

УДК 662.613

ЛОГВИН В.В., уч-ся (УО «Национальный детский технопарк»)
Научные руководители: СКУРАТОВИЧ И.В., ст. преподаватель (БНТУ),
ЗЕЛЕНУХО Е.В., ст. преподаватель (БНТУ)
г. Минск

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Современное промышленное производство основано на использовании больших объемов минерально-сырьевых и энергетических ресурсов. Однако в ходе ресурсного цикла в конечный полезный продукт переходит далеко не весь объём добываемого сырья. Более того, образующиеся в ходе технологических процессов отходы в некоторых случаях составляют 80-90% от всей массы исходного сырья. Согласно изученным данным [1], в 2022 году в Республике Беларусь было образовано 40,1 млн тонн отходов производства, наибольший процент которых приходится на крупнотоннажные — в частности, отходы калийного производства и фосфогипс. По состоянию на конец 2022 года на четырех рудоуправлениях в г. Солигорске и на Петриковском горно-химическом комбинате накоплено 1,155 млрд тонн галитовых отходов и 133,9 млн тонн шламов галитовых/глинисто-солевых; также на территории г. Гомеля в отвалах содержится 24,85 млн тонн фосфогипса [1]. Кроме вышеперечисленного, к отходам с низким уровнем использования относится зола от сжигания торфа и торфяных брикетов. На её образование в 2022 году приходится более 50% всего объема золы от сжигания твердых видов топлива.

К перспективным направлениям использования крупнотоннажных отходов можно отнести возможность их применения в производстве строительных материалов — в частности, для получения бетонных изделий. Следует отметить, что актуальность такого процесса связана в первую очередь со стремлением к снижению нагрузки на окружающую среду, особенно в местах размещения данных отходов, а также с необходимостью сохранения природных ресурсов и экономии.

Бетон представляет собой искусственную многокомпонентную смесь, для получения которой традиционно используются песок, гравий, цемент, вода и вяжущие вещества. Из всех этих составляющих наиболее дефицитным и энергоемким в производстве является цемент. При этом в настоящее время бетон является наиболее распространенным строительным материалом, который находит применение практически во всех областях строительства; в том числе его используют и для изготовления груза для противовеса лифтов.

Экологическая безопасность изделий из бетона обусловлена в первую очередь низким содержанием в этом строительном материале как природных, так и техногенных радионуклидов. Однако при использовании отходов производства в процессе изготовления бетона всё же необходимо контролировать радиационную безопасность как добавляемых в бетон отходов,

так и уже готовых бетонных изделий [4]. Так, в торфяной золе, несмотря на небольшое содержание в исходном торфе радионуклидов, происходит концентрирование последних в процессе сжигания; в фосфогипсе радионуклиды также присутствуют.

В строительных материалах контролируются следующие виды радионуклидов: природные (естественные) Ra_{226} , Th_{232} и K_{40} , а также техногенный Cs_{137} (радионуклид Чернобыльского выброса).

В данной работе определение содержания радионуклидов в компонентах бетона и отходах производства проводилось с использованием гамма-радиометра РКГ-АТ1320 в навесках, отобранных из пробы исследуемых материалов методом квартования.

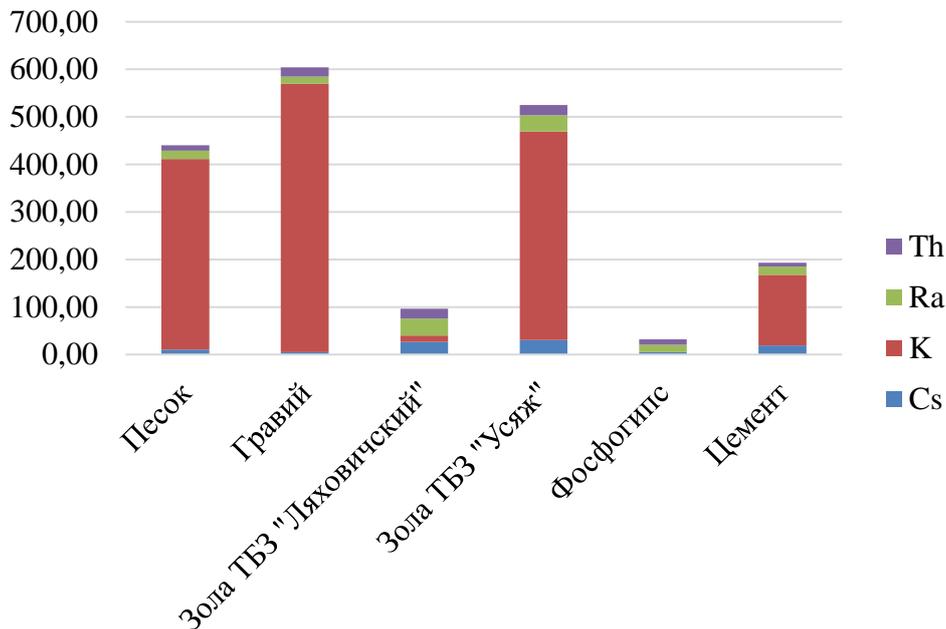


Рисунок 1. Определение активности естественных и техногенных радионуклидов в строительных материалах и отходах производства

