

Nig‘matov Otabek Qahramon o‘g‘li

Ismailova Oksana Baxtiyarovna

O‘zbekiston-Yaponiya yoshlar innovatsiya markazi

Toshkent Turin Politehnika Universiteti

E-mail: nigmatovotabek@gmail.com

UDK: 699.8:614.8

YOG‘OCH MATERIAL UCHUN OLOV TARQALISH TEZLIGINI RAQAMLI TEKSHIRISH

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot yong‘in dinamikasi simulyatori (FDS) asboblari yordamida yigirma besh daraja Selsiy bo‘yicha olovning yog‘och yuzalar bo‘ylab tarqalishini modellashtiradi. Metan yoqilg‘i sifatida ishlatiladi va yog‘och pirolizatsiya qiluvchi qattiq modda sifatida modellashtirilgan bo‘lib, u ko‘mir hosil qiladi va gaz fazasida ikkilamchi yonish uchun metan gazini chiqaradi. Simulyatsiyalarda yog‘ochga bog‘liq bo‘lgan uning emissiyasi, issiqlik o‘tkazuvchanligi, o‘ziga xos issiqlik va zichligi kabi geometrik parametrlardan foydalaniladi. Char shakllanishi termal xususiyatlarni sozlash orqali modellashtirilgan. Fazoviy domen -0,1 dan 0,1 metrgacha bo‘lgan fazoviy domenni qoplaydigan $10 \times 10 \times 8$ hujayradan iborat to‘rtta to‘rga ajratilgan. Jismoniy maydon ochiq havo teshiklari mavjudligi va 1700°C haroratda markaziy yong‘in manbai tomonidan quvvatlanadigan yonish bilan belgilanadigan bosim sharoitlariga duchor bo‘ladi. Large Eddy Simulation (LES) usuli 200 soniya davomida massa oqimlarini, devorlardagi haroratni va gaz turlarining konsentratsiyasini qayd etish uchun joylashtirilgan qurilmalar yordamida biomassa yonishning turbulent dinamikasini kuzatish uchun ishlatiladi.

Kalit so‘zlar: Yog‘ochning yonishi, piroliz, termal degradatsiya, yog‘och konstruktsiyalar, yonish reaksiyasi, yong‘in tarqalishi, yong‘in dinamikasi simulyatori.

Nigmatov Otabek Qahramon ugli

Ismailova Oksana Bakhtiyarovna

Uzbekistan-Japan Innovation Centre of Youth

Turin Polytechnic University in Tashkent

E-mail: nigmatovotabek@gmail.com

UDC: 699.8:614.8

NUMERICAL VERIFICATION OF FLAME SPREAD VELOCITY FOR WOODEN MATERIAL

Abstract. This investigation models the spread of fire across wood surfaces using the Fire Dynamics Simulator (FDS) tools at a temperature of twenty-five degrees Celsius. Methane is used as fuel, and wood is modeled as a pyrolyzing solid which creates charcoal and releases methane gas for secondary combustion within the gas phase. Geometric parameters linked to wood such as its emissivity, thermal conductivity, specific heat, and density, are utilized in the simulations. Char formation is modeled by adjusting the thermal properties. The spatial domain is discretized into four meshes of grid concentration of $10 \times 10 \times 8$ cells – which cover a spatial domain from -0.1 to 0.1 meters. The physical domain is subjected to pressure conditions defined by the presence of open vents and combustion powered by a central fire source at temperature of 1700°C . The Large Eddy Simulation (LES) technique is employed to track the biomass burning turbulent dynamics with devices positioned for recording mass fluxes, temperatures at the walls and concentration of gas species for a period of 200 seconds.

Key words: Wood Combustion, Pyrolysis, Thermal Degradation, Wooden Structures, Combustion reaction, Fire Propagation, Fire Dynamics Simulator.

Нигматов Отабек Кахрамон угли

Исмаилова Оксана Бахтияровна

Узбекско-Японский молодежный центр инноваций
Туринский политехнический университет в Ташкенте

