

Кусмарова Д.А. магистрант, Горбатко С.В. к.т.н. доцент.  
*Донецкий национальный технический университет, Донецк, ДНР*

Целью данной работы является рассмотрение проблем утилизации, и обработки вторичного стекла, его применение в бетонных смесях строительного назначения. Определены основные достоинства переработки вторичного стекла. Предложен один из способов переработки и применения данного материала. Измельченное стекло улучшает свойства бетона, а также влияет на его долговечность, увеличивая ее. Переработка боя стекла положительно влияет на экологическую ситуацию, а именно уменьшается количество почти не разлагаемого материала в окружающей среде.

#### СТЕКЛОБОЙ, БЕТОН, ЭКОЛОГИЯ, ПЕРЕРАБОТКА

The purpose of this work is to consider the problems of recycling, and processing of recycled glass, its use in concrete mixtures for construction purposes. The main advantages of recycling recycled glass are determined. Proposed one of the methods of processing and use of this material. Shredded glass improves the properties of concrete, and also affects its durability, increasing it. The recycling of glass breakage has a positive effect on the ecological situation, namely the amount of almost non-degradable material in the environment decreases.

#### GLASS, CONCRETE, ECOLOGY, PROCESSING

В последнее время, наряду с уже традиционными и известными в определенном смысле отходами особый интерес вызывает утилизация несортированного боя искусственных стекол, или просто — стеклобоя. Дело в том, что образующийся во время производства брак или бой стекла чаще всего используется этими же заводами повторно. Такое стекло имеет стабильный (в рамках данной технологии) химический состав и находит применение в процессе плавки шихты. Состав несортированного боя различных видов стекол (оконного, тарного, оптического и пр.) является достаточно широким и разнообразным. Плюс ко всему возможны посторонние примеси, попадание которых в сырьевую смесь не допустимо, если желательнее получить стекло с определенным составом или качеством. Поэтому несортированный стеклобой, в огромных количествах образующийся в отвалах и на свалках, до сих пор не находит должного применения.

Проблема переработки стеклобоя в настоящее время стала одной из наиболее острых и для этого есть причины:

1. Период распада обыкновенной стеклянной бутылки составляет десятки лет.
2. Одной из характеристик этого материала является хрупкость — это обуславливает опасность стекла как для животных, так и для человека — все знают, насколько опасным может быть битое стекло, разбросанное в прибрежной зоне или в водоемах.

3. Каждые 10% стеклобоя снижают расход природного газа на 3%. То есть, если стекольщик будет использовать для производства своей продукции только стеклобой, то расход газа на изготовление продукции уменьшится на 30%.

Именно поэтому проблема масштабной и своевременной переработки этого материала и по сей день не теряет своей актуальности.

Преимуществами переработки стекла является:

1. Стекло представляет собой на 100% рециркулируемый материал – таким образом, после его переработки не остается побочных материалов, которые отрицательно влияют на окружающую среду;

2. Каждые 1000 кг переработанных отходов экономят более 1000 кг природных материалов, в том числе 200 кг известняка, около 180 кг соды и более 600 кг песка;

Одним из эффективным способом переработки стеклобоя (рис. 1), является добавление измельченного стекла в цементные бетоны, в качестве специальной добавки.



*Рисунок 1 – Бой стекла*

Бетонами называют искусственные каменные материалы, получаемые в результате затвердевания тщательно перемешанной и уплотненной смеси из минерального или органического вяжущего вещества с водой, мелкого или крупного заполнителей, взятых в определенных пропорциях.

В строительстве широко используют бетоны, приготовленные на цементах или других неорганических вяжущих веществах. Эти бетоны обычно затворяют водой. Цемент и вода являются активными составляющими бетона; в результате реакции между ними образуется цементный камень, скрепляющий зерна заполнителей в единый монолит.

Для регулирования свойств бетона и бетонной смеси в их состав вводят различные химические добавки и активные минеральные компоненты, которые ускоряют или замедляют схватывание бетонной смеси, делают ее более пластичной и удобоукладываемой, ускоряют твердение бетона, повышают его прочность и морозостойкость, регулируют собственные деформации бетона, возникающие при его твердении, а также при необходимости изменяют и другие свойства бетона.

Превращение тонкодисперсного порошка связующего на основе боя стекла в камневидное тело происходит в результате взаимодействия

компонентов, входящих в его состав, с водными растворами щелочей. Данный процесс представляет собой гетерогенную реакцию и состоит из ряда стадий, главными из которых являются диффузия компонентов жидкой среды к поверхности раздела фаз, процесс адсорбции гидратированных катионов щелочных металлов на активных участках поверхности кремнезема (сорбция в общем случае сопровождается изменением состояния кремнекислородных тетраэдров, что влечет за собой деполимеризацию кремнекислоты за счет разрыва кремнекислотных связей), последующий акт химического взаимодействия и, отвод продуктов реакции в межзерновой объем.

Процесс деполимеризации кремнезема связан с явлением адсорбции и объясняется координационной ненасыщенностью атомов кремния. Молекулы NaOH подходят к поверхности кремнезема таким образом, что группы OH образуют с атомом кремния координационную связь.

Первоначально под воздействием щелочи и повышенной температуры с поверхности частиц стекла растворяется тонкодисперсный аморфный кремнезем, в результате чего повышается его концентрация в растворе, конденсируется пар, что приводит к понижению pH среды и вызывает реакцию поликонденсации с образованием геля поликремниевой кислоты, который склеивает не полностью растворившиеся частицы стекла и зерна заполнителя. Дальнейшее воздействие температуры в процессе термовлажностной обработки приводит к кристаллизации геля кислоты с образованием труднорастворимых гидроалюмосиликатных соединений (рис. 2).

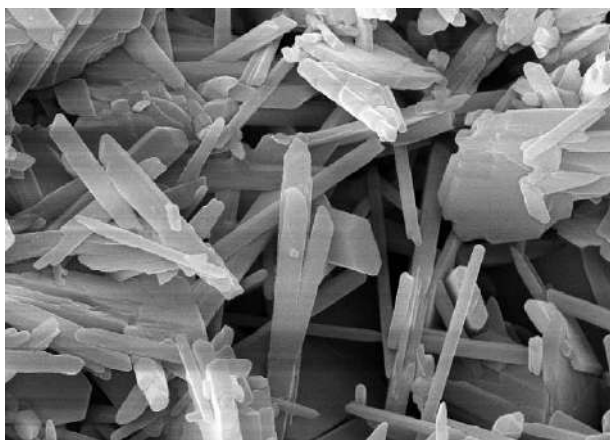


Рисунок 2 – Структура бетонного камня (x5000)

За счет повторного применения измельченной стеклотары в бетоне, существенно сокращается объем используемого цемента и увеличивается прочность бетона. Также использование вторичного сырья способствует сокращению объемов стеклобоя на свалках, улучшению экологической обстановки, экономии энергоресурсов.

#### Список литературы

1. *Афанасьев, Н.Ф.* Добавки в бетоны и растворы / Н. Ф. Афанасьев, М. К. Целуйко – М.: Стройиздат, 1988. – 575 с.
2. *Калашиников В. И.* Терминология науки о бетонах нового поколения // Строительные материалы. 2011, № 3. - С. 103-106.