

АТУ  
АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР  
Институт сооружений

---

---

Н. П. АЛЕКСАНДРОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ  
ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПЕСКАХ НА СВОЙСТВА  
ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ И БЕТОНОВ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации, представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ташкент—1955 г.

Реферируемая диссертация посвящена результатам исследования влияния на свойства цементных растворов и бетонов примесей слюды и органических веществ в мелком заполнителе.

Работа состоит из двух разделов, изложенных на 137 стр. и включает 33 таблицы и 44 графика и рисунка.

Экспериментальная часть выполнена в основном в Московском ордена Ленина институте инженеров железнодорожного транспорта имени Сталина.

Научный руководитель—доктор  
технических наук,  
профессор П. Н. ГРИГОРЬЕВ.

## В В Е Д Е Н И Е

В связи с возрастающими объемами промышленного, гражданского, гидротехнического, транспортного и других видов строительства, в которых главное место занимают бетон и железобетон, весьма важное значение приобретает вопрос качества заполнителей бетона, в частности, чистота песка.

Имеющиеся в настоящее время данные о влиянии слюды на прочность бетонов и растворов указывают, что величина допускаемого стандартом содержания слюды в естественных песках, применяемых для бетонов и растворов, в размере 0,5% (по весу) недостаточно обоснована. Неопределенность указания стандарта на способ определения количества слюды в песках привела к тому, что испытание песка на содержание слюды практически не производится. Что касается органических веществ, то существующая методика определения этих примесей не позволяет достаточно правильно судить о действительной загрязненности ими заполнителей.

Настоящая работа ставит своей целью внести ясность в значение влияния слюды и органических примесей, содержащихся в песке, на свойства цементных растворов и бетонов, обосновать допустимое содержание этих примесей в песке и уточнить методику определения количества слюды и органических веществ в песке.

85283.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
А. Н. Киргизской ССР

### Влияние примеси слюды в песках на основные свойства растворов и бетонов

Слюды не содержат химических соединений, могущих оказывать вредное действие на минералы цементного камня. Общеизвестна также огромная стойкость слюд против различных химических влияний. Таким образом, между слюдами и цементом отсутствует какое либо вредное химическое взаимодействие.

Вредное влияние слюды, вызывающее снижение прочности раствора или бетона, объясняется слабым сцеплением слюды с цементом, ввиду гладкой поверхности ее частиц, т. е. исключительно физическими влияниями.

Предельное содержание примесей слюды в природных песках, применяемых для обычного бетона, было впервые предусмотрено в 1937 г. ОСТ 3518, где для бетона допускались пески с содержанием слюды не более 1% (по весу). После исследования, произведенного в ЦНИПС'е и обнаружившего весьма сильное понижение прочности цементного раствора (34% при введении искусственно измельченной слюды в песок в количестве 1%), в новом ГОСТ 2781-44 предельно допустимое содержание слюды в песках для бетонов было установлено в количестве 0,5%. Эта норма осталась без изменения и в последних, ныне действующих ГОСТ 4797-49 и ГОСТ 2781-50.

В ТНИСГЭИ было произведено исследование влияния на свойства растворов и бетонов песков трех различных месторождений (Ак-Тау, Храмы и Сухуми) с содержанием слюды от 2,5 до 16%, а также с искусственным введением слюды в чистый морской кубулетский песок. Эти опыты показали:

а) снижение прочности раствора на песке с 16% естественной слюды по сравнению с растворами на песках с 2,5—5% слюды до 60%;

б) снижение прочности раствора с 1,5% добавкой искусственно измельченной слюды на 30% по сравнению с раствором без слюды.

В конце 1954 г., после окончания нашей работы, были опубликованы исследования ВНИИГ, по которым сделан вывод о возможности применения для бетона, постоянно находящегося под водой, песка с предельным количеством слюды до 5%, а для



большой гибкостью, а также и то, что во фракции больше 0,6 мм оказался наибольший процент мусковита, а во фракции 0,15-0,30 мм мусковит отсутствовал. Биотит, а тем более гидробиотит, имеет значительно меньшую гибкость, нежели мусковит, а поэтому измельчается он существенно больше, чем мусковит.

