ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ КАМНЕДРОБЛЕНИЯП В ПРОИЗВОДСТВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО БЕТОНА

Алиев Н.Д.[1], Джафарова Н.А.[2], Садыгова М.Ю.[3]

[1]Алиев Насир Джавид - магистр;
[2]Джафарова Нахида Али – доцент, кандидат химических наук;
[3]Садыгова Мехпара Юнис – старший лаборант,
кафедра химии и технологии неорганических веществ, химико-технологический факультет,
Азербайджанский государственный университет Нефти и Промышленности
г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: *представленная статья посвящена приготовлению модифицированных бетонных материалов на основе отходов камнедробления. На основании проведенных исследований доказано приготовление устойчивого бетона на крупных и мелких заполнителях из легких и твердых известняковых пород, с использованием отсевов камнедробления. Исследованы свойства бетона, приготовленного путем добавления в смесь суперпластификатора. Установлены закономерности изменения физико-механических свойств бетона в зависимости от добавки суперпластификатора.*

Ключевые слова: *каменная пыль, бетон, отсевы камнедробления, промышленные отходы, мелкий заполнитель.*

УДК 691.32

В современном мире, бетон является одним из самых широко используемых строительных материалов. Однако, к сожалению, при этом используется огромное количество невосполнимого природного ресурса. Решением этой проблемы, является, одновременное использование различные видов добавок к цементу, которые позволят снизить расход ценного для нас природного сырья. В качестве добавок к строительному бетону используются твердые отходы – зольные остатки, шлак, кирпичный бой, дробленый камень и другие [1 - 7].

На территории действующих каменных карьеров во многих регионах Азербайджана скопилось большое количество отходов камнедробления, что приводит к нарушению экологического баланса. Например, в Гюздак, Шахгае, Сангаргае и др., расположенных в Апшероне производится дробление строительного камня и в составе горных пород этих материалов в большинстве случаев преобладает известняк.

Отходы в основном применяются как карбонатное сырье для производства вяжущих на крупных цементных заводах Республики. Однако каменная пыль, образующаяся в результате деятельности этих карьеров, продолжает загрязнять атмосферу в виде отходов. Использование этих отходов в качестве техногенного сырья при производстве строительных материалов позволит решить эту проблему. Наиболее актуальным направлением является снижение себестоимости строительных материалов.

Для обеспечения значительного удешевления строительных материалов (бетон, цемент, сухие смеси) и изделий из бетона необходимо обратить внимание на местное, природное и техногенное сырье. С этой точки зрения известняк, являющийся экологически чистым сырьем для строительства, является одним из наиболее распространенных материалов с самой широкой областью применения [8, 9].

Известно, что карбонат кальция, являющийся основным компонентом строительного камня, не растворяется в воде, эти соединения могут образовываться в основном на поверхности твердых магматических пород (гранит, мрамор и др.). Карбонатные породы на основе метаморфических и осадочных пород обладают меньшей механической прочностью, чем традиционные бетонные заполнители на основе изверженных пород, но имеют существенное преимущество в плане высокой химической активности, выражающейся во влиянии на процессы гидратации и кристаллизации.

Отходы, образующиеся при добыче горных пород и камнедробления – каменная пыль и каменная крошка – имеют различные области применения. В принципе, возможно широкое использование этих отходов в качестве наполнителя в производстве строительных материалов: при производстве цемента - как компонент вяжущего, в бетонных растворах - как микрозаполнитель или заменитель, в карбонатных бетонах - как модификатор. Таким образом, использование отходов камнедробления в строительной промышленности, с одной стороны, улучшает экологическую обстановку, а с другой стороны, позволяет сохранить природные ресурсы, особенно невозобновляемые ресурсы, для будущих поколений [10, 11].

Современные конструкции основаны на использовании модифицированного бетона нового поколения. Потому что, модифицированные бетоны можно использовать не только в обычных, но и в особых экстремальных условиях, в конструкциях новых архитектурно-декоративных элементов, бетонных труб, резервуаров, дорожных покрытий. Известно, что трещиностойкий карбонатный бетон получают при использовании известняковых отсевов при производстве мелкозернистого бетона [12].

В представленной работе для приготовления прочного бетона использовались отходы Карадагского каменного карьера Шахгая и Сангаргая. В качестве мелкого наполнителя использовался песок месторождения Шихляр, поселка Гарадаг и Абшеронский песок. Определены зерновой состав и объемный модуль используемого тонкодисперсного наполнителя. В качестве крупнозернистого наполнителя использовали

щебень гранитного происхождения крупностью 5-10 мм. В качестве вяжущего был взят быстротвердеющий портландцемент марки 32,5.