E-mail: nigmatovotabek@gmail.com

УДК: 699.8:614.8

ЧИСЛЕННАЯ ПРОВЕРКА СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ ДЛЯ ДЕРЕВЯННОГО МАТЕРИАЛА

Аннотация. Это исследование моделирует распространение огня по поверхностям древесины с использованием инструментов Fire Dynamics Simulator (FDS) при температуре двадцать пять градусов по Цельсию. Метан используется в качестве топлива, а древесина моделируется как пиролизующееся твердое вещество, которое создает древесный уголь и выделяет метановый газ для вторичного сгорания в газовой фазе. Геометрические параметры, связанные с древесиной, такие как ее излучательная способность, теплопроводность, удельная теплоемкость и плотность, используются в моделировании. Образование угля моделируется путем корректировки тепловых свойств. Пространственная область дискретизируется на четыре сетки с концентрацией сетки $10 \times 10 \times 8$ ячеек, которые покрывают пространственную область от -0,1 до 0,1 метра. Физическая область подвергается условиям давления, определяемым наличием открытых вентиляционных отверстий и горением, поддерживаемым центральным источником огня при температуре 1700 °C. Метод моделирования больших вихрей (LES) используется для отслеживания турбулентной динамики горения биомассы с помощью устройств, установленных для регистрации массовых потоков, температур на стенках и концентрации газовых видов в течение 200 секунд.

Ключевые слова: Горение древесины, пиролиз, термическая деградация, деревянные конструкции, реакция горения, распространение огня, симулятор динамики пожара.

Kirish

Yong'in dinamikasi - bu yog'och kabi materiallardan tashkil topgan binolar kabi muhitda sodir bo'ladigan yong'inlarni to'g'ri tushunishimiz kerak bo'lgan muhim mavzu. Yog'ochning yonishi oddiy ish emas, chunki piroliz, ko'mir reaksiyasi va gaz fazasi reaksiyasi kabi ko'plab fizik va kimyoviy o'zgarishlar mavjud. Piroliz - kislorodsiz muhitda organik moddaning issiqlik bilan parchalanishi, bunda organik modda qattiq ko'mir, gazlar va uchuvchi tarkibiy qismlarga ajraladi. Ko'mir organik moddalarning karbonlashtirilgan qoldig'i bo'lib, yong'in dinamikasi omili sifatida qaraladi, chunki uning mavjudligi issiqlikning tarqalish tezligi va olov tarqalishiga ta'sir qiladi [1]. Yog'och uy-joy qurilishida keng qo'llaniladi, chunki u arzon va chiroyli ko'rinishga ega, shuningdek, mos quvvatga ega. Biroq, bu juda tez yonuvchi materialdir, shuning uchun yong'in xavfi mavjud. NFPA tomonidan ta'kidlanganidek, uy-joy yong'inlari yong'in manbai yog'ochga asoslangan materiallar bilan o'zaro ta'sir qilish natijasida boshlanadi va shuning uchun yong'in xavfsizligi loyihasini kiritish kerak [2]. Yong'in paydo bo'lishining oldini olish uchun strategiyalar amalga oshiriladi, ammo yong'in qanday boshlanishi va uning tarqalishiga qanday omillar yordam berishini bilish muhimdir [3]. 3D raqamli modellarni ishlab chiqish, xususan Fire Dynamics Simulator yordamida tadqiqotchilarga deyarli boshqariladigan sharoitlarda yong'in xususiyatlarini o'rganish va baholash imkonini berdi. Yong'in, shuningdek, binolardagi issiqlik va tutun harakati FDSda Hisoblash suyuqliklari dinamikasi (CFD) yordamida modellashtirilgan. Yong'in stsenariylari - bu turbulent oqimlar bilan tavsiflangan simulyatsiyalar, ularni Katta Eddy Simulyatsiyasi (LES) yordamida aniq suratga olish mumkin. Bu, o'z navbatida, harorat taqsimotini, shuningdek, gaz taqsimotini aniq simulyatsiya qilish imkonini beradi [4, 5]. Ushbu aniq maqsadda FDS dasturi ham qo'llaniladi, ammo bu erda yog'och o'zining ko'mir shakllanishi bilan yonadi. Simulyatsiya 25°C atrof-muhit harorati va yoqilg'i metan bilan boshlanadi [6]. Yog'ochning emissiyasi 1, issiqlik o'tkazuvchanligi taxminan 0,42 W/(m·K), o'ziga xos issiqlik taxminan 2,697 kJ/(kg·K) va zichligi taxminan 183,7 kg/m³. Yonish jarayonida

hosil bo'lgan ko'mirni modellash xususiyatlari, shuningdek, uning past zichligi va issiqlik o'tkazuvchanligiga asoslanadi [3]. To'r to'rtta hududdan iborat bo'lib, har birining o'lchamlari 10x10x8 bo'lgan, koordinatalardan 0,1 dan 0,1 metrgacha cho'zilgan. Gaz va suyuqlik oqimi uchun faqat turli xil shamollatish teshiklari yordamida ochiq chegaralar tayinlangan. Ushbu simulyatsiya jarayonida asosiy chiqish parametrlaridan biri bo'lgan harorat taqsimoti, massa oqimi va yonish tezligi qayd etilgan. Shuningdek, hududda issiqlikning chiqish tezligi va zichligini o'lchash uchun qurilmalar o'rnatilgan. Ushbu tadqiqot samarali yong'inga chidamli dizayn va materialning ishlashini o'z ichiga olgan yog'ochdan yasalgan binolarda yong'inga qarshi xatti-harakatlarni tushunishni yaxshilashi kutilmoqda.

