

*А. Д. Селезнев, Н. В. Кузнецова\**

## **РАЗРАБОТКА ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УТИЛИЗИРУЕМЫХ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДИСКОВ**

Одним из важнейших факторов, влияющих на физико-механические свойства мелкозернистого бетона, является качество мелкого заполнителя, природные запасы которого исчерпываются или недоступны в некоторых регионах. В Тамбовской области строительный песок имеет очень мелкую крупность и считается непригодным для изготовления качественных бетонных изделий. Предприятия, использующие данный мелкий заполнитель, вынуждены компенсировать его низкое качество увеличением расхода цемента. Приобретение качественного мелкого заполнителя и его транспортирование из соседних регионов лишает мелкозернистый бетон той экономической эффективности, которой он обладает относительно обычного тяжелого бетона. В связи с этим возникает необходимость в использовании альтернативных источников мелкого заполнителя.

Возможным решением данной проблемы становится использование отходов промышленности в качестве частичной альтернативы строительному песку. В целом использование утилизируемых материалов в производстве мелкозернистого бетона позволяет решить два важнейших вопроса: компенсация недостатков местного природного заполнителя и переработку отходов.

Одним из распространенных видов трудноутилизируемых отходов являются оптические диски (CD, DVD, Blu-Ray), основой которых является поликарбонат оптического качества. Оценка возможности использования измельченных утилизируемых оптических дисков в качестве мелкого заполнителя в производстве мелкозернистого бетона была выполнена в работе [1].

С учетом вышесказанного целью исследования является разработка технологии производства изделий из цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков.

Одним из основных технических параметров, характеризующих цементные материалы, является прочность на сжатие, которая зависит от многих факторов. Наибольшее влияние оказывают качество сырьевых материалов (цемента и песка) и водоцементное отношение.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» Н. В. Кузнецовой.

В предварительных экспериментальных исследованиях изучалось влияние доли измельченных утилизируемых оптических дисков от общей массы мелкого заполнителя на прочность цементного композиционного материала. Было установлено, что образцы, изготовленные с использованием местного кварцевого песка (Красненский карьер Тамбовской области) с модулем крупности 1,0 (очень мелкий согласно ГОСТ 8736–2014), имеют прочность на сжатие 29 МПа. При замене 10% массы песка измельченными оптическими дисками (рис. 1) прочность вырастала до 30 МПа, а при замене в 20% получался равнопрочный материал (29 МПа). Плотность образцов с использованием измельченных оптических дисков оказалась ниже на 12%, так как насыпная плотность отходов значительно ниже насыпной плотности песка (примерно  $800 \text{ кг/м}^3$  против  $1400 \text{ кг/м}^3$ ). Соотношение цемента и заполнителя принималось постоянным и равным 1 к 3 по массе, водоцементное отношение изменялось в диапазоне от 0,45 до 0,55.



**Рис. 1. Структура образца цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков**

При замене 20% массы песка отходами расход цемента снижался на 10% с 530 до 475  $\text{кг/м}^3$ , что может стать одним из факторов экономического эффекта при практическом применении данного материала. Таким образом, образцы с использованием отходов имели большую или равную прочность на сжатие, а фактический расход цемента уменьшался.

Сравнение экономической эффективности использования данного цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков было выполнено на примере стеновых блоков. В настоящее время стоимость пескоцементных стеновых блоков  $19 \times 19 \times 39 \text{ см}$  в Тамбовской области в среднем составляет 55 руб./шт., а их прочность, как правило, не превышает 20 МПа. Образцы предлагаемого материала при замене 50% массы

песка отходами показывали прочность на уровне 22 МПа, при этом расход цемента был уменьшен на 25% (с 530 до 400 кг/м<sup>3</sup>) относительно образцов без отходов с прочностью 29 МПа. По предварительным расчетам себестоимость стеновых блоков 19×19×39 см, изготовленных из цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков, составляет 25 – 30 руб./шт., что позволяет ориентироваться на цену при реализации в 35 – 45 руб./шт. (на 20% дешевле аналогичных изделий). Очередным преимуществом данных изделий может стать привлекательный внешний вид и возможность использования в качестве декоративного материала.

Технологическая схема изготовления цементного композиционного материала состоит из следующих основных этапов: измельчение оптических дисков (дробление и помол); дозировка компонентов смеси; затворение смеси водой; диспергирование смеси; формовка изделия; твердение и набор прочности.

Предпочтительная крупность частиц измельченных оптических дисков 0,315...2,5 мм [2], поэтому значительного внимания заслуживают технологические параметры их измельчения.

Областью использования разработанного цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков станет производство строительных материалов и изделий. Практическая реализация в виде стеновых блоков найдет свое применение в строительстве зданий и сооружений: выполнение несущих и самонесущих наружных и внутренних стен, выполнение перегородок, декоративная облицовка.

Для коммерциализации данного проекта предлагается организовать производство стеновых блоков 19×19×39 см из цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков.

Доход планируется получать за счет реализации (продажи) данных изделий. Рынок сбыта: строительные организации и физические лица, занимающиеся частной застройкой. Основными статьями расходов являются:

- 1) приобретение, эксплуатация, содержание и ремонт производственного оборудования;
- 2) приобретение сырьевых материалов (песка, цемента, утилизируемых оптических дисков);
- 3) аренда производственного помещения;
- 4) заработная плата работникам производства;
- 5) оплата коммунальных услуг (водоснабжение, электроснабжение, теплоснабжение).

Риски данного проекта, связанные с поставкой утилизируемых оптических дисков, планируется решать следующим образом:

1) сотрудничество с волонтерским центром Тамбовского государственного технического университета и организация пунктов приема утилизируемых оптических дисков у населения;

2) сотрудничество с архивами организаций, у которых накапливаются оптические диски, подлежащие утилизации (университеты, школы, крупные предприятия и др.);

3) сотрудничество с мусороперерабатывающим комплексом ООО «КомЭк» и с АО «Тамбовская сетевая компания».

Экономическая обоснованность производства стеновых блоков из цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков была обусловлена составлением сводной таблицы технико-экономических показателей опытно-исследовательского производства (табл. 1).

### 1. Сводная таблица технико-экономических показателей проекта

Годовой объем производства, шт.	60 000
Предполагаемая цена реализации, руб./шт.	40
Объем инвестиций, руб.	500 000
Балансовая прибыль, руб./год	175 000
Число рабочих, чел.	3
Требуемая производственная площадь, м <sup>2</sup>	75
Энергопотребление, кВт·ч/шт.	0,27
Срок окупаемости, лет	3

### Список литературы

1. Селезнев, А. Д. Использование утилизируемых оптических дисков в качестве заполнителя в мелкозернистом бетоне / А. Д. Селезнев, Н. В. Кузнецова // Взгляд молодых на проблемы региональной экономики – 2018 : материалы Всерос. открытого конкурса студентов вузов и молодых исследователей. – Тамбов, 2018. – С. 108 – 113.

2. Прочность мелкозернистого бетона с добавкой измельченных утилизируемых оптических дисков / В. А. Езерский, Н. В. Кузнецова, А. Д. Селезнев, Г. А. Моисеенко // Строительные материалы. – 2019. – № 6. – С. 18 – 24.

*Кафедра «Архитектура и строительство зданий»  
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*