Как видно из рисунка 1, в песке, гравии, цементе и золе торфобрикетного завода «Усяж» наибольшая активность наблюдается у радионуклида K_{40} . Что касается фосфогипса и золы торфобрикетного завода «Ляховичский», то здесь наибольшая активность у Ra_{226} . Однако при оценке радиационной безопасности строительных материалов необходимо также рассчитывать удельную эффективную активность по формуле, учитывающей биологическое воздействие радионуклидов на организм человека:

$$A_{эфф} = A_{Ra_{226}} + 1,31A_{Th_{232}} + 0,09AK_{40} + 0,22ACs_{137}, \quad (1)$$

где $A_{Ra_{226}}$, $A_{Th_{232}}$, $A_{K_{40}}$, $A_{Cs_{137}}$ – удельные активности изотопов радия, тория, калия и цезия в Бк/кг.

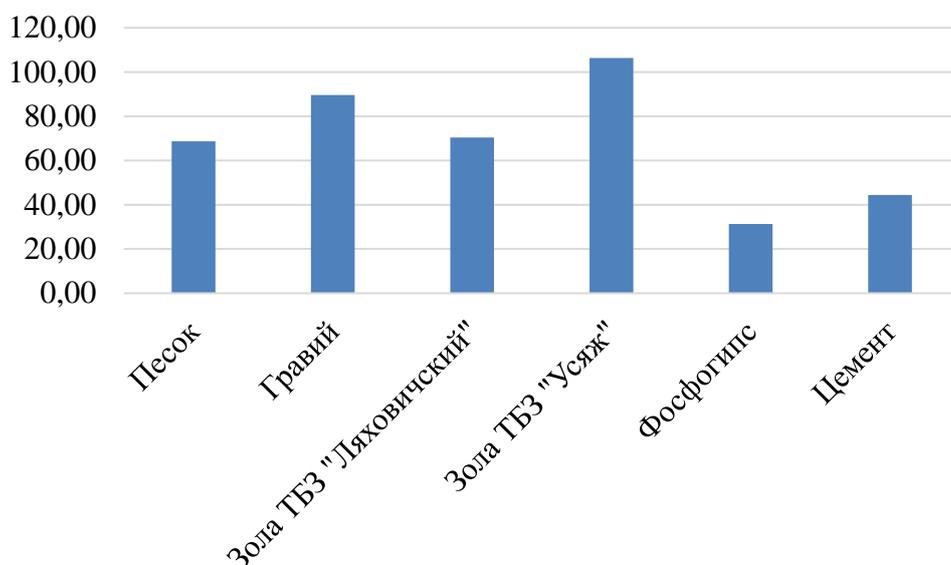


Рисунок 2. Удельная эффективная активность строительных материалов и отходов производства

Наименьшей удельной эффективной активностью среди анализируемых образцов обладает фосфогипс. Это может быть объяснено тем, что для исследования был взят фосфогипс, который несколько лет находился в отвале: под воздействием осадков количество радионуклидов в нем могло уменьшиться. Наибольшее значение удельной эффективной активности определено у образца золы торфобрикетного завода «Усяж» (см. рис. 2).

Расчеты показывают, что все отходы производства и природные материалы, которые были выбраны нами для исследования в качестве добавки в бетонные изделия, относятся к I классу ($A_{эфф} < 370$ Бк/кг). Следовательно, их можно использовать в любых соотношениях к массе бетона и в дальнейшем во всех видах строительства без ограничений.

Список литературы:

1. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень / Е. И. Громадская, Д. В. Цубленок, М. В. Водейко, В. С. Хомич, С. Г. Живнач, М. И. Струк; Под общей редакцией Е. И. Громадской – Минск: РУП «ЦНИИКИВР», 2023 г. – 151 с.
2. Гулимова, Е. В. Экологическая безопасность строительных материалов и изделий / Е. В. Гулимова, Т. А. Младова, Н. В. Мулер. – 2-е изд., доп. – Комсомольск-на-Амуре, 2014. – 108 с.
3. Ерошов А. И., Марцуль И. Н., Антоненков А. И. Исследования содержания естественных радионуклидов в различных объектах природной среды Республики Беларусь // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. 2018. № 3. С. 56–61.
4. Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения». Утвержден Указом Президента Республики Беларусь от 05.01.1998 № 122-3.