Кроме того, следует отметить, что даже в таком мелкозернистом песке, как чапаевский, слюда состояла в значительном количестве из относительно толстых пластинок, наблюдавшихся преимущественно у гидробиотита, что следует объяснить меньшей способностью последнего расщепляться, чем это имеет место у мусковита.

Исследование поставленных в настоящей работе вопросов производилось на порландцементных растворах и бетонах. Для опытов был применен порландцемент активностью 350 кг/см<sup>2</sup>, москворецкий песок № 1, имевший преобладание мелких зерен (0,3-0,6 мм), мелкий москворецкий песок и горный песок месторождения Ак-Тау (Султан-Уиз-Даг), освобожденный отсеиванием от фракций мельче 0,15 мм. Кроме того, из песка № 1 путем сортировки были приготовлены три песка другого зернового состава (крупный, средний и мелкий). В качестве крупного заполнителя бетона использовался гранитный щебень.

Слюда применялась: а) искусственно измельченная и б) содержащаяся в горном песке.

Искусственно измельченная слюда готовилась нами из вермикулита. Выбор этой разновидности был сделан по следующим соображениям.

Слюда в процессе выветривания подвергается ряду изменений, в частности гидратации. Поэтому в естественных переотложенных песках следует ожидать преимущественно гидробиотит, и, возможно, гидромусковит. Слюдой, наиболее соответствующей по своим свойствам гидробиотиту, является слабо гидратированные разности вермикулита. Поэтому слабо гидратированный вермикулит (в дальнейшем для краткости называется просто вермикулитом) и был принят для проведения опытов.

Для сопоставления данных наших исследований с данными, опубликованными в литературе, были проделаны опыты с искусственно измельченным мусковитом. Следует отметить, что измельченный мусковит резко отличался от измельченного вермикулита и от частиц слюды в естественных песках. В то время, как измельченный вермикулит и слюда естественных песков состояли из чешуек различной толщины, а некоторая часть их имела вид сравнительно толстых пластинок, измельченный мусковит состоял из весьма тонких чешуек. Это обстоятельство, безусловно, имеет существенное значение, так как на прочности раствора значительно больше должно отражаться не весовое, а количественное содержание частиц слюды.

В качестве естественной слюды, содержащейся в песке, мы

использовали гидробиотит песка Ак-Тау. Опыты с ним были поставлены в двух направлениях:

1) гидробиотит извлекался из песка Ак-Тау и вводился в москворецкий песок;

2) на горном песке Ак-Тау были изготовлены образцы:

а) с песком, освобожденным полностью от имеющейся в нем слюды;

б) с песком не подвергавшимся обработке и содержащим гидробиотита 2,98%;

в) с песком, полученным путем смешивания двух предыдущих в соотношении 1:1, т. е. содержащим 1,49% слюды.

Результаты опытов с искусственно измельченной слюдой приводятся в таблицах 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8.

Таблица 1

Влияние содержания вермикулита на прочность цементного раствора 1:3 с москворецким песком № 1 при хранении образцов в воде

Добавка слюды в % от веса песка	Предел прочности при сжатии, кг/см <sup>2</sup>				Предел прочности при растяжении, кг/см <sup>2</sup>			
	7 дней	28 дней	3 м-ца	6 м-цев	7 дней	28 дней	3 м-ца	6 м-цев
0	68	192	241	270	12,6	17,5	21,8	24,7
0,5	72	180	238	251	12,8	17,2	22,0	24,1
1	67	178	234	247	12,1	17,0	21,6	23,2
2	62	160	216	220	12,0	16,3	20,7	22,8
3	58	150	201	209	11,7	15,5	20,4	21,3
4	50	130	175	180	11,0	14,0	19,5	20,0

