



**TA'LIMDA ZAMONAVIY AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA
TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH AFZALLIKLARI, MUAMMOLAR
VA YECHIMLARI**

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI MUDOFAA VAZIRLIGI
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI HARBIY
AVIATSIYA INSTITUTI**

AXBOROT TEXNOLOGIYALARI KAFEDRASI

**TA'LIMDA ZAMONAVIY AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA
TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH AFZALLIKLARI, MUAMMOLAR
VA YECHIMLARI**

**RESPUBLIKA ILMIY-NAZARIY ANJUMANINING
MATERIALLARI TO'PLAMI
(2025 yil 26- mart)**

QARSHI 2025



TA'LIMDA ZAMONAVIY AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA
TEKNOLOGIYALARINI QO'LLASH AFZALLIKLARI, MUAMMOLAR
VA YECHIMLARI

<i>Juraboyev Sh.Y, AVIATSIYA QISMLARIDA MUHANDIS-TEXNIK TARKIBNING ISH SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA AXBOROT TEKNOLOGIYALARNI O'RNI.....</i>	606
<i>Гурчин А. В, ПЕДАГОГИКА В АВИАЦИОННОМ ИНСТИТУТЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....</i>	611
<i>Urazboyev A.R, AVIATSIYA QUROLLARI VA UNING TARKIBIY ELEMENTLARI BILAN BO'LINMALARNI TA'MINLASH BO'YICHA MA'LUMOTLAR BAZASI DASTURINI ISHLAB CHIQISH.....</i>	616
<i>Saitaxmadov M.B, HARBIY KADRLARNI TAYYORLASHDA VIRTUAL SIMULYATORLARNING AHAMIYATI.....</i>	620
<i>Тургунов А.К, РОЛЬ СИМУЛЯТОРОВ В ОБУЧЕНИИ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ.....</i>	622
<i>Razzoqov I.D, HARBIY KADRLARNI TAYYORLASHDA KOMPYUTER SIMULYASIYA DASTURIY KOMPLEKSLARNING O'RNI.....</i>	628
<i>Аджумеров Т.Н, РОЛЬ И МЕСТО АВИАЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ В ПОДГОТОВКЕ ЛЕТНОГО СОСТАВА ВВС.....</i>	633
<i>Botirov X.N, ГИС И ИИ В ПОДГОТОВКЕ ВОЕННЫХ КАДРОВ: РЕВОЛЮЦИЯ В ОБУЧЕНИИ И ПЛАНИРОВАНИИ.....</i>	639
<i>Маматкулова С. Г, Фахриддинова Д.Ф, МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ COMSOL MULTIPHYSICS.....</i>	645
TURLI SOHALARGA TEGISHLI ILMIY MAQOLA VA TEZISLAR	
<i>Туганов Г.Ш, Абдуллаев Ж.Р, АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЯ НАДЕЖНОСТИ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....</i>	652
<i>Achilova F.K, Shodiyev L.Sh, AHOLIGA IJTIMOYIY SOHADA XIZMAT KO'RSATISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH UCHUN E-XIZMAT DASTURIY VOSITASINI ISHLAB CHIQISH.....</i>	659
<i>Азларова Д.А, ОЗИҚ-ОВҚАТ ХАВФСИЗЛИГИНИ ТАЪМИНЛАШДА ЁҒ-МОЙ САНОАТИ ПЕРСОНАЛИНИ БОШҚАРИШНИНГ АҲАМИЯТИ.....</i>	663
<i>Kurbanova A.U, KLASSTERLI YONDASHUV ASOSIDA UMUMTA'LIM MAKTABLARIDA IJTIMOYIY-MADANIY VA MA'RIFIY SOHANI RIVOJLANTIRISH TEKNOLOGIYALARI.....</i>	666
<i>Toshtemirova N.D, O'ZBEKISTONDA ONALAR VA BOLALAR DAVOLASH MUASSASALARI TIBBIY KADRLARI MASALASI.....</i>	670
<i>Parmonov B.S, Mustanov A.A, MASOFADAN MINALASHTIRISH QURILMALARIGA BO'LGAN QARASHLAR VA ULARNING RIVOJLANISH TENDENSIYALARI.....</i>	674
<i>Эшкobilov O.X, Чуллиев З.Ф, Мейлиев С.Н, СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД И УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....</i>	682
<i>Элмурадова Л.Н, КОММУНИКАТИВНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА.....</i>	686



