

## ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД – КЛОНДАЙК ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖКХ SEWAGE SLUDGE - KLONDIKE FOR COMPANY GKX

Хрусталеv Б.М., академик НАН Беларуси, д.т.н., проф., профессор кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», Белорусский национальный технический университет, Минск, tgv\_fes@bntu.by

Пехота А.Н., заведующий кафедрой «Теплогазоснабжения и вентиляция», к.т.н., Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь, pehota.an@bntu.by

Вострова Р.Н., доцент кафедры «Водоснабжение, химия и экология», к.т.н., УО «БелГУТ», Гомель, Республика Беларусь, vostrova@tut.by

Khrustalev B. M., Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department "Heat and Gas Supply and Ventilation", Belarusian National Technical University, Minsk, tgv\_fes@bntu.by

Pekhota A.N., Head of the Department "Heat and Gas Supply and Ventilation", Candidate of Technical Sciences, Belarusian National Technical University, Minsk, pehota.an@bntu.by

Vostrova R.N., associate professor of the Department "Water Supply, Chemistry and Ecology", the city of Gomel, vostrova@tut.by

**Аннотация.** Представлены результаты исследований свойств твердого топлива на основе осадков сточных вод. Описано применение комплексного решения эффективно-го использования образующихся осадков сточных вод городских очистных сооружений в качестве вторичных возобновляемых энергоресурсов.

**Ключевые слова:** твердое топливо, многокомпонентные составы, осадок сточных вод, экология, горючие ВЭР, брикетирование.

**Abstract.** The results of studies of solid fuel properties based on sewage sludge are presented. The application of a comprehensive solution for the effective use of the generated sewage sludge from urban wastewater treatment plants as secondary renewable energy resources is described.

**Key words:** solid fuels, multicomponent compositions, sewage sludge, ecology, combustible VER, briquetting.

**Введение.** Проводимые в настоящее время за рубежом научные исследования направлены на разработку и совершенствование различных способов обработки и использования осадков сточных вод коммунальных очистных сооружений. В связи с этим решение вопроса экономически целесообразного и экологически безопасного размещения осадков сточных вод (ОСВ) в окружающей среде является актуальной задачей для предприятий водоканализационного хозяйства (ВКХ) и мирового сообщества.

Применение технологии многокомпонентного брикетирования позволяет использовать осадок сточных вод в качестве компонента, обеспечивающего связующие свойства в смеси с древесно-растительными отходами [1].

**Основная часть.** Коллективом ученых «Белорусского государственного университета транспорта» и «Белорусского национального технического университета», а также совместно с КПУП «Гомельводоканал» проведены научные и практические исследования, позволившие изготовить опытно-промышленную партию многокомпонентного твердого топлива (англ. *multicomponent solid fuel MSF*). По результатам проведенных лабораторных исследований, выполненных в аккредитованных лабораториях определены теплотехнические и физические свойства брикетов, а также выявлен интервал изменений химического состава в пределах варьирования соотношением ОСВ и древесных отходов [2].

По результатам проведенных экспериментов, математического моделирования с использованием информационных технологий и применения нейросетей, определено оптимальное соотношение компонентов в MSF-топливе, которое обеспечивает полное сжигание используемых в нем горючих компонентов с выделением заданных теплотехнических характеристик и нормированного содержания вредных веществ в выбросах [3, 6, 7].

Вместе с тем, учитывая не изученность применения ОСВ в многокомпонентных составах в качестве топлива, дополнительно проведены исследования с применением: атомно-абсорбционного спектрометра, методов дифференциально-термического анализа, ИК-спектрометрии [2, 4–7].

**Результаты и обсуждения.** Учитывая полученные научные результаты исследований, проведенный анализ и математическую обработку с определением зависимостей с учетом данных физико-химического состава различных видов твердого топлива включая многокомпонентное топливо и выбросов вредных веществ показал, что пределы варьирования зависимы от содержания в составе топлива ОСВ. Причем для обеспечения эффективного сжигания MSF-топлива, их долевое соотношение должно быть в пределах 32,8–48,6 %. При этом обеспечение нормированных параметров выбросов вредных веществ при сжигании многокомпонентного топлива обеспечивается в основном за счет повышенного применения в составе относительно чистых отходов, которыми являются, например, отходы деревообработки, лесопиления и переработки древесины, не находящие по разным причинам технологического применения.

В основе научных исследований лежит изменение подходов и совершенствование технологических схем процессов производства твердого топлива методом брикетирования. Реализуемая схема разработанного процесса брикетирования в упрощенном виде состоит из следующих операций, представленных на рис. 1.

