

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА В ГРУНТЕ

Уткин М.О.

ФГБОУ ВО Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация

Научный руководитель: Дмитриев А.В. – д-р. техн. наук, доцент, доцент кафедры АТПП

Аннотация. Сегодня утилизация низкопотенциального тепла является перспективным направлением в энергетике. Полученный конденсат может быть возвращён в систему водоподготовки теплоэлектростанции, что значительно снижает затраты на техническую воду. В ходе проведённого исследования детально рассматривалась возможность утилизации отработанного пара для производства конденсата. Было выполнено подробное математическое моделирование процессов передачи тепла через слои грунта, проведены необходимые расчёты, благодаря чему были выявлены важнейшие параметры, влияющие на общую производительность системы.

Ключевые слова: утилизация тепла, рекуперация тепла, низкопотенциальное тепло, теплоэнергетика, трубчатые теплообменники, тепловые трубки, рассеивание тепла в земле, Ansys

Введение. Развитие энергетического комплекса Российской Федерации (РФ) требует задействование все новых и новых производственных площадок и совершенствование технологического процесса ТЭЦ является неотъемлемой частью данного развития. Далее рассмотрим источники низкопотенциальной тепловой энергии.

Низкопотенциальная тепловая энергия может выделяться на различных этапах работы ТЭЦ, включая охлаждение оборудования, конденсаторы паровых турбин, системы охлаждения генераторов и другие процессы. Температура этой теплоты часто находится в диапазоне от 40 до 100 °С, что делает её менее пригодной для прямого использования в промышленных процессах, но всё же достаточной для применения в ряде других областей [1, 2].

Основная часть. Для эффективной утилизации низкопотенциального тепла применяются различные технологии. Одна из ключевых технологий – тепловые насосы. Тепловые насосы позволяют преобразовывать низкотемпературную энергию в высокопотенциальное тепло путем использования внешнего источника энергии, чаще всего электричества. Эта технология особенно популярна в странах с холодным климатом, где она помогает эффективно обогревать здания и снижать потребление ископаемого топлива.

Методами утилизации низкопотенциальной тепловой энергии являются:

1 Применение тепловых насосов – один из наиболее эффективных способов использования низкопотенциального тепла – применение тепловых насосов. Эти устройства позволяют преобразовывать низкотемпературную теплоту в более высокую температуру, подходящую для отопления зданий, горячего водоснабжения и других нужд.

2 Установки для рекуперации тепла: Установка рекуперативных теплообменников позволяет возвращать часть теплоты обратно в технологический цикл ТЭЦ или передавать её другим потребителям через систему теплоснабжения [3].

3 Использование в системах вентиляции и кондиционирования воздуха: низкопотенциальное тепло может применяться для подогрева приточного воздуха в вентиляционных системах или для поддержания комфортной температуры в помещениях, отопления теплиц, складских помещений, дорожных покрытий.

Другим способом утилизации низкопотенциального тепла являются системы когенерации и тригенерации. В этих установках отработанное тепло от основного технологического процесса используется для выработки дополнительной электроэнергии или холода. Такие решения позволяют значительно повысить общий КПД энергетического

оборудования и снизить эксплуатационные издержки. Утилизация низкопотенциального тепла увеличивает общий коэффициент полезного действия существующих энергетических систем, что ведет к повышению общей энергоэффективности. Благодаря использованию уже существующей тепловой энергии снижается потребность в новых источниках тепла, что уменьшает нагрузку на природные ресурсы и сокращает затраты на топливо.

Однако традиционные способы обогрева, такие как электронагреватели или топливные системы, нередко требуют больших объемов энергии, нуждаются в дополнительном оборудовании и трудовых ресурсах, что делает их недостаточно эффективными в длительной перспективе, сложными в эксплуатации или ненадежными. Именно поэтому создание альтернативных систем, основанных на использовании природных ресурсов и физических процессов, приобретает все большую значимость.

Кроме традиционных способов утилизации тепла от ТЭЦ, в общемировом плане разрабатываются идеи утилизации низкопотенциального тепла, вырабатываемого атомными электростанциями (АЭС) [4, 5]. Планируется расширение применения такого тепла не только на действующих, но и на закрытых атомных станциях [6]. Использование низкопотенциального тепла от АЭС в сельском хозяйстве представляется актуальным направлением, однако требует дополнительного изучения и детальной разработки технических решений.

В рассматриваемой нами системе приводятся результаты проведения моделирования распределения тепла в грунте на разной глубине. Моделирование проводится многоцелевом программным продуктом для численного моделирования физических процессов и явлений – Ansys. Блок, используемый в нашей работе Ansys Fluent. Ansys Fluent применяется в инженерных расчетах для анализа различных гидродинамических и термодинамических процессов. Программа позволяет решать широкий спектр задач, связанных с аэродинамикой, теплообменом, турбулентностью, горением и другими процессами, важными для многих отраслей промышленности, включая авиационную, автомобильную, энергетическую и строительную сферы.

Общая зависимость теплового потока от поверхности грунта и глубины залегания горизонтальной трубы приведена на рисунке 1.

