

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕСОЧНЫХ ОТХОДОВ СОДОВОГО ЗАВОДА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА

Юнусов Миржалил Юсупович

профессор
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мирзакулов Холтура Чориевич

профессор
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: khchmirzakulov@mail.ru

Ражабов Шохрух Шермахматович

базовый докторант
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: rajabovs179@gmail.com

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SAND WASTE SODA PLANT AND THEIR EFFECT ON THE STRENGTH OF CONCRETE

Mirjalil Yunusov

professor
of Tashkent institute of chemical technology
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Kholtura Mirzakulov

professor
of Tashkent institute of chemical technology
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Shokhrukh Rajabov

PhD student
of Tashkent institute of chemical technology
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье описаны результаты исследования физико-химических свойств известнякового песка, образующегося как отход технологического процесса на содовом заводе, и его влияние на прочность бетона.

ABSTRACT

This article describes the results of a study of the physico-chemical properties of limestone sand formed as a waste of the technological process at the soda plant, and its effect on the strength of concrete.

Ключевые слова: содовый завод, бетон, отходы, известняковый песок, порландцемент, плотность, подвижность бетона, прочность, традиционные заполнители.

Keywords: soda plant, concrete, waste, limestone sand, portland cement, density, mobility of concrete, strength, traditional aggregates.

Введение: На Кунградском содовом заводе, являющийся крупнейшим химическим предприятием в Узбекистане, в технологическом процессе помимо основного продукта образуется большое количество различных отходов. Одним из таких отходов является известняковый песок. Мы провели исследование

потому, как применение этих отходов в бетонных конструкциях в качестве мелкого наполнителя может дать хорошие результаты. Использование песков, образующихся при дроблении карбонатных пород, в качестве наполнителя для бетонов имеет известную специфику.

В строительной практике большое практическое значение имеет широкое внедрение не только гравия, но и песков, образующихся при дроблении карбонатных пород. Поскольку карбонатные пески обычно отвечают требованиям, предъявляемым к мелким наполнителям конструктивных бетонов [7].

По мнению ряда исследователей [2-4, 6], использование песка, образующегося при дроблении карбонатных пород, несколько повышает прочность бетона по сравнению с бетоном с кварцевым песком. Бетон с добавлением песка, полученный путем дробления карбонатных пород. Кварцевый песок работает лучше на удлинение, чем добавленный в бетон. Некоторые характеристики бетона, приготовленный с добавкой песка, образующегося при дроблении твердых и плотных карбонатных пород, выше, чем у бетона с добавкой кварцевого песка,

особенно при высоких значениях водоцементного отношения.

Песчаный щебень можно приготовить, также из измельченных отходов карбонатных пород при добыче гравия. Для этой цели могут быть использованы отходы только третьего и последующих дроблений в случае использования неоднородных по прочности карбонатных пород [1, 5, 7-9].

Методы и методики экспериментальных исследований: Химический состав известнякового песка в лабораторных условиях определяли по следующей методике ГОСТ 8677-76. Количество СаО и MgO проводили объемно-титрометрическим методом: индикатор проводили в присутствии синего хрома титрованием раствором Трилона Б 0,05 Н и в соответствии с требованиями ГОСТ 4526-75.

Таблица 1.

Требования к зерновому составу дробленого песка по ГОСТ 8736-2014

Группа песка	Полный остаток по весу на сите 0,63. масс. %	Модуль крупности
Крупный	Свыше 50	Свыше 2,5 дан
Средний	30–50	2,5–2,0

При определении группы дробленого песка навеску сначала просеивают через перфорированное сито 5 мм, размер модульных отверстий 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; Определяется как сумма общего остатка на ситах 0,16 мм, делённая на 100.

Модуль объемного сжатия образовавшегося в процессе гашения просеянного известнякового песка в соответствии с ГОСТ 8736-2014 и определено, что он относится к группе крупнозернистых песков.

Плотность во влажном состоянии известнякового песка определяется по следующей формуле

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3} = \frac{1440 + 1430 + 1440}{3} = 1436 \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

плотность сухого известнякового песка

$$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = \frac{2660 + 2660}{2} = 2660 \text{ кг/м}^3 \quad (2)$$

Отсюда мы видим, что плотность сухого известнякового песка на 1 м³ составляет 2660 кг/м³.

Эксперименты с песчаными отходами содового завода показали, что эти отходы можно добавлять в бетон в виде песка.