Таблица 2

Влияние содержания вермикулита на прочность того же раствора при хранении образцов во влажном песке

Добавка слюды в % от веса песка	Предел прочности при сжатии, кг/см <sup>2</sup>				Предел прочности при растяжении, кг/см <sup>2</sup>			
	7 дней	28 дней	3 м-ца	6 м-цев	7 дней	28 дней	3 м-ца	6 м-цев
0	79	190	231	258	14,0	20,0	23,4	26,0
1	74	176	216	238	13,4	17,5	22,5	24,5
2	69	165	195	214	12,3	18,0	22,0	23,8
3	63	157	184	208	11,6	16,5	21,0	22,5
4	58	144	175	180	10,5	16,0	18,4	21,4

Приведенные данные показывают, что любая величина добавки вермикулита к песку снижает прочность раствора, причем режим хранения образцов не имеет существенного значения. Однако примесь к песку до 1% вермикулита приводит к снижению прочности раствора в пределах, не имеющих практического значения, при 2% слюды понижение прочности на сжатие доходит до 18% от прочности эталона. Отмечается меньшее снижение прочности раствора при растяжении, чем при сжатии для одной и той же добавки слюды и для одинаковых сроков твердения.

Таблица 3

Влияние содержания вермикулита на прочность того же раствора, изготовленного на песках различной крупности

Добавка слюды в % от веса песка	Предел прочности при сжатии, кг/см <sup>2</sup>				Предел прочности при растяжении, кг/см <sup>2</sup>			
	7 дней	28 дней	3 м-ца	6 м-цев	7 дней	28 дней	3 м-ца	6 м-цев
<b>Крупный песок</b>								
0	127	268	397	440	18,0	25,6	26,7	27,9
1	115	250	332	373	16,3	24,2	26,2	27,0
2	112	238	319	344	15,8	23,5	25,6	26,2
3	100	218	287	330	13,0	21,0	23,8	25,4
<b>Средний песок</b>								
0	139	272	338	391	14,5	23,0	27,5	28,5
1	133	251	314	375	15,4	22,0	26,5	29,0
2	116	239	298	340	14,0	21,5	25,0	26,5
3	109	221	280	299	13,5	21,0	24,5	25,6
<b>Мелкий песок</b>								
0	69	176	215	237	12,0	18,0	22,3	24,7
1	62	156	192	215	10,3	16,5	21,0	23,0
2	60	141	184	194	9,5	15,9	19,6	22,3
3	52	129	158	171	9,0	15,3	18,7	22,0
<b>Москворецкий мелкий песок</b>								
0	94	185	217	не испытывалось	13,2	18,8	22,6	не испытывалось
1	81	155	188	не испытывалось	11,5	17,0	22,0	не испытывалось
2	72	147	178	не испытывалось	11,0	16,4	21,0	не испытывалось
3	70	144	175	не испытывалось	10,6	15,8	20,5	не испытывалось

Данные табл. 3 показывают, что наименьшее снижение прочности раствора наблюдается при песке оптимальной гранулометрии. Отклонение от нея приводит к относительно большому снижению прочности, при этом растворы на мелком песке более неудовлетворительны.

Таблица 4

Влияние содержания вермикулита различной крупности на прочность того же раствора на москворецком песке № 1 при влажном хранении образцов

Добавка слюды в % от веса песка	Крупность слюды в мм								
	0,15—1,0			0,15—0,60			0,15—0,30		
	7 дней	28 дней	3 м-ца	7 дней	28 дней	3 м-ца	7 дней	28 дней	3 м-ца
<b>Предел прочности при сжатии, кг/см<sup>2</sup></b>									
0	98	217	260	98	217	260	98	217	260
1	91	206	240	90	202	230	94	200	226
2	85	195	220	82	191	228	79	189	222
3	76	183	206	73	178	203	72	176	205
<b>Предел прочности при растяжении, кг/см<sup>2</sup></b>									
0	14,5	21,5	24,0	14,5	21,5	24,0	14,5	21,5	24,0
1	14,1	21,2	23,0	13,8	20,8	23,5	13,8	20,0	23,0
2	13,6	20,3	22,7	12,9	20,1	22,4	12,5	19,0	21,0
3	12,6	17,7	21,7	12,6	17,2	21,7	12,0	17,7	21,4

Из табл. 4 видно, что крупность частиц слюды в указанных пределах имеет небольшое значение. Тем не менее, более значительное понижение прочности наблюдается при добавке более мелкой слюды. Это объясняется увеличением суммарной поверхности частиц слюды с уменьшением их размеров.

Таблица 5

Влияние содержания вермикулита на прочность бетона.  
Песок москворецкий № 1, щебень гранитный

Добавка слюды в ‰ от веса песка	Предел прочн. при сжатии, кг/см <sup>2</sup>		
	7 дней	28 дней	3 месяца
0	219	340	395
1	204	323	370
2	190	304	344
3	178	283	323

Табл. 5 подтверждает выводы, вытекающие из опытов с растворами, более четко подчеркивая характер влияния искусственно вводимой слюды.

Кроме того, табл. 5 позволяет считать, что выводы, полученные при исследовании влияния примеси слюды в песке на прочность раствора, могут быть распространены и на бетоны.

Таблица 6

Влияние содержания вермикулита на морозостойкость цементного раствора 1:3 с москворецким песком № 1

Добавка слюды в ‰ от веса песка	Предел прочности при сжатии, кг/см <sup>2</sup>			
	перед замораживанием	после 50 циклов замораживания	контр. образцов в возр., соответствующем 50 циклам замораживан	после 100 циклов замораживан.
0	275	242	304	248
0,5	295	279	280	140
1	247	212	284	184
2	233	198	245	177
3	218	173	235	155
4	202	187	221	160

Таблица 7

Влияние содержания вермикулита на морозостойкость того же раствора с песками различной крупности

Добавка слюды в ‰ от веса песка	Предел прочн. при сжатии, кг/см <sup>2</sup>		
	перед замораживанием	после 50 циклов заморажив.	после 100 циклов заморажив.

## Крупный песок

0	410	380	330
1	360	336	322
2	358	298	328
3	350	300	242

## Средний песок

0	381	367	320
1	362	346	280
2	343	327	298
3	314	286	293

## Мелкий песок

0	259	163	136
1	221	196	188
2	201	182	165
3	188	175	150

Данные таблиц 6 и 7 указывают на довольно однородный характер снижения прочности с повышением содержания слюды и циклов замораживания. Наименьшее влияние действия мороза наблюдается у растворов на песке средней крупности; значительного снижения прочности при действии мороза в изученных случаях опытами не установлено.

Таблица 8

Влияние содержания мусковита на прочность цементного раствора 1:3 с москворецким песком № 1

Добавка слюды в ‰ от веса песка	Предел прочн. при сжатии, кг/см <sup>2</sup>	
	7 дней	28 дней
0	57	160
0,5	48	132
1	45	120

Таблица 10

Влияние содержания естественной слюды на прочность цементных растворов 1:3, изготовленных на песке Ак-Тау

Содержание слюды в % от веса песка	Предел прочности при сжатии, кг/см <sup>2</sup>		Предел прочности при растяжении, кг/см <sup>2</sup>	
	7 дней	28 дней	7 дней	28 дней
0	113	233	13,9	24,2
1,49	110	227	13,9	23,8
2,98	108	220	14,4	23,0

Из табл. 10 видно, что содержание естественного гидробиотита в количестве до 3% вызывает весьма незначительное снижение прочности раствора. Сравнение данных табл. 10 с результатами табл. 9 показывает, что один и тот же гидробиотит при одном и том же содержании вызывает различное снижение прочности раствора. Это объясняется тем, что естественная слюда, вводимая в москворецкий песок, была мельче, чем слюда, содержащаяся в песке Ак-Тау. Кроме того, москворецкий песок имел менее удельный зерновой состав, нежели песок Ак-Тау.

