
СОДЕРЖАНИЕ

Номер 6, 2024

Охрана окружающей среды

Обзор нормативно-технической документации в области обращения с золошлаками ТЭС

И. В. Путилова, Н. А. Зройчиков

3

Тепло- и массообмен, свойства рабочих тел и материалов

Моделирование процессов пленочной конденсации движущегося пара фреона-21 на пакете горизонтальных труб методом VOF

К. Б. Минко, В. И. Артемов, А. А. Клементьев

15

Исследование работы энергонапряженных теплообменных аппаратов с большим количеством пластин

*А. Е. Баранов, А. Е. Белов, Д. Н. Ильмов, В. А. Мавров,
А. С. Скороходов, Н. И. Филатов*

34

Возобновляемые источники энергии, гидроэнергетика

Профилирование лопасти ветрового колеса с использованием методов параметрической оптимизации и вычислительной аэродинамики

*И. Б. Войнов, В. В. Елистратов, И. А. Керестень, М. А. Конищев,
М. А. Никитин, Д. И. Софронова*

49

Металлы и вопросы прочности

Оценка статической прочности турбинных лопаток энергетических установок большой мощности

А. Н. Архипов, И. В. Пучков, Ю. А. Равикович, О. В. Романова, А. А. Ивановский

60

Теплофикация и тепловые сети

Исследование применения алгоритма дифференциальной эволюции для определения коэффициентов гидравлического сопротивления тепловых сетей

Bingwen Zhao, Ruxue Yan, Yu Jin, Hanyu Zheng

72

Дискуссии

Развитие АСММ — дань моде или насущная необходимость?
[Комментарий к статье В.О. Киндры, И.А. Максимова, И.И. Комарова,
С.К. Осипова, О.В. Злышко “Атомные станции малой мощности:
технический уровень и перспективы коммерциализации (обзор)”]

С. Л. Соловьев

84

Contents

Vol. 71, No. 6, 2024

Environmental Protection

Review of Regulative and Technical Documentation in the Field of Ash and Slag Handling at TPPs

I. V. Putilova and N. A. Zroychikov

3

Heat and Mass Transfer and Properties of Working Fluids and Materials

Simulation of Film Condensation from Moving Vapor of Refrigerant-21 on a Horizontal Tube Bundle Using the VOF Method

K. B. Minko, V. I. Artemov, and A. A. Klement'ev

15

Investigation into Operation of Energy-Intensive Heat Exchangers with Many Plates

*A. E. Baranov, A. E. Belov, D. N. Il'mov, V. A. Mavrov,
A. S. Skorokhodov, and N. I. Filatov*

34

Renewable Energy Sources, Hydropower

Profiling a Wind Wheel Blade Using Parametric Optimization and Computational Aerodynamics Methods

*I. B. Voinov, V. V. Elistratov, I. A. Keresten, M. A. Konishev,
M. A. Nikitin, and D. I. Sofronova*

49

Metals and Strength Analysis

Static Strength Assessment of Turbine Blades in High-Capacity Power Units

*A. N. Arkhipov, I. V. Puchkov, Yu. A. Ravikovich,
O. V. Romanova, and A. A. Ivanovskii*

60

District Heating Cogeneration and Heat Networks

Application Research of Differential Evolution Algorithm in Resistance Coefficient Identification of Heating Pipeline

Bingwen Zhao, Ruxue Yan, Yu Jin, and Hanyu Zheng

72

Discussions

Is SNPP Development a Fashion or an Essential Necessity? (Comment on the Article by V.O. Kindry, I.A. Maksimova, I.I. Komarova, S.K. Osipova, O.V. Zlyvko "Low Power Nuclear Plants: Technical Level and Prospects for Commercialization (Review)")

S. L. Soloviev

84

ОБЗОР НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ЗОЛОШЛАКАМИ ТЭС

© 2024 г. И. В. Путилова^a, *, Н. А. Зройчиков^a

^aНациональный исследовательский университет “Московский энергетический институт”,
Красноказарменная ул., д. 14, стр. 1, Москва, 111250 Россия

*e-mail: PutilovaIV@ecorpower.ru

Поступила в редакцию 14.11.2023 г.

После доработки 11.01.2024 г.

Принята к публикации 25.01.2024 г.

Приведены статистические данные по уровню использования золошлаков тепловых электростанций. Представлены результаты анализа нормативно-технической документации в области обращения с золошлаками энергетики. Рассмотрены законы, положения и иные документы, регламентирующие обращение с побочными продуктами сжигания угля. Отмечено, что необходимо провести доработку существующей документации, ввести в действие закрепленные законодательно термины и определения для ряда продуктов переработки золошлаков, а также юридически считать золошлаки минеральным сырьем, а не отходами. Приведены дефиниции золы и шлака согласно действующему отраслевому нормативному документу, в котором золошлаки именуются не отходами, а минеральными остатками твердого топлива. Показано, что различными государственными структурами ведется подготовка нормативных документов, связанных с вовлечением золошлаков в хозяйственный оборот, однако, существующая нормативная база не отвечает целям достижения уровня малоотходного и безотходного производства. Отмечено, что в настоящее время утверждены региональные программы по повышению уровня утилизации золошлаков ТЭС в субъектах РФ. Представлены мероприятия, которые позволят достичь показателей по уровню использования золошлаков ТЭС согласно Энергетической стратегии развития РФ до 2035 г. Пояснено, каким образом юридически корректная нормативно-техническая документация даст возможность повысить уровень утилизации золошлаков в России и будет способствовать ликвидации накопленного вреда окружающей среде. Показано, что наиболее масштабным, высокотехнологичным, экологичным и экономичным направлением использования летучей золы является замещение ею до 40% цемента при строительстве зданий и сооружений. Приведены определения летучей золы, используемой в цементах и бетонах, в стандартах разных стран (страны ЕС, США, Австралия, Индия, Китай, Япония, Россия) в зависимости от вида образовавшейся золы. Выполнен сравнительный анализ российских и зарубежных национальных стандартов по использованию золы в цементах и бетонах в части физических и химических характеристик, которые являются существенными ограничивающими факторами при выборе направлений и проектов использования золы.

Ключевые слова: природоохранное законодательство, вторичные ресурсы, класс опасности, золошлаки, угольная ТЭС, отходы угольной энергетики, продукты сжигания угля, целевые показатели, стандарт организации, экологическая безопасность

DOI: 10.56304/S0040363624060043

Более 18% электроэнергии и около 20% тепловой энергии в России производится на угольных ТЭС. Системы золошлакоудаления на этих ТЭС устарели, и качество побочных продуктов сжигания угля не соответствует современным требованиям, что ограничивает возможности их дальнейшего использования.

Площадь золошлакоотвалов в РФ составляет более 20 тыс. га, часть отвалов находится вблизи жилой застройки, что многократно увеличивает масштаб загрязнения воздушного бассейна, водо-

носного горизонта и почвы в зоне проживания населения. В районах, расположенных рядом с ТЭС, отмечается ухудшение здоровья населения и состояния окружающей природной среды. При этом подавляющее большинство золошлакоотвалов ТЭС уже находится на грани переполнения.

В России использование золошлаков составляет примерно 10–12% их годового выхода, во время как за рубежом уровень их полезного применения достигает 50–100%. Следует отметить, что золошлаки являются ценным минеральным