Полученные данные исследований с применением разработанной установки, обеспечивающей электрогидравлическую обработку отходов в соответствии с общеизвестным «эффектом Юткина» [3], позволили в процессе подготовки многокомпонентных смесей достигать гомогенизации с выделением природных связующих компонентов без химического и термического воздействия. Так, при обработке отходов импульсным искровым разрядом можно снижать содержание нежелательных химических веществ в виде тяжелых металлов находящихся, как правило, в избыточном состоянии ОСВ городских очистных сооружений, что обеспечивает экологичность получаемого топлива на стадии сжигания и образования золы. Это достигается, за счет формирования определенной частоты и силы разряда, что вместе с тем дополнительно формирует во влажной смеси коллоидно-дисперсные связующие растворы, пригодные для влажного брикетирования [5–7].

**Заключение.** Использование математического моделирования, позволяет рассчитать оптимальное с энергетической и экологической точек зрения соотношение компонентного состава топлива, с учетом особенностей энергоустановок. Результаты численного моделирования по определению оптимального состава брикетированного двух- и трехкомпонентного топлива подтверждаются данными дифференциально-термических и термогравиметрических методов анализа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование многокомпонентного брикетированного топлива на основе осадков сточных вод городских очистных сооружений г. Гомеля и исследование теплотехнических свойств брикетов: отчет по НИР / Белорус. гос. ун-т трансп.; науч. рук. А.Н. Пехота. – Гомель, 2020. – 99 с.

2. Пехота, А.Н. Многокомпонентное твердое топливо: монография /А.Н. Пехота; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2021. – 243 с.

3. Юткин, Л.А., Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности / Л.А. Юткин. – Л.: Машиностроение, 1986. – 253 с.

4. Пехота, А.Н. Технология производства многокомпонентного твердого топлива с использованием отходов сточных вод / А.Н. Пехота [и др.] // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2021. – Т. 64, № 6. – С. 525–537.

5. Пехота, А.Н. Определение эффективности параметров брикетирования и сушки многокомпонентных составов твердого топлива / А.Н. Пехота, Б.М. Хрусталева // Энергетическая Стратегия : науч.-практ. журнал. – 2022. – № 2. – С. 34–38.

6. Пехота, А.Н. Исследование термоаналитическими методами энергетических свойств брикетированного многокомпонентного топлива / А. Н. Пехота, С.А. Филатов // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. Объединений СНГ. – 2022. – Т. 65, № 2. – С. 143–155.

7. Пехота, А.Н. Исследование энергетических характеристик многокомпонентного твердого топлива с использованием горючих малоиспользуемых коммунальных и производственных отходов / А. Н. Пехота // Наука и техника :Междунар. науч.-практ. журнал. – 2022. – № 2. – С. 164–174.

УДК 811.133.1

## КАРОТКАМЕТРАЖНЫЯ ФІЛЬМЫ Ў РАЗВІЦЦІ МОЎНАЙ КАМПЕТЭНЦЫІ СТУДЭНТАЎ SHORT FILMS IN THE DEVELOPMENT OF LANGUAGE COMPETENCE OF STUDENTS

Лузан А.А., преподаватель, Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь, anutik27@yandex.ru

Luzan A.A., teacher, Belarusian national technical university, Minsk, Belarus,  
anutik27@yandex.ru

**Аннотация.** При обучении студентов важно помнить о взаимодействии культур в образовательном процессе. Преподаватель иностранного языка выступает посредником межкультурного общения. В настоящее время традиционные подходы к обучению активно сочетаются с интерактивными методами. Высокоэффективной творческой реализацией различных форм обучения и развития обучения, является регулярное использование кино и видеоматериалов в обучении иностранным языку.

**Ключевые слова:** короткометражный фильм, словарный запас, французский язык.

**Abstract.** When teaching students, it is important to remember the interaction of cultures in the educational process. A foreign language teacher acts as a mediator of intercultural communication. Currently, traditional approaches to learning are actively combined with interactive methods. A highly effective creative implementation of various forms of learning and learning development is the regular use of cinema and video materials in teaching a foreign language.

**Key words:** short film, vocabulary, French.

**Уводзіны.** Самае галоўнае ў вывучэнні замежнай мовы – гэта як мага больш і як мага даўжэй сутыкацца з ёй. На шчасце, тэя часы, калі вывучэнне мовы зводзілася толькі да граматык і схем спражэння, мінулі. Чытанне раманаў або часопісаў, праслу-