Таблица 11

Влияние содержания естественной слюды на морозостойкость раствора 1:3 на песке Ак-Тау

Содержание слюды в % от веса песка	Предел прочности при сжатии, кг/см <sup>2</sup>		Снижение прочности в %	Потеря в весе в %
	контр. обр. в эквивалентном возрасте	замораживаем. обр. после 87 циклов		
0	314	306	3	0,76
2,98	298	275	8	0,78

Из табл. 11 видно, что содержание естественной слюды до 3% практически не снижает морозостойкости.

Выводы. 1. Горные (первичные) пески могут содержать биотит, мусковит и гидробиотит преимущественно в виде толстых пластинок и зерен; чешуйки имеются в незначительном количестве.

2. Переотложенные (вторичные) пески содержат в своем со-

Результаты опытов полностью подтверждают высказанное ранее предположение, что эта слюда, как состоящая из весьма тонких чешуек, оказывает более вредное действие на прочность раствора, чем гидрослюды.

Повидимому, этим объясняется низкая прочность растворов, полученных ЦНИПС при постановке опытов по выявлению вредного влияния слюды на цементные растворы.

Результаты опытов с естественной слюдой приведены в таблицах 9, 10 и 11.

Таблица 9

Влияние содержания естественной слюды на прочность при сжатии цементных растворов 1:3 с москворецким песком № 1. Слюда-гидробиотит, извлеченная из песка Ак-Тау и вермикулит (для сравнения). Крупность у обоих слюд одинакова 0,15-1,0 мм

Добавка слюды в % от веса песка	Предел прочности при сжатии, кг/см <sup>2</sup>					
	Гидробиотит, извлечен. из песка Ак-Тау			Измельченный вермикулит		
	7 дней	28 дней	3 м-ца	7 дней	28 дней	3 м-ца
0	110	236	269	110	236	269
0,5	108	230	272	105	227	265
1	106	220	247	101	224	250
2	101	213	242	95	204	220
3	98	208	228	90	195	210
5	93	187	209	64	153	162

Табл. 9 показывает, что у растворов на песке с добавлением естественной слюды обнаруживается снижение прочности в меньшей степени, чем у растворов с добавкой измельченной гидрослюды — вермикулита. С повышением содержания слюды расхождение значительно возрастает. Следовательно, искусственно измельченная гидрослюда более вредна, чем гидробиотит, содержащийся в песке. Это объясняется тем, что при искусственном измельчении вермикулит подвергается большему расщеплению на тонкие частицы, чем гидробиотит, измельченный естественно. Поэтому при одном и том же весовом содержании, но при большей суммарной поверхности, измельченный вермикулит вызывает более вредное действие.

Результаты испытания растворов с гидробиотитом показывают также рост относительного снижения прочности с увеличением срока твердения. Это, очевидно, вызывается отсутствием роста сцепления между цементным камнем и поверхностью частиц слюды по мере твердения раствора.



ставе преимущественно гидробиотит и мусковит и, возможно, гидромусковит. Гидробиотит, обладающий меньшей способностью к расщеплению, сохраняется в виде мелких зерен, относительно толстых пластинок и незначительного количества чешуек. Мусковит же обладает более сильно выраженной расщепляемостью и потому при одном и том же весовом количестве имеет большую суммарную поверхность, чем гидробиотит, и вследствие этого оказывает более вредное действие на растворы и бетоны.

3. Искусственно измельченный мусковит и биотит резко отличаются от такой же естественной слюды, содержащейся в песках.

4. Искусственно измельченная гидрслюда отличается от слюды, содержащейся в песке, если последняя представлена гидробиотитом, и почти не имеет отличия в случае, если песок содержит мусковит или даже гидромусковит.

5. Если считать возможным снижение прочности раствора или бетона на 15%, то можно допустить применение естественных песков со следующим содержанием в них слюды:

а) горные пески, при содержании в них любой слюды — до 3%;  
б) переотложенные пески могут применяться в зависимости от вида и количества в них слюды, а именно:

1) пески, содержащие гидробиотит, с зерновым составом, отвечающим требованиям ГОСТ 2781-50 и ГОСТ 4797-49 при содержании в них слюды до 3%, а с неудовлетворительным зерновым составом — при содержании слюды до 2%;

2) пески, содержащие мусковит или гидромусковит с зерновым составом, отвечающим требованиям ГОСТ 2781-50 и ГОСТ 4797-49 при содержании в них слюды до 2%, а с неудовлетворительным зерновым составом — при содержании в них слюды до 1,5%.

6. Во всех случаях, когда слюда в песках визуально не обнаруживается, определять ее содержание не требуется.

7. Определение содержания слюды в песках целесообразно производить путем применения тяжелых жидкостей и электромагнитной сепарации, в соответствии со схемой, изображенной на рис. 1.

### Влияние органических примесей в песках на прочность растворов

Наибольшее значение из органических соединений, встречающихся в песке, имеют гумусовые вещества, и из них — особенно гуминовые кислоты, представляющие весьма сложные соединения с огромным молекулярным весом. Снижение прочности цементных растворов является следствием взаимодействия органических ве-

ществ с известью цемента, в первую очередь с гидроокисью кальция.

Стандартным способом определения степени загрязненности песка органическими примесями является колориметрическая проба, основанная на способности органических веществ при растворении в 3% растворе едкого натра придавать последнему окраску различной интенсивности, соответствующую количественному содержанию этого вещества. Как показывают наблюдения ряда исследователей, этот метод не дает возможности всегда правильно судить о содержании органических веществ в материале. Так как окрашивание щелочного раствора в коричневый цвет может быть вызвано также и неорганическими веществами (окислами железа и марганца).

Колориметрическая проба по ГОСТ представляет фактически качественный способ. Он не дает возможности определить количественно органические примеси в песке и тем самым установит предельное содержание их (в процентах по весу), при котором песок может быть использован для цементных растворов и бетонов. Правильное суждение о влиянии органических веществ в песках на прочность цементного камня может быть установлено только при количественном их определении.

Параллельное определение прочности цементных растворов, изготовленных на испытуемом песке без промывки и на том же песке, промытом вначале известковым молоком и затем водой, не может дать правильного суждения о влиянии органических веществ, так как при промывке удаляются и мельчайшие частицы песка. Не внушает доверия также определение качества песка путем сравнения параллельных испытаний растворов, изготовленных на испытуемом и нормальном (вольском) песках, ибо на результатах испытания существенно отражаются размер и форма зерен, зерновой состав и т. д.

Из количественных методов, применяемых в почвоведении по определению органических веществ, известны метод В. П. Ищерекова, отличающийся своей простотой, и метод И. В. Тюрина, получивший широкое применение, как наиболее точный и относительно простой способ.

Для опытов были применены те же портландцемент и московский песок № 1, что и в опытах со слюдой. Песок загрязнялся искусственно органическими веществами путем:

- 1) введения в песок тонко измельченного торфа и
- 2) загрязнения зерен песка гуминовой кислотой, извлеченной из торфа.

Хотя природные пески и не встречаются с примесью торфа, однако в них могут находиться различные растительные и животные остатки, подобные торфу и способные, как и он, давать окрашивание щелочного раствора при колориметрической

пробе. Поэтому для одной серии образцов и был применен торф, измельченный в шаровой мельнице и просеянный через сито 6400 отв/см<sup>2</sup>.

Влияние гуминовых кислот на прочность цементных растворов достоверно будет установлено лишь при таком искусственном загрязнении песка, которое мало отличается от естественного загрязнения. Поэтому загрязнение песка гуминовой кислотой производилось в ниже приводимой последовательности:

- а) получение щелочной вытяжки из торфа,
- б) получение из вытяжки гуминовой кислоты,
- в) введение гуминовой кислоты в песок.