Для придания бетону пластичности использовались высокоэффективные гиперпластификаторы «Sikament 520» и «Sika ViskoCrete-787 Hi-Tech» созданные на основе поликарбоксилатов.

Для приготовления бетона щебень, песок, цементный вяжущий и воду смешивают в заданных пропорциях с помощью лабораторной мешалки (табл. 1). Для исследования свойств бетона были приготовили две серии образцов. Во втором серии, при смешивании исходных материалов, предварительно, в воду добавляют гиперпластификатор в количестве 1% от взятой массы.

Было приготовлено несколько бетонных составов путем замены 30, 50, 70 и 100% общей массы песка в бетоне известняковыми отсевами, крупностью зерен 0-20 мм. Модуль крупности тонкодисперсного наполнителя, приготовленного на основе отсева, составил Мк =3,1 мкм.

Таблица 1. Сырье, используемое для изготовления 1 м^3 бетона.

Название материала	**Единица измерения**	**Потребление**
Цемент	тонн	0,659
Щебень	тонн	0,642
Песок	тонн	0,855
Вода	м ^{3}	0,240
Сикамент-520	литр	0,012

Вторая серия образцов была приготовлена с добавлением суперпластификатора «Сикамент-520». Образцы бетонного раствора помещают в прямоугольные формы размером 40х40х160 мм вибрационным методом. Через сутки образцы вынимали из формы и сушили при нормальных условиях в течение 7, 14, 28 суток. Прочность образцов на изгиб и сжатие определяли с помощью гидравлического пресса YAW-300D после 28 суток высыхания в нормальных условиях. Часть приготовленных образцов выдерживали в воде в течение 2 суток и проводили испытания при насыщении водой. Испытания на сжатие производились в 2 серии и определялись с помощью пресса на кубах 40х40х40 по 6 штук в каждой серии.

Количество каменной пыли в наполнителе существенно влияет на подвижность бетонной смеси. В одинаковых условиях образцы бетона с одинаковым водоцементным отношением снижают подвижность бетонной смеси при увеличении количества замены природного песка отсевами камнедробления.

Таблица 2. Результаты испытаний бетона на основе отходов отсева карбонатных пород.

Возраст	**Предел прочности при сжатии, МПа (Песок Шихляр)**				
Количество отсева (%)	**0**	**30**	**50**	**70**	**100**
7 дней	33,8	36, 0	41,65	42,5	41.05
28 дней (в естественной среде)	50,3	49,4	51,5	49,8	49,4
28 дней (насыщенная водой)	45,9	50,3	52,0	52,0	47,7
Коэфф. размягчения	0,87	0,98	0,97	0,98	0,91
Увеличение прочности (с 7 до 28 дней, %)	67	73	81	85	83

Из таблиц 2 и 3 видно, что прочность образцов бетона, насыщенных водой, на 28 день твердения мало отличается от прочности образцов обычного бетона. Коэффициент размягчения этих образцов составляет более 0,8, что свидетельствует о том, что приготовленные образцы бетона можно считать водонепроницаемыми. Прочность образца на сжатие исследовали в зависимости от количества 30 %, 50 %, 70 %, 100 % замены в составах бетонов, массы природного песка отсевом камнедробления.

Таблица 3. Результаты испытаний водонасыщенного бетона на основе отходов отсева карбонатных пород.

Возраст	**Предел прочности при сжатии, МПа (песок Апшеронский)**				
Количество отсевов (%)	**0**	**30**	**50**	**70**	**100**
7 дней	38,3	39, 5	39,0	42,8	43.05
28 дней (в естественной среде)	45,1	50,3	51,1	51,1	48,0
28 дней (насыщенная водой)	45,9	50,3	50,6	48,9	49,4
Коэфф. размягчения	0,96	0,97	0,94	0,91	0,96
Увеличение прочности (с 7 дней до 28 дней %)	85	79	76	84	89

Для образцов бетона, приготовленных с использованием песка Шихляр и отсевов Шахгая, исследовано изменение прочности бетона в зависимости от количества отсева порошка в мелкодисперсном заполнителе.

Анализ экспериментальных исследований показал, что использование отсевов камнедробления в качестве мелкого наполнителя бетона является эффективным. При замене природного песка на 30-70% каменным порошком предел прочности на сжатие увеличивается. Так как зерны каменного порошка имеют неоднородную и бугристую поверхность, они впитывают больше влаги. Это, в свою очередь, приводит к более прочному сцеплению цемента с мелким наполнителем. Также, в то время как образцы бетона с использованием только природного песка крошились при давлении 45-50 МПа, образцы бетона, полученные с заменой песка каменным порошком в количестве 30-70%, держались до давления 50-52,7 МПа. Наилучшие результаты предела прочности при сжатии были получены в образцах бетона, с содержанием 50 % каменного отсева.

