



Роман ИВАЩЕНКО, ученик 3 «Г» класса МБОУ «Школа № 102», г. Самара
Научный руководитель: В.Н. Вронская

ГЛАВНЫЙ СЕКРЕТ ПЕСОЧНОГО ЗАМКА

Однажды мой учитель рассказывал историю появления главного строительного материала человечества — песка. Все песчинки когда-то были частью гор. Горы по разным причинам рушились, песчинки попадали в древние водоемы, где они еще больше измельчались и превращались в тот песок, к которому мы привыкли. Песок — сыпучий природный материал и в сухом чистом виде не способен к образованию формы. Если между сухими песчинками нет связующего вещества, песчинки рассыпаются. Однако при добавлении небольшого количества воды в сухой песок между неподвижными песчинками скапливаются водяные капли, вызывающие притяжение между песчинками. Песчинки склеиваются между собой благодаря феномену поверхностного натяжения воды и образованию водяных кластеров. Минимально увлажненный песок является податливым строительным материалом для песочных замков. Если в песке много воды, песчинки расплываются и в таком случае построить замок невозможно.

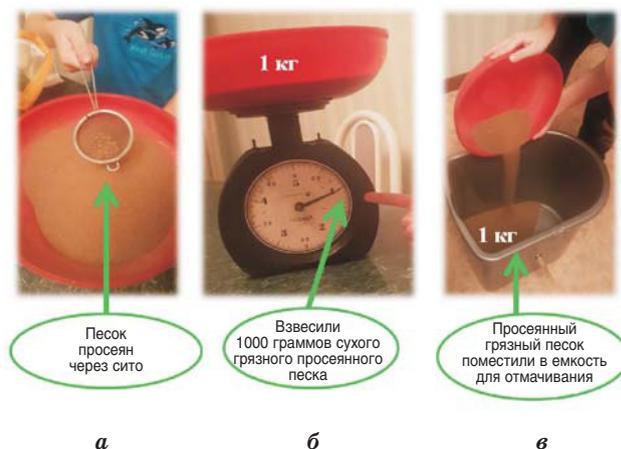
Анализ литературы [1–5] не дал нам полного ответа на вопросы: какова роль поверхностного натяжения воды при строительстве песочного замка и при каком проценте влажности песка достигается максимальная прочность песочного замка. В связи с этим была поставлена цель настоящего исследования: узнать, почему вода не дает разрушаться песочному замку.

Задачи:

1. Создать экспериментальный песочный материал.
2. Определить в условиях эксперимента, при каких условиях можно построить самый прочный песочный замок.
3. Применить полученные знания при постройке замков из песка на пляже.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для повторяемости всех этапов эксперимента по определению влияния воды на прочность песочного замка нам понадобился однородный экспериментальный материал — песок, не содержащий камней, глины и пыли. Грязный речной песок просеивали через сито, отделяли от камней, крупных кусочков грязи и глины. Один килограмм просеянного песка высыпали на дно контейнера для отмачивания (рис. 1).



Песок просеян через сито

Взвесили 1000 граммов сухого грязного просеянного песка

Просеянный грязный песок поместили в емкость для отмачивания

а

б

в

Рис. 1. Подготовка экспериментального песка:
а — удаление крупной фракции осадочных пород;
б — взвешивание просеянного песка; в — загрузка образца песка в контейнер для отмачивания

Отмачивали экспериментальный песок следующим образом. В контейнер заливали чистую воду до высоты 300 мм. После заполнения контейнера водой замоченный песок в течение 2 часов энергично перемешивали каждые 15 минут для отмы-

вания песчинок от грязевых частиц. После 2 часов энергичного перемешивания песка останавливали полоскание в контейнере и ожидали 2 минуты. После 2 минут ожидания сливали взвесь грязи через сифон. Закрывали сифон пробкой и заливали новую порцию воды в контейнер. Повторяли отмачивание песка водой до тех пор, пока вода не становилась чистой (рис. 2).

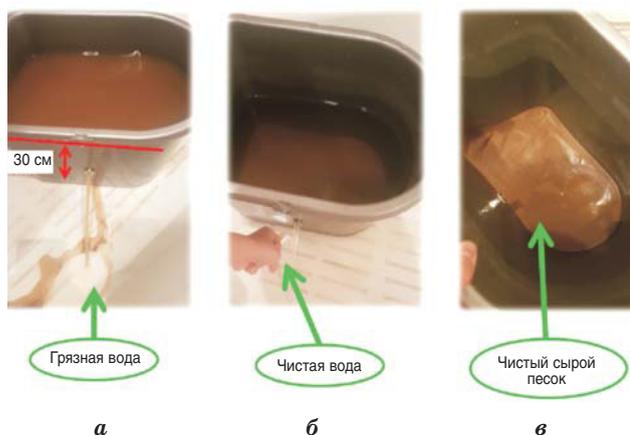


Рис. 2. Отмачивание экспериментального песка:
а, б — отделение пыли и глины;
в — чистый экспериментальный песок

Высыпали мокрый чистый песок из контейнера на сковородку и высушивали на газовой плите (рис. 3).



Рис. 3. Высушивание чистого экспериментального песка

Благодаря отмачиванию и высушиванию мы получили 920 г чистого экспериментального песка.

Процент грязи и пыли в песке ($P_{отм}$) рассчитывали по следующей формуле (рис. 4) (см. ниже).

Суть постройки экспериментального замка состояла в следующем. Для удобства расчетов из 920 г сухого чистого песка забирали навеску 700 г и насыпали в мерный стакан. Стакан с чистым сухим песком взвешивали. Затем в песок добавляли дистиллированную воду и энергично перемешивали. Взвешивали стакан с мокрым песком.



$P_{отм}$ — процент грязи в исследуемом песке:

$$P_{отм} = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100 \%,$$

m — вес сухого грязного просеянного песка до отмачивания (1000 г);
 m_1 — вес сухого чистого просеянного песка после отмачивания (920 г);

Подставили полученные значения в формулу

$$P_{отм} = \frac{1000 \text{ г} - 920 \text{ г}}{1000 \text{ г}} \cdot 100 \%,$$

$$P_{отм} = \frac{80 \text{ г}}{1000 \text{ г}} \cdot 100 \%,$$

$$P_{отм} = 0,08 \cdot 100 \%,$$

$$P_{отм} = 8 \%$$

Рис. 4. Вычисление количества грязи в экспериментальном песке

Эксперимент проходил следующим образом. В мерном стакане влажный песок утрамбовывали весом 5 кг. Затем стакан с песком переворачивали на ровную поверхность и снимали стакан с экспериментального замка. Последовательно на замок укладывали 5-граммовые бумажные листы А4 до тех пор, пока замок не разрушался. После разрушения замка взвешивали вес бумаги, разрушавшей замок, и записывали эти данные в таблицу (рис. 5 на с. 8).

По представленной схеме нами было построено 14 экспериментальных замков с влажностью от 5 до 12,9 %.

Мы определили, что цилиндрический песочный замок с радиусом основания 7 см и высотой 12 см имеет наибольшую прочность при 10 % влажности, и он способен выдержать до 1185 г веса.

При уменьшении или увеличении влажности песка относительно 10 % происходит значительное снижение устойчивости песочного замка к механическим нагрузкам. Таким образом, было выявлено, что, если к 700 г сухого чистого песка (что соответствует 100 %) добавить 70 г воды (что соответствует 10 %) можно построить самый прочный замок без добавления дополнительных клеевых масс.

На основании эксперимента было выявлено, что оптимальное соотношение песка к воде составляет 9:1.

После проведенного эксперимента мы приступили к испытаниям полученных знаний на практике. В практике мы использовали соотношение песка к воде 9 ведер сухого песка к 1 ведру воды.

При таких условиях мы получили 10 %-ную влажность строительного песка. После соединения песка с водой его энергично перемешали и максимально утрамбовали в блок высотой 95 см и основанием 50 на 50 см. Из полученного блока вырезали пирамиду с основанием 50 на 50 см и максимальной высотой 95 см.



В — влажность песка вычислялась по формуле (%)

$$V = \frac{m - m_1}{m_1} \cdot 100\%; \text{ m — вес чистого влажного песка (г); } m_1 \text{ — вес сухого песка (г).}$$

№ песочного замка	Вес сухого песка (г)	Вес воды (г)	Вес влажного песка (г)	Процент влажности песка	Вес бумаги, ломающей замок (г)
1-й замок	700	5	705	0,70	0
2-й замок	700	10	710	1,40	0
3-й замок	700	15	715	2,10	85
4-й замок	700	20	720	2,90	270
5-й замок	700	25	725	3,60	370
6-й замок	700	30	730	4,30	575
7-й замок	700	35	735	5,00	600
8-й замок	700	50	750	7,10	905
9-й замок	700	55	755	7,80	910
10-й замок	700	60	760	8,60	935
11-й замок	700	65	765	9,30	985
12-й замок	700	70	770	10,00	1185
13-й замок	700	75	775	10,70	1050
14-й замок	700	80	780	11,40	950
15-й замок	700	90	790	12,90	800

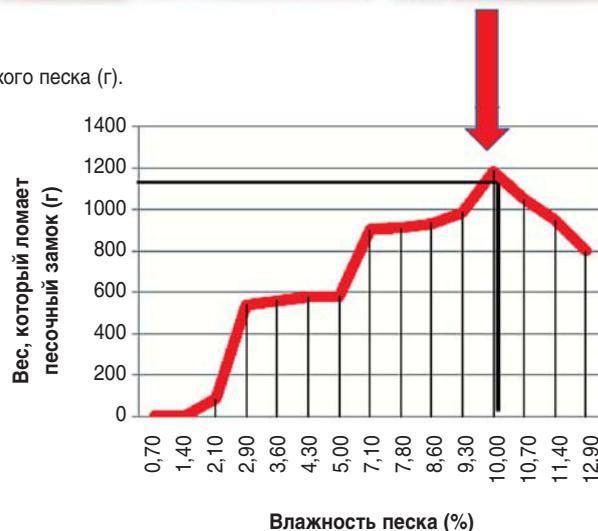


Рис. 5. Экспериментальное определение устойчивости песочного замка к механическим нагрузкам

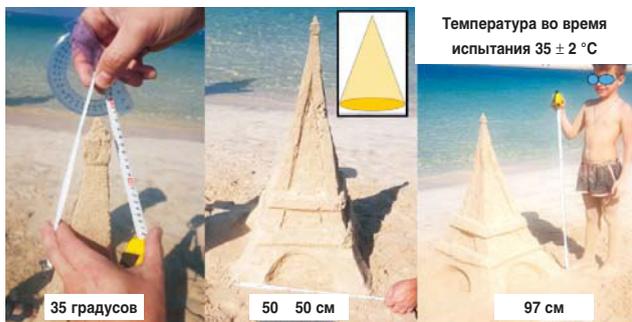


Рис. 6. Практическое строительство пирамидального песочного замка

Максимальный угол вершины пирамиды составил 35 градусов (рис. 6).

Экспериментально определенные соотношения воды и песка позволили нам также на практике построить замок в форме усеченного конуса с максимальным основанием 55 на 57 см и максимальной высотой 75 см. Нами также построен цилиндрический песочный замок с основанием 80 на 50 см и высотой 70 см (рис. 7).

Знание о поверхностном натяжении воды между песчинками в песочном замке

помогло нам создать песочную скульптуру в виде обратного конуса высотой до 55 см (рис. 8).

Применение полученных знаний на практике показало, что влажный песочный замок может быть построен на удалении от открытых водоемов до 2 м. Вода внутри песочного замка сохраняется до 5 ч, и подпитка новой воды в него не требуется. Более того, при добавлении новой порции воды в построенный песочный замок резко снижает его прочность, при этом возникает разрушение водяных кластеров между песчинками и расплывание постройки. Строительство замка необходимо

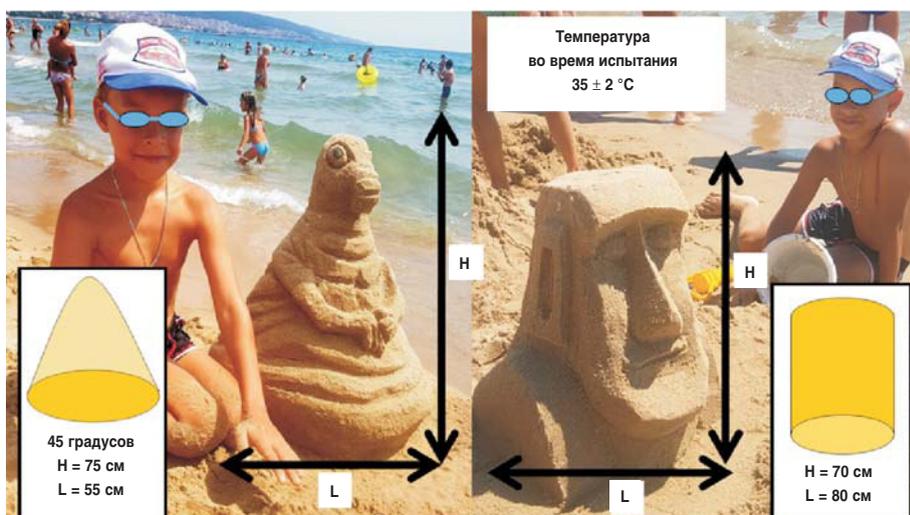


Рис. 7. Практическое строительство конусовидного и цилиндрического песочного замка

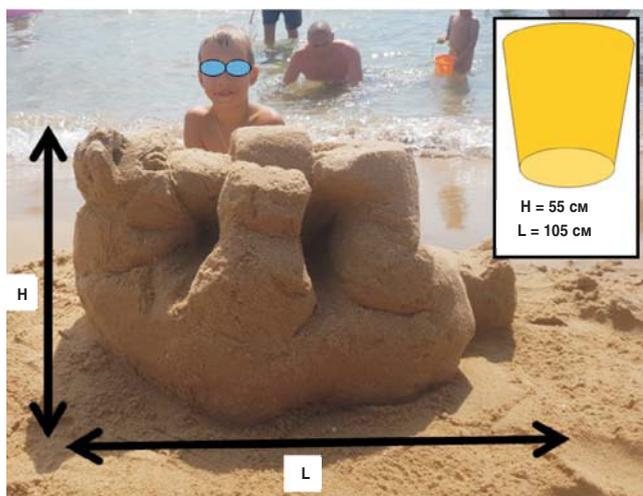


Рис. 8. Практическое строительство обратно конусного песочного замка

производить из сильно утрамбованной песочной заготовки, которая должна соответствовать будущему размеру песочного замка. Вырезать замок необходимо сверху вниз, это снижает вероятность сдвига песчинок и разрушения между ними водяных кластеров. При вырезании песочного замка из заготовки производить добавление новых элементов к замку нельзя, так как любое постукивание по песку может привести к разрыву водяных мостиков между песчинками, снижению силы поверхностного натяжения воды между песчинками и как следствие к разрушению всей постройки.

Выводы

1. В результате исследования было выявлено, что в средней полосе России грязный речной песок содержит около 8 % пылевых и глинистых остат-



ков, способных исказить результаты экспериментальных исследований. Для повторяемости всех этапов эксперимента из 1000 г грязного речного песка путем просеивания и отмачивания было создано 920 г чистого экспериментального песка.

2. Экспериментальные исследования показали, что максимальная прочность уплотненного (до 5 кг) песочного замка достигается при 10 % его влажности, что соответствует соотношению песка к воде как 9:1, при таком соотношении возникает максимальное проявление поверхностного натяжения воды между песчинками. Эксперименты подтвердили, что главным секретом песочного замка является поверхностное натяжение воды, удерживающее песочный замок от разрушения.

3. При практическом строительстве песочных замков необходимо добиваться соотношения песка к воде как 9 ведер сухого чистого песка к 1 ведру воды. Строительный влажный песок необходимо энергично перемешивать, чтобы достичь увлажнения всего объема строительного песка и образования водяных мостиков между всеми песчинками в строительном материале. Вырезать песочный замок необходимо из единого максимально уплотненного блока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Демченко В.В., Дрыгайло Г.Н. Песочная терапия, развитие мелкой моторики рук с детьми старшего дошкольного возраста // Молодой ученый. 2018. № 46-2 (232). С. 40-43.

Донская Т.К. Арт-педагогика в современной образовательной парадигме // Наука. Искусство. Культура. 2013. № 2. С. 144-152.

Кумукова К.М. Развитие эмоциональной и познавательной сфер дошкольников средствами песочной терапии // Россия и Европа: связь культуры и экономики: Матер. XIII Междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 246-247.

Левченко Л.Ю. Развитие эмоциональной сферы детей старшего дошкольного возраста посредством элементов песочной игротерапии // Психология и педагогика XXI века: теория, практика и перспективы: Матер. II Междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 167-169.

Матиива И.Р., Мойся М.К. Возможности игр с песком в коммуникативном развитии средних дошкольников // Молодой ученый. 2016. № 9-3 (113). С. 19-20.