Примененный способ позволял искусственно получить песок, зерна которого оказывались покрытыми оболочкой органического вещества — гуминовой кислоты, подобно пескам естественного загрязнения.

Для получения различной загрязненности песка гуминовой кислотой бралось 32, 52, 93, 172, 450 и 960 см<sup>3</sup> щелочной вытяжки на 1 кг песка, что соответствовало окраске 3% раствора едкого натра от светло-желтой до темно-коричневой.

В настоящем исследовании был применен метод И. В. Тюрина, по которому количество органического вещества определяется расходом хромовой кислоты, пошедшей на окисление органического углерода.

Был проверен также метод Ищерекова, который показал значительные отклонения в определениях количества органического вещества одной и той же пробы торфа и щелочной вытяжки. Если при анализе чистых органиков имели место значительные колебания результатов, то в применении к пескам они, безусловно, будут еще большими. Это заставило отказаться от дальнейшего применения способа Ищерекова.

По методу Тюрина производилось определение углерода в торфе, количество которого оказалось равным 14,6% от веса торфа. Определение углерода в примененной нами щелочной вытяжке показало, что 1 л вытяжки содержит 2,08 г углерода. Кроме того, было произведено определение количества углерода и в образцах песка после загрязнения его гуминовой кислотой; навеска песка бралась равной 5 г. При определении наблюдалось незначительное уменьшение органического углерода в песке против введенного, что следует объяснить потерей фульвокислот при получении гуминовой кислоты. Изложенное характеризует метод Тюрина как достаточно точный способ для определения органических примесей в песках.

Результаты опытов на сжатие и растяжение цементных растворов с добавкой тонко измельченного торфа не показали закономерности. Это наблюдается и при водном и при влажном хранении образцов. Образцы на песке с примесью 0,4% торфа, что да-

вало коричневое окрашивание щелочной вытяжки по колориметрической пробе (песок должен быть забракован), не дали заметного снижения прочности. Для уточнения рассматриваемого вопроса были проведены опыты, результаты которых даны в нижеследующей таблице.

Таблица 12

Влияние содержания торфа на прочность цементного раствора 1:3. Образцы подвергались пропарке в течение 10 часов при температуре = 80°

Добавка торфа в % от веса песка	% содержание углерода в торфе от веса песка	Предел прочности, кг/см <sup>2</sup>	
		при сжатии	при растяжении
0	0	88	12,0
0,065	0,0095	90	10,5
0,13	0,0191	88	10,6
0,26	0,0382	86	12,6
0,40	0,0584	82	12,5
0,52	0,0764	83	11,6
0,78	0,1146	82	10,5
1,04	0,1528	77	10,2
1,56	0,2292	76	9,6

Данные табл. 12 показывают, что заметное снижение прочности цементного раствора имело место лишь при добавке торфа в 1,04—1,56% от веса песка, что далеко превосходит допустимое количество органических примесей по колориметрической пробе.

Результаты опытов с песком, зерна которого были загрязнены гуминовой кислотой, приведены в табл. 13.

Данные табл. 13 указывают на закономерное снижение прочности цементных растворов с увеличением содержания гуминовой кислоты в песке. Снижение прочности более заметно при хранении образцов во влажном песке, нежели в воде. Так, если при загрязнении песка гуминовой кислотой с содержанием углерода 0,035% прочность раствора на сжатие в трехмесячном возрасте снизилась при хранении образцов во влажном песке на 14%, то в случае хранения таких же образцов в воде снижение равно только 8%. Это указывает на обязательность применения влажного хранения образцов при изучении влияния гуминовой кислоты.