Результаты исследования: В первой части работы был проведен химический анализ известнякового песка содового завода. В экспериментах, проведенных в лабораторных условиях установлено, что известняковый песок имеет следующий состав.

Таблица 2.

Химический состав песка известнякового содового завода

Химический состав, масс. %						
CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	п.п.п
54,60	0,32	0,40	0,06	0,04	0,09	44,49

Как видно из таблицы, химический состав известнякового песка содового завода состоит в основном из СаСО и MgCO₃, а также SiO₂ и ряда добавок, также обнаружено присутствие металлов.

Также были проведены рентгенографические исследования известнякового песка содового завода.

Расстояния между плоскостями, сформированными при рентгенофазовом исследовании: 3,035; 1,87 нм подтвердили наличие СаСО₃, а 2,39 нм — присутствие СаО (рис. 1). Также сообщается о наличии 1920 нм MgCO₃·3H₂O и 2,03 нм 2MgO·SiO₂.

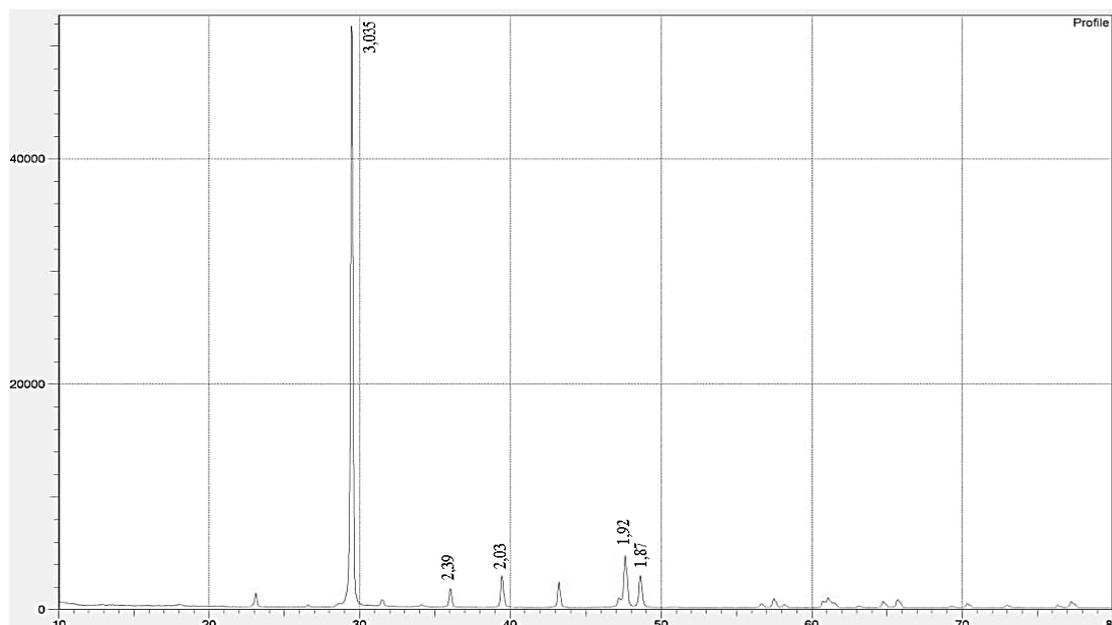


Рисунок 1. Рентгенографический анализ известнякового песка содового завода

Определение влияния известнякового песка содового завода на прочность бетона основывалось на опытах с разными марками бетона. В качестве мелких заполнителей были применены известняковый песок, кварцевый песок, крупный заполнитель - щебень, в качестве связывающего – «Karakalpak» портландцемент марки ПЦ400-Д20 и вода. Образцы готовили в формах размерами 10X10X10 см. Подбор состав бетона осуществлялся по ГОСТ 27006-2019.

В бетоны относительно низких марок, включая М50, М75, М100, М150, М200 и М250, в качестве мелкого наполнителя может быть включено до

100 % известнякового песка содового завода. В табл. 2 ниже рассматривается влияние известнякового песка содового завода на состав бетона марки М250. В качестве связывающего, как указывалось выше, использован 360 кг/м³ «Karakalpak» портландцемента марки ПЦ400-Д20. Соотношение вода/цемент, с другой стороны, изменялось от В/Ц=0,51 до 0,56 соответственно по мере увеличения массы известнякового песка. По ГОСТ 7473-2010 оседание конуса соответствовало П2, то есть отсюда видно, что подвижность бетона соответствует требованию государственных нормативных документов.

Таблица 3.