Таблица 4. Результаты испытаний бетонных образцов с пластификатором.

Возраст	**Предел прочности при сжатии, МПа**				
Количество отсевов дробления, %	**0**	**30**	**50**	**70**	**100**
7 дней	58,5	55,5	62,4	59,2	66,6
28 дней.	72,9	67,1	71,1	75,5	71,1
28 дней.в насыщ. водой состоянии	73,9	70,3	71,6	74,9	75,3
Коэфф. размягчения	0,97	0,96	0,95	0,92	0,98
Набор прочности от 7 до 28 суток, %	80,2	82,7	87,7	78,4	93,6

Во второй серии в приготовленные образцы бетона, с тем же составом добавляли суперпластификатор «Сикамент 520», 1 % от общей массы бетонной смеси. В результате наблюдается увеличение пластичности и времени твердения бетона. При этом прочность бетона на сжатие также увеличилась (таб.4).

Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что доля пыли с размером частиц менее 0,16 мм в отходах дробления карбонатных пород составляет 20%. Из-за наличия в отходах такого большого количества мелкой фракции увеличивается площадь контакта компонентов бетона. С увеличением площади контакта значительно увеличивается и сцепление. При этом сильно развитая поверхность мелких частиц из отходов карбонатных пород позволяет интенсифицировать процесс гидратации цементного камня, что способствует динамике роста прочности.

С использованием гиперпластификатора SIKAMENT 520 подобран оптимальный состав бетона с улучшенными физико-механическими свойствами заменой песка до 50% щебнем. Тип используемого пластификатора влияет на обезвоживание бетонов, изготовленных с использованием дробленых карбонатных пород. Бетоны с гиперпластификатором Sikament показывают на 2% более высокие результаты водопоглощения, чем суперпластификатор Hi-Tech.

Список литературы

1. *Aksenova L.L., Khlebenskikh L.V.* Use of waste from enterprises of ferrous and non-ferrous metallurgy in the construction industry. Technical sciences in Russia and abroad: materials of the III Intern. scientific. conf. (Moscow, July 2014). - M.: Buki-Vedi. 2014.
2. *Cánovas, M.F.; Gaitan, V.H.* Behavior of steel fibe high strength concrete under impact of projectiles. Mater. Constr. 2012.
3. *Calder, G.V., & Stark, T.D.* (Aluminum Reactions and Problems in Municipal Solid Waste Landfills. Practice Periodical of Harzardous, Toxic, and Ratioactive Waste Manag. 2010. 14, 258-265.
4. *Джаббарова Н.Э., Аббасова Н.Н.* Изучение свойств цементов и бетонов, модифицированных зольными остатками переработки ТБО. Журнал Проблемы Науки. № 4(52), 2020, с. 5-9.
5. *Баженов Ю.М. и др.* Модифицированные высокопрочные бетоны. АСБ, 2007, с. 368.
6. *Баженов, С-А.Ю. Муртазаев, М.С. Сайдумов.* Строительные композиты на основе бетонного лома и отходов камнедробления. Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2014, с. 266.
7. *Jabbarova N.E.* Modified concretes using solid waste. Журнале Известие ВТУЗ-ов Азербайджана, т.24, № 2 (136), 2022, с.158-164.
8. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРОГРАММА по эффективному использованию и развитию месторождений природного камня на Апшеронском полуострове (2003-2006 гг.).
9. *Демьянова В.С., Казина Г.Н., Чумакова О.А.* Экологические аспекты ресурсосбережения в сфере обращения с отходами. Современные наукоемкие технологии. 2006. № 5. С. 28-31.
10. *В.М. Аббасов, С.А. Мамедов, А.Д. Гулиев, Т.А. Исмаилов и др.* Подбор природных наполнителей для асфальтобетона. Kimya problemləri. 2018 № 3 (16) с. 391-399.
11. *Г. Де Шуттер.* Влияние известнякового наполнителя в качестве минеральной добавки в самоуплотняющийся бетон. Лаборатория исследований бетона Magnel в Бельгии. Конференция «Наш мир в бетоне и конструкциях», Сингапур, 14-16 августа 2011 г. с. 25.
12. *Белов В.В., Куляев П.В.* Принципы проектирования мелкозернистых карбонатных бетонов повышенной трещиностойкости. Строительные материалы. 2017. № 7. С. 44–47.