Сравнение данных испытания растворов на сжатие и растяжение показывает, что как в случае хранения во влажном песке, так и в воде, влияние гуминовой кислоты на цемент в большей степени обнаруживается при растяжении. Следует отметить, что при значительном загрязнении песка гуминовой кислотой и боль-

Таблица 13

Влияние гуминовой кислоты на прочность цементного раствора 1:3

Количество щелочной выщелачиваемости в см <sup>3</sup> на 1 кг песка	% содержание углерода (от веса песка), внесенное в песок при загрязнении его гуминовой кислотой	Хранение в воде					Хранение во влажном песке				
		7 дней	28 дней	3 месяца	6 месяцев	1 год	7 дней	28 дней	3 месяца	6 месяцев	1 год

Предел прочности при сжатии, кг/см<sup>2</sup>

0	0	109	223	302	334	350	124	214	330	365	390
32	0,006	109	220	297	323	345	123	213	324	344	375
52	0,010	109	217	287	316	328	118	210	303	333	360
98	0,020	107	210	284	312	324	119	208	302	326	334
172	0,035	104	208	278	311	320	118	205	284	320	328
450	0,091	—	—	—	—	—	105	176	276	300	306
960	0,193	—	—	—	—	—	85	162	229	260	269

Предел прочности при растяжении, кг/см<sup>2</sup>

0	0	13,0	21,2	23,6	25,5	27,0	14,6	23,5	25,6	27,5	29,0
32	0,006	12,7	20,2	23,0	24,6	26,4	14,6	22,4	24,0	26,0	27,9
52	0,010	13,7	20,0	22,2	23,2	25,0	13,2	21,6	23,0	25,0	25,4
98	0,020	13,0	19,5	22,0	23,0	26,0	13,5	20,8	23,4	24,0	24,4
172	0,035	12,9	18,0	21,6	22,6	24,2	13,2	20,0	21,9	23,0	24,5
450	0,091	—	—	—	—	—	10,6	18,3	20,7	22,5	24,0
960	0,193	—	—	—	—	—	8,8	16,1	18,0	20,2	22,0

шее снижение прочности имеет место в раннем возрасте, а в дальнейшем оно несколько уменьшается.

При содержании в гуминовой кислоте 0,035% углерода опыты показывают снижение прочности цементного раствора до 15%. Учитывая, что в естественном песке углерод будет содержаться не только в гуминовой кислоте, но и в соединениях менее вредных, имеется основание принять предельное количество углерода в 0,05%. В этом случае снижение прочности раствора не превысит 15%.

Выводы. 1. Снижение прочности цементных растворов вызывают гуминовые кислоты, содержащиеся в органических примесях песка.

2. Изучение влияния органических примесей песка на прочность цементных растворов следует проводить, применяя гуминовую кислоту, а не торф, как это делалось некоторыми исследователями.

3. Определение содержания органических примесей в песках следует производить:

а) вначале колориметрической пробой и  
б) в случае получения раствора щелочи темнее эталона, устанавливать содержание органического углерода методом И. В. Тюрина, беря навеску песка в 5 г.

4. Если считать возможным снижение прочности цементных растворов на 15%, то можно допустить применение песков с содержанием органического углерода, определенного методом Тюрина, в 0,05% от веса песка.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа ставила своей целью уточнить требования ГОСТ к песку в отношении содержания слюды и органических примесей.

Изучение влияния слюды показало необходимость при постановке опытов использовать слюду самого песка, строго учитывать состояние слюды, зависящее от происхождения песка. Опыты показали, что допустимо применение песка с содержанием слюды от 1,5 до 3,0% в зависимости от разновидности слюды и зернового состава песка.

Отрицательное влияние органических примесей существенно сказывается при наличии гуминовой кислоты. Количество органических примесей в песке возможно допустить соответствующее 0,05% органического углерода от веса песка. Определение органического углерода достаточно точно и практически просто выполняется методом Тюрина.

Результаты опытов, приведенных в настоящей работе, и выводы на основании их позволяют поставить вопрос о пересмотре соответствующих указаний ГОСТ в сторону уточнения количественных показателей допустимого содержания слюды и органических примесей в песке. Кроме того, целесообразно принять в ГОСТ более совершенную методику определения содержания указанных веществ в песке.