Simulyatsiya va hisoblashlar

Materiallar xususiyatlari

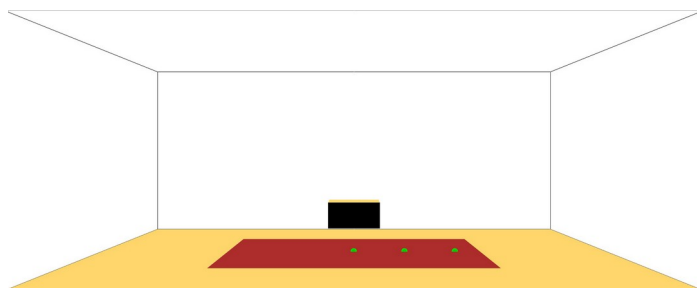
Simulyatsiya jarayoni uchun yog'och materialidan foydalanilgan, hamda uning xususiyatlari quyida berilgan: Emissivligi birga teng, yog'och yuzalarning emissiyasi odatda yuqori, ayniqsa ular kuyganida. Yog'ochni yoqishning issiqlik nurlanishini samarali chiqarish qobiliyatini ifodalash uchun yong'inni modellashtirishda ko'pincha 1 emissiyasi qo'llaniladi. Odatda yumshoq daraxt turlarining issiqlik o'tkazuvchanligi bu qiymat bilan ifodalanadi. Namlik, zichlik va turlarga qarab, yog'ochning issiqlik o'tkazuvchanligi o'zgaradi; ammo 0,4-0,5 W/(m·K) odatda simulyatsiyalar uchun ishlatiladi. Yog'ochning o'ziga xos issiqlik sig'imi zichlik va namlikka qarab 2,0 dan 3,0 kJ / (kg · K) gacha. Quruq yog'och uchun u odatda 2,5 dan 3,0 kJ / (kg · K) ga teng. Yog'ochning zichligi turlarga va uning holatiga qarab juda katta farq qilishi mumkin 1.450 kJ/(kg·K). Modellashtirish uchun biz past zichlikdagi yumshoq daraxtlarga xos bo'lgan qadriyatlarga e'tibor qaratdik, bu ularni bizning tadqiqotimiz uchun yaxshi moslashtiradi 23.6 kg/m³. Ko'mir odatda yog'ochga nisbatan yuqori yonish issiqligiga ega va bu asosan uning uglerodga boy tarkibiga bog'liq 32,800 kJ/kg.

Simulyatsiya maydoni

Ushbu domen simulyatsiyaning jismoniy muhitini ifodalaydi, bu erda issiqlik, gazlar va materiallar o'rtasidagi barcha o'zaro ta'sirlar sodir bo'ladi.

Domen to'rtta tarmoqli hududga bo'lingan, ularning har biri tarmoqning koordinatalari va o'lchamlari bilan belgilanadi. $IJK=10,10,8, (-0,100, 0,000)$ har ikkala x va y yo'nalishda va $(0,000, 0,080)$ z yo'nalishidagi bo'shliqni qamrab oladi. Xuddi shunday o'lcham va ruxsat, birinchi tarmoqqa qo'shni hududni qamrab oladi va 3 va 4-to'rlar uchun shunday. IJK qiymatlari mos ravishda x, y va z yo'nalishlaridagi panjara o'lchamlarini ifodalaydi. To'r qanchalik nozik bo'lsa (ko'proq hujayralar), simulyatsiya shunchalik batafsilroq bo'ladi, lekin bu ham hisoblash talabini oshiradi. Sozlash uchun har bir to'r $10 \times 10 \times 8$ katakchadan iborat bo'lib, o'rtacha batafsil domenni tashkil qiladi. Hisoblash maydoni x, y va z o'qlari bo'ylab chegaralari bo'lgan 0,2 m uzunlikdagi va 0,08 m balandlikdagi maydonlarