдага**. На правах рукописи. Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. М.:МГУ,1992.-27с.
15. ХАКИМОВ Г. А. **Исследование структурной прочности увлажненных лессовых грунтов при сейсмических воздействиях**. На правах рукописи. Автореф. дис... канд. геол.-мин.наук, Ташкент, 1991.-19с.
16. УРЬЕВ Н.Б. **Высококонцентрированные дисперсные системы**. - М.:Химия, 1980. - 320 с.