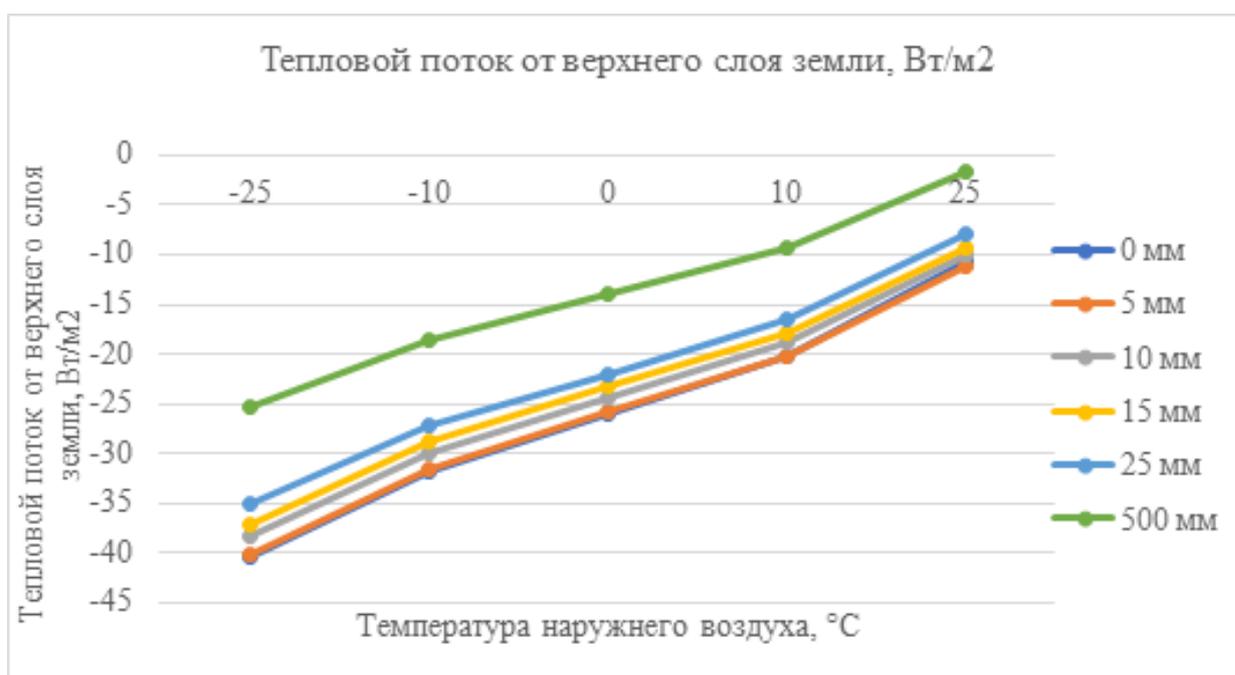


Рисунок 1 – Тепловой поток от поверхности грунта в зависимости от глубины залегания горизонтальной трубы

Анализ зависимости, представленной на рисунке 1, показывает, что с увеличением глубины заложения трубы происходит снижение теплового потока между поверхностью

земли и воздухом. При значительной глубине прокладки (500 мм) почва начинает действовать как изолятор. Это объясняет, почему глубокое размещение трубопроводов теплоносителя для обогрева грунта не рекомендуется.

Заключение. Утилизация низкопотенциального тепла ТЭЦ представляет собой перспективный путь повышения энергетической эффективности и снижения воздействия на окружающую среду. Применение современных технологий, таких как тепловые насосы и рекуперационные системы, позволяет значительно улучшить использование энергетических ресурсов и снизить эксплуатационные расходы.

Список литературы

1. Набоко Е. П. Исследование возможности применения тепловых насосов при утилизации сбросного тепла технологических потоков / Е. П. Набоко, Т. И. Чернышова, О. Н. Онищенко, Г. Г. Жабалова. – Текст : непосредственный // Наука и современность. - 2010. - №7-2. - С. 42-47.
2. Дмитриев А. В. Исследование работы термоэлектрического преобразователя в системе охлаждения энергетического оборудования / А. В. Дмитриев, И. И. Валиев, О. С. Дмитриева. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Проблемы энергетики. - 2015. - №11-12. - С. 60-63.
3. Гаверилов Д. А., Манаенков И. В. Использование тепловой энергии атомных электростанций в целях развития тепличного хозяйства //Иновационная наука. – 2023. – №. 4-2. – С. 60-64.
4. Патент RU 167334 U1 Российская Федерация, МПК A01G 9/24(2 Установка для отопления теплицы : № 2016107466: заявл. 01.03.2016 : опубл. 01.03.2016 / Алексеев А. М., Онучин Е. М. ; заявитель ФГБОУ ВПО ПГТУ. 4 с. : ил.
5. Циглевкина К. Н., Черных Д. О., Ташлыков О. Л. Возможность применения сбросной теплоты АЭС в тепличном хозяйстве //Перспективные энергетические технологии. Экология, экономика, безопасность и подготовка кадров-2016: материалы науч.-практ. конф., Екатеринбург. – 2016. – Т. II. – С. 176-177.
6. Иванов Е. А., Носовский А. В., Чабан Н. Г. Возможность использования продукции тепличного хозяйства г. Припяти //Атомная энергия. – 1997. – Т. 82. – №. 3. – С. 226-233.

UDC 621.311.22

MODELING OF HEAT DISTRIBUTION IN THE GROUND

Utkin M.O.

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russian Federation

Dmitriev A.V. – Dr. of Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of ATPP

Annotation. Today, the utilization of low-potential heat is a promising direction in the energy sector. The resulting condensate can be returned to the water treatment system of the thermal power plant, which significantly reduces the cost of process water. In the course of the study, the possibility of using spent steam for condensate production was considered in detail. Detailed mathematical modeling of heat transfer processes through the soil layers was performed, the necessary calculations were carried out, which revealed the most important parameters affecting the overall performance of the system.

Keywords: heat recovery, heat recovery, low-potential heat, thermal power engineering, tubular heat exchangers, heat pipes, heat dissipation in the ground, Ansys.