5. Electronic Learning Systems in Military Training: Current State and Future Prospects / Edited by J. Thompson. – London: Springer, 2021.
6. Military Training Technologies: Innovations and Challenges / Ed. by R. Brown. – New York: Routledge, 2020.
7. Кузнецов А.Н., Смирнов П.В. Методика военной подготовки: современные подходы. – Москва: Академия Генерального штаба, 2021.
8. Система дистанционного обучения в вооружённых силах: опыт и перспективы / Под ред. А.П. Васильева. – Москва: Изд-во Министерства обороны РФ, 2021.
9. Военная педагогика и психология: учебник / Под ред. В.А. Литвинова. – Москва: Военное издательство, 2020.
10. Грачёв В.В., Иванов А.А. Информационные технологии в военном образовании. – Санкт-Петербург: СПбГТУ, 2019

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ COMSOL MULTIPHYSICS

Маматкулова Сайёра Гулямовна

*КГТУ, преподаватель кафедры «Программное и техническое
обеспечение компьютерных систем»*

Фахриддинова Дилсуз Фахриддин кизи

студентка Каршинского Государственного технического университета

Аннотация. В данной статье приведены возможности моделирования тепловых процессов с помощью программных обеспечений (ПО). Пересмотрены преимущества ПО Comsol Multiphysics. На основе ПО Comsol Multiphysics разработана модель теплового процесса пиролиза биомассы кукурузной початки. Изложены этапы разработки модели и представлены результаты виртуальной симуляции процесса.

Ключевые слова: биомасса, пиролиз, тепловой процесс, Comsol Multiphysics, моделирование.

Анотация. Ushbu maqolada dasturiy ta'minot (DT) yordamida issiqlik jarayonlarini modellashtirish imkoniyatlari keltirilgan. Comsol Multiphysics DT-ning afzalliklari ko'rib chiqilgan. Comsol Multiphysics DT asosida makkajo'xori so'tasi biomassasining piroliz issiqlik jarayoni modeli ishlab chiqilgan. Modelni ishlab chiqish bosqichlari bayon etilgan va jarayonning virtual simulyatsiya natijalari taqdim etilgan.



Kalit soʻzlar: biomassa, piroliz, issiqlik jarayoni, Comsol Multiphysics, modellashtirish.

Введение. Моделирование позволяет анализировать сложные явления без дорогостоящих экспериментов, а также снижает затраты на разработку и тестирование инженерных решений. Предоставляет возможность изучения процессов в условиях, недоступных для реальных измерений и ускорение исследований и оптимизация технологий в различных отраслях науки и промышленности [1].

Существует ряд современных инструментов которые предоставляют моделирование физических, тепловых, гидравлических и других процессов, такие как Ansys, Matlab, Solidworks, Aspen, Comsol Multiphysics. Среди них Comsol Multiphysics имеет ряд преимуществ использования для эффективного моделирования широкого спектра физических процессов:

- интуитивный интерфейс и интегрированную среду для многозадачного моделирования;
- возможность интеграции пользовательских уравнений и скриптов;
- высокая точность вычислений благодаря использованию метода конечных элементов;
- поддержка мультифизических задач, позволяющая комбинировать различные физические явления;
- расширенные инструменты для параметрических исследований и оптимизации.

Основная часть. Comsol Multiphysics – универсальная среда для моделирования сложных физических процессов [2]. Пакет Comsol Multiphysics позволяет моделировать практически все физические процессы, которые описываются частными дифференциальными уравнениями. Программа содержит различные решатели, которые помогут быстро справиться даже с самыми сложными задачами, а простая структура приложения обеспечивает простоту и гибкость использования.



TA'LIMDA ZAMONAVIY AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA TEKNOLOGIYALARINI QO'LLASH AFZALLIKLARI, MUAMMOLAR VA YECHIMLARI

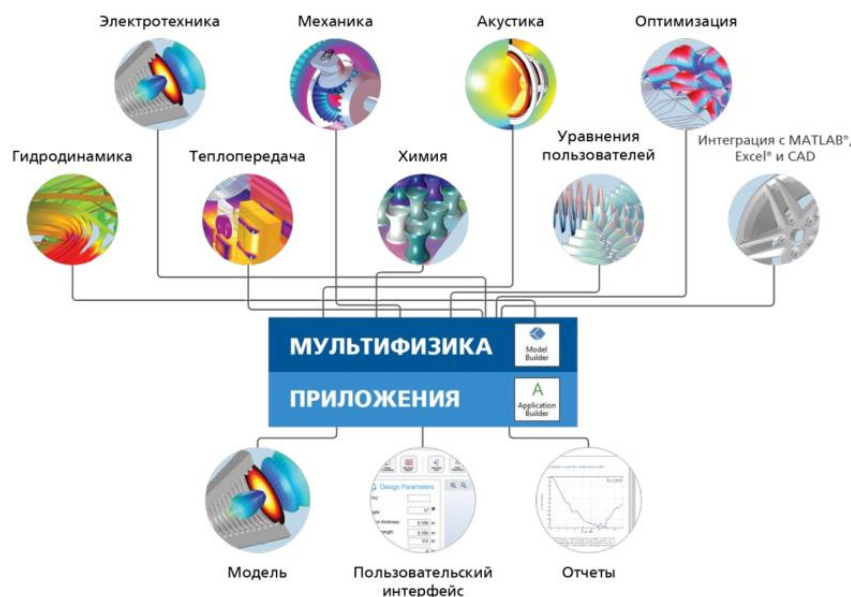


рис. 1. Сферы применения Comsol Multiphysics

Один из важных модулей – это модуль Библиотека материалов. Разработан отдельный модуль COMSOL. Он имеет более 3800 материалов, которые состоят из вариантов для некоторых материалов (обработка, внутренняя структура). Каждый материал имеет до 24 свойств. Которые имеют зависимость свойств от температуры и других параметров.

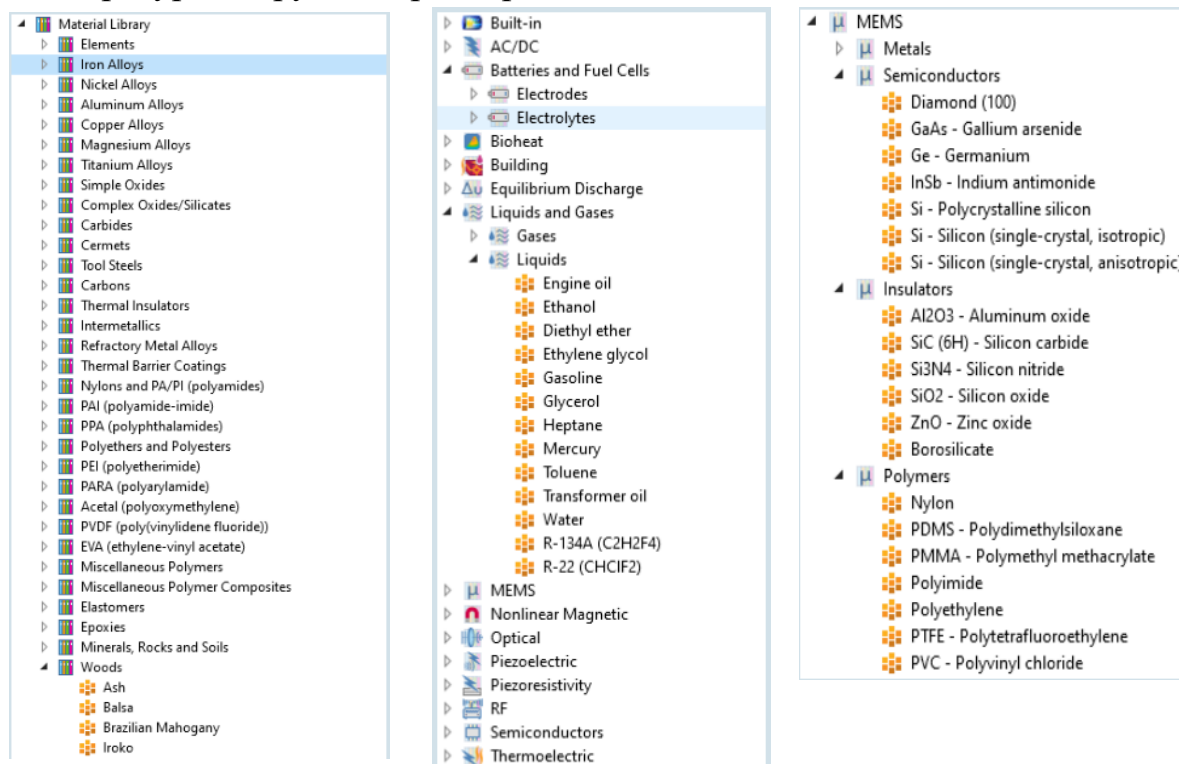


рис. 2. Модуль Библиотека материалов



Во время проектирования во многих случаях применяют моделирование будущей установки, потому что оно позволяет получить необходимую информацию об объекте исследования без физического создания этого объекта. Данное обстоятельство помогает ускорить процесс проектирования и рационально использовать имеющиеся ресурсы. В последнее время научно-технический прогресс набрал высокие темпы развития, благодаря применению вычислительной техники и новейших программных пакетов, облегчающих процесс моделирования новых установок [3].

В данной статье исследовались тепловые процессы в трубчатом реакторе пиролизной установки при пиролизе биомассы кукурузная початка. Для моделирования были введены тепло-физические характеристики кукурузной початки, экспериментальные условия, параметры реакции, была разработана термодинамическая система, построена 3D-модель экспериментальной установки, заданы граничные условия [4].

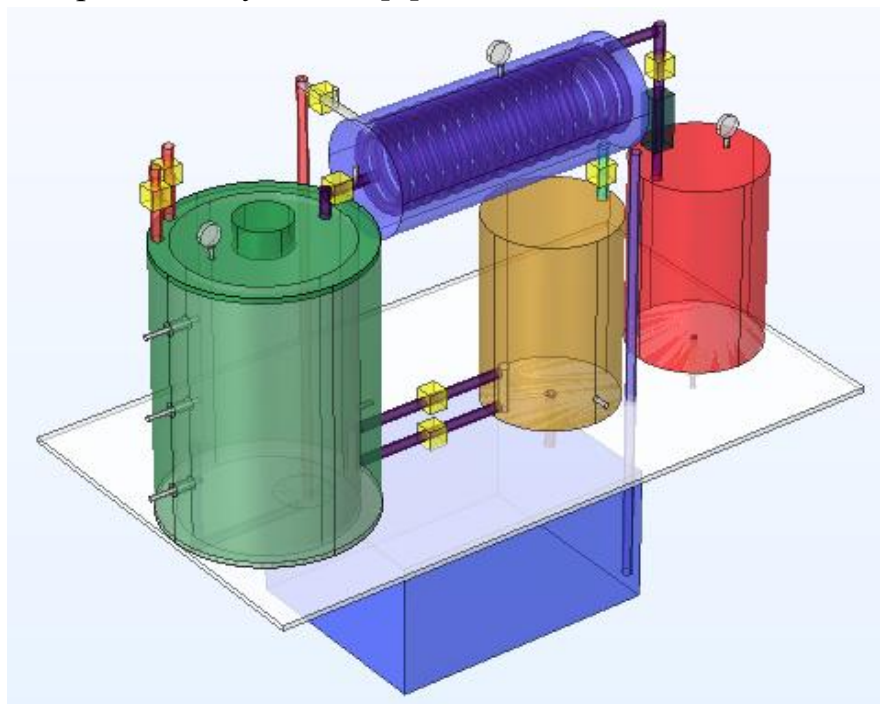


рис.3. 3D-модель экспериментальной установки

Экспериментальная пиролизная установка состоит из: трубчатого реактора с водяной рубашкой, конденсатор-теплообменник с спиральным змеевиком, ёмкость для пиролизной жидкости, газгольдер, рекуперативный теплообменник, ёмкость для воды. Данная установка предназначена для выделения 3 вида топлива из растительных отходов с помощью пиролизной технологии. В трубчатый реактор заполняется биомассой с весом 1 кг, в нашем случае кукурузной початкой. Создаётся геометрия частицы кукурузной початки в размере 10x20 мм. Вводятся все тепло-физические характеристики кукурузной



початки в программу. Задавая экспериментальные условия и параметры реакций, создаётся термодинамическая система. Тепло-физические характеристики кукурузной початки приведены на рис. 4. Интерфейс создания геометрии частицы кукурузной початки приведена на рис.5.

Name	Expression	Value	Description
r_sample	0.01[m]	0.01 m	Радиус биомассы-образца
rho_w_init	282.38[kg/m^3]	282.38 kg/m ³	Плотность биомассы в момент времен...
epsilon_w...	0.4	0.4	Пористость биомассы в момент време...
d_w	5e-5[m]	5E-5 m	Размер пор в биомассе
d_c	1e-4[m]	1E-4 m	Размер пор в биоугле

рис.4. Тепло-физические характеристики кукурузной початки.