Прочность бетона с добавкой песчаных отходов содового завода

Сыре, масс. %		Прочност бетона во времени, МПа					
Песок	Известняковый песок	3 сут.	7 сут.	28 сут.	90 сут.	180 сут.	360 сут.
100	-	6,57	14,23	20,23	23,21	25,62	28,28
90	10	6,66	14,32	20,29	23,29	25,66	28,39
85	15	6,70	14,36	20,32	23,34	25,68	28,44
80	20	6,73	14,40	20,35	23,36	25,71	28,47
75	25	6,77	14,43	20,37	23,39	25,73	28,51
70	30	6,79	14,48	20,40	23,41	25,74	28,53
65	35	6,81	14,52	20,42	23,43	25,76	28,56
60	40	6,84	14,55	20,44	23,44	25,78	28,59
55	45	6,86	14,59	20,45	23,47	25,81	28,61
50	50	6,88	14,63	20,47	23,50	25,85	28,64
45	55	6,90	14,66	20,49	23,53	25,88	28,65
40	60	6,93	14,68	20,52	23,56	25,90	28,68
35	65	6,94	14,73	20,54	23,60	25,92	28,72
30	70	6,91	14,69	20,56	23,63	25,91	28,69
25	75	6,86	14,64	20,54	23,61	25,87	28,66
20	80	6,83	14,55	20,48	23,56	25,85	28,62
15	85	6,76	15,43	20,40	23,52	25,83	28,58
10	90	6,71	14,31	20,31	23,47	25,79	28,55
0	100	6,56	14,28	20,20	23,43	25,75	28,50

Как видно из табл. 3 выше, включение в состав бетона песка известнякового содового завода для бетона марок М250 и ниже вместо традиционных мелких наполнителей несколько повысил прочность бетона. Также показано, что в бетон этой марки можно вводить известняковый песок до 100 % от массы традиционного песка. Наибольшие результаты были отмечены при введении в бетон известнякового песка содового завода в количестве 65, 70 и 75% от массы традиционного песка. При испытании образцов бетона на прочность по ГОСТу 10180-2012-методами определения прочности образцов бетона с содержанием 70% известнякового песка по отношению к традиционной песчаной массе зафиксирован показатель прочности 102% за 28-суточный период. Плотность бетона в 70% образцов составила 2319 кг/м³. Образцы бетона со 100% известняковым песком также показали прочность 99,9%. В периоды 90, 180 и 360 сут соответственно он показал предел прочности 23,63, 25,91 и 28,69 МПа. По этой причине мы установили, что для получения бетона марки М250 добавление 70% известнякового песка содового завода даёт оптимальный результат.

Для получения высококачественных бетонов в бетонную смесь необходимо осторожно добавлять известняковый песок содовых заводов. Так как

согласно требованиям ГОСТ-8736-2014 для песка строительного, остаток на дне сита с размером отверстий 0-16 мм не должен превышать 5% для крупнозернистых песков. Результаты наших исследований показывают, что отход известнякового песка содового завода относится к типу крупнозернистых песков, содержание мелкозернистости составляет 12%.

Если карбонатная пыль покрывает поверхность зерен наполнителя (особенно во влажном состоянии), это может ухудшить сцепление заполнителей с цементным камнем и привести к снижению прочности бетона [1, 5, 7-9]. Поэтому необходимо определить оптимальные количества добавок этих песков для получения высококачественных бетонов. Также нами были проведены исследования по производству бетона марки М400, результаты которых приведены в табл. 3. Подбор бетонных конструкций осуществлялся по ГОСТ 27006-2019. С/Ц, с другой стороны, колебался от 0,56 до 0,60 соответственно. По ГОСТ 7473-2010 проходка конуса соответствовала П2. Внесено 475 кг/м³ из «KarakaIrak» портландцемента марки ПЦ400-Д20, используемого в качестве связывающего. Здесь также для испытаний использовались образцы 10X10X10 см.

Таблица 4.