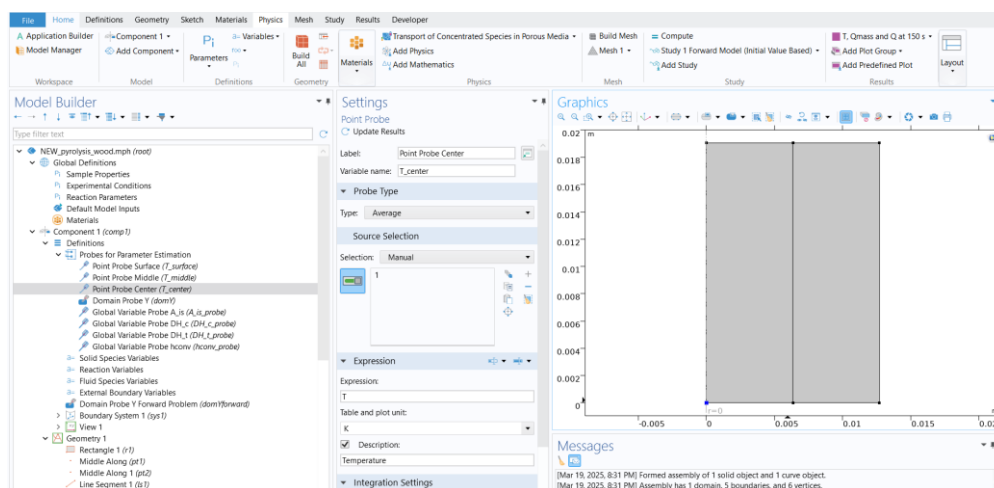


рис.5. Интерфейс создания геометрии частицы кукурузной початки

На тело частицы кукурузной початки установили датчики температуры: в центр, в середину и с краю, которые будут регистрировать изменение температур на теле биомассы. А также был установлен датчик изменения массы частицы.

Результат. При симуляции процесса посмотрим как будет вести себя частица кукурузной початки при воздействии температуры 300-500 °C. После повышения температуры в системе на 100 °C, частица начинает деградацию, при которой масса частицы уменьшается. В системе без доступа кислорода, частицы кукурузной початки при повышенной температуре в системе, начинает выделять из себя парогазовую смесь. Изменения температуры на разной части биомассы и изменение массы биомассы датчики регистрируют в таблицу. Результаты процесса приведены на рис. 6,7.

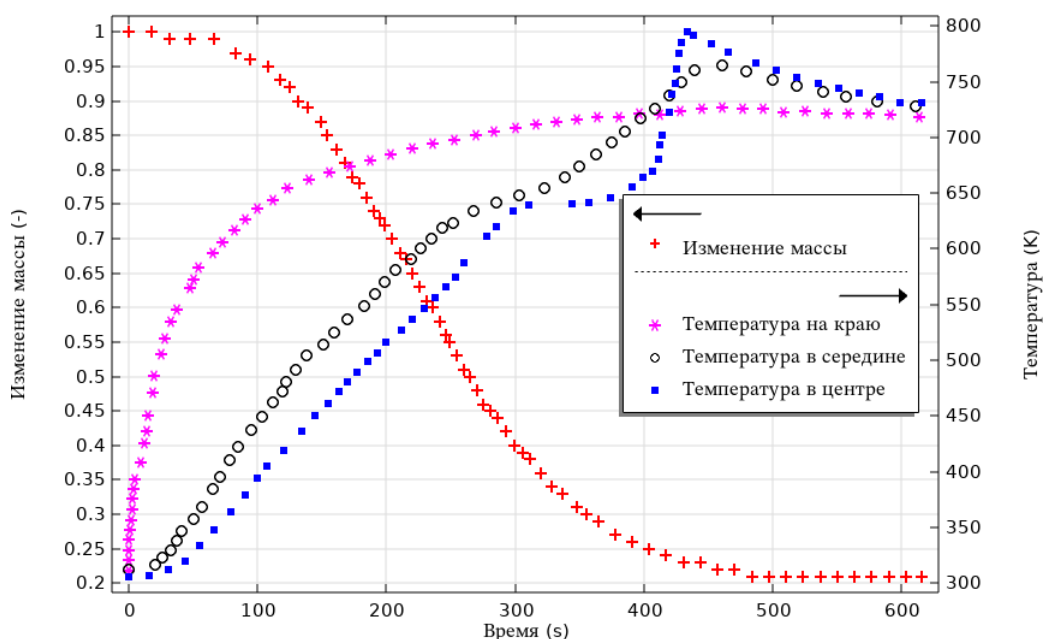


рис.6. Изменения температур и массы биомассы

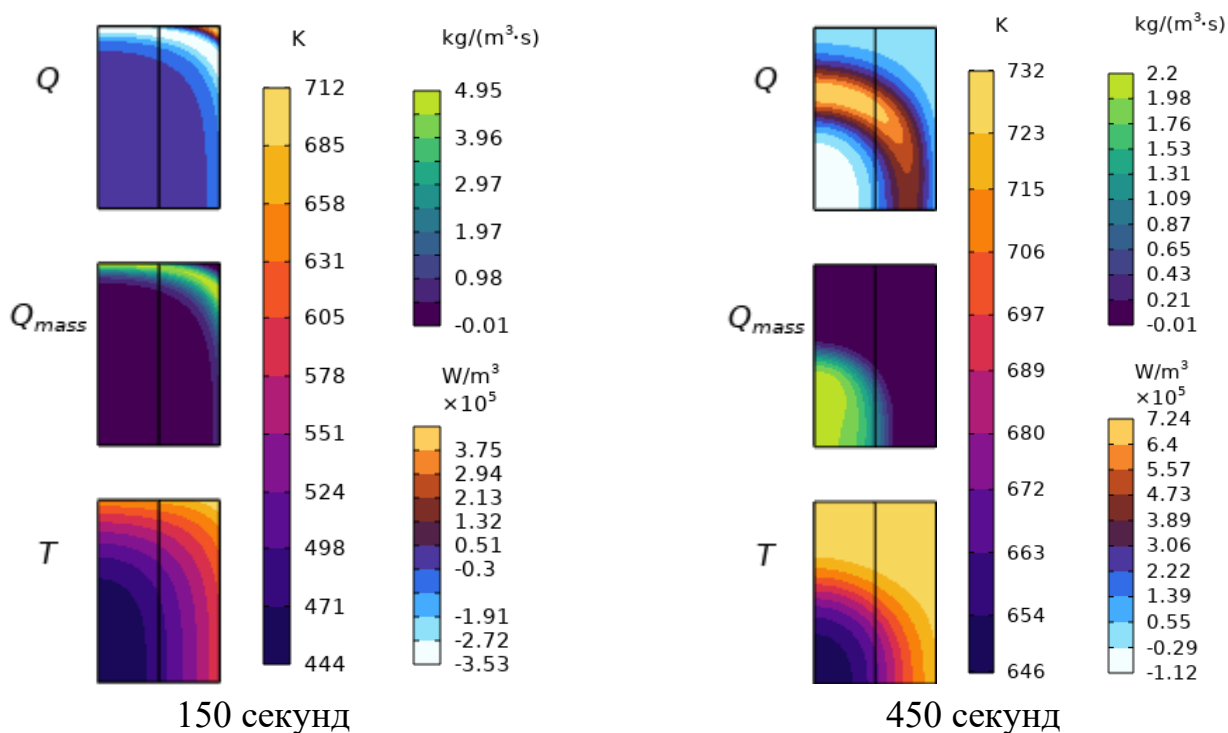


рис.7. Изменения положения частицы кукурузной початки

Заключение. ПО Comsol Multiphysics предоставляет широкие спектры возможности и преимущества для пользователей, разработчиков и исследователей. Моделирование данного процесса на Comsol Multiphysics даёт возможность исследовать процесс виртуально, проектированию экспериментальной установки и провести ценные исследования без расходов.



Изменяя тепло-физические характеристики биомассы, экспериментальные условия и параметры реакции, можно провести много экспериментов. Анализируя полученные результаты, имеем возможность разработать эффективную систему и установку.

Использованная литература

1. COMSOL Multiphysics® Simulation Software: Understand, Predict, and Optimize Real-World Designs, Devices, and Processes with Simulation. <https://www.comsol.ru/comsol-multiphysics>.
2. Simulating Heat Transfer in Layered Materials. <https://www.comsol.com/support/learning-center/article/41591> .
3. G. Uzakov, S. Mamatkulova, Sh. Ergashev and el. Modeling of heat exchange processes in a condenser of a pyrolysis bioenergy plant. BIO Web Conf., 71 02021. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237102021>, (2023).
4. Uzakov G., Mamatkulova S., Ergashev, S.: Thermal mode of the condenser of a pyrolysis bioenergy plant with recuperation of secondary thermal energy. E3S Web of Conferences, 411, 01021, (2023).