Прочность бетона с добавкой песчаных отходов содового завода для бетона М400

Сыре, масс. %		Прочность бетона во времени, МПа					
Песок	Известняковый песок	3 сут.	7 сут.	28 сут.	90 сут.	180 сут.	360 сут.
100	-	13,07	27,92	41,43	46,55	52,71	58,22
90	10	13,16	27,93	41,43	46,64	52,79	58,33
85	15	13,21	27,96	41,44	46,67	52,82	58,38
80	20	13,25	28,00	41,45	46,71	52,86	58,41
75	25	13,27	28,06	41,46	46,74	52,89	58,45
70	30	13,31	28,09	41,46	46,78	52,93	58,48
65	35	13,33	28,06	41,49	46,79	52,97	58,53
60	40	13,36	28,06	41,51	46,81	53,00	58,58
55	45	13,38	28,07	41,54	46,86	53,04	58,63
50	50	13,41	28,09	41,56	46,88	53,08	58,68
45	55	13,43	28,10	41,58	46,93	53,06	58,67
40	60	13,38	28,06	41,54	46,82	52,94	58,60
35	65	13,37	28,02	41,47	46,67	52,77	58,47
30	70	13,34	27,94	41,39	46,50	52,51	58,31

Из данной табл. 4 можно увидеть, что включение в состав бетона известнякового песка содового завода для производства бетона марки М400 позволяет значительно повысить прочность бетона. Однако, было установлено, что существуют определенные ограничения на добавление этих отходов в бетонную смесь. В частности, содовый завод показал наибольшую прочность при включении в состав бетона известнякового песка в количестве 45, 50, 55 и 60% по отношению к традиционной песчаной массе. При испытании по ГОСТ 10180-2012 образцы

бетона показали прочность 102,8% через 28 суток при введении 55 % известнякового песка. На 90, 180 и 360 сут. были установлены пределы прочности 46,53, 53,03 и 58,67 МПа соответственно. Прочность бетона при включении в состав бетона данного вида отходов в количестве 70% и выше, чем у традиционной песчаной массы, не соответствовала требованиям ГОСТ 10180-2012. Таким образом, для производства бетона марки М400 определено, что оптимальное количество отходов песка содового завода для включения в состав бетона составляет

55% от массы обычных песков. Он также показал, что при введении песка 60 и 65% относительно массы обычного песка он также соответствует требованиям ГОСТа.

Выводы. Установлено, что песчаные отходы содового завода можно добавлять в состав бетона в разных количествах в разных марках. Доказано, что в относительно низкие марки бетона, в частности марки М250 и ниже, могут быть введены в состав бетона до 100% вместо кварцевого песка. Для

бетонов марок М300, М350 и М400 существует определенный предел включения этих отходов в состав бетона. Включение этих отходов в бетонную смесь не только в определенной степени повышает прочность бетона, но и помогает решать вопросы экологического характера. Однако он может принести большую экономическую выгоду за счет экономии кварцевого песка, который является одним из основных сырьевых материалов для бетона а также экологическию - за счет утилизации отходов производства.

Список литературы:

1. Баженова С.И., Баженова О.Ю. Заполнители для бетона. Методические указания к выполнению практических работ для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций» Москва, 2017. С 37.
2. Красильникова О.А. Использование техногенных отходов карбонатных пород в производстве бетонов. 08.04.01. Маг. дисс., Тольятти 2019. - С. -73.
3. Куляев П.В. Эффективный мелкозернистый карбонатный бетон. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05. Тверь – 2017. - С. -163.
4. Малова Е.Ю. Композиционные портландцементы с карбонатсодержащими добавками и бетоны на их основе. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.17.11. Барнаул 2015. - С. -182.
5. Оратовская А.А., Синицин Д.А., Галеева Л.Ш., Бабков В.В., Шатов А.А. Использование отходов производства кальцинированной соды для получения известьсодержащих вяжущих и строительных материалов на их основе // Строительные материалы. – 2012 – № 2 – С. 52–53.
6. Раджабов Ш.Ш., Атакузиев Т.А. "Физико - механические свойства бетона, изготовленного на основе отходов и песка, образующихся при затвердевании раствора, который состоит из сгоревшего диоксида углерода". 1-я конференция на тему "Вопросы науки и образования в Узбекистане: проблемы и решения". В 2020 году 15 июля.
7. Ражабов Ш.Ш., Мирзакулов Х.Ч., Юнусов М.Ю. "Strength Properties of Carbonate Filled Concrete". International Journal of Discoveries and Innovations in Applied Sciences| e-ISSN: 2792-3983 | www.openaccessjournals.eu | Volume: 1 Issue: 5 in October-2021.
8. Черепов В.Д. Коршунова Н.П. Бетон на основе низкопрочных карбонатных пород. Современные проблемы науки и образования. Москва 2013 № 2.
9. Шатов А.А., Кутырев А.С., Бадертдинов Р.Н. Некоторые пути утилизации отходов производства соды // Башкирский экологический вестник. – 2013 – № 3–4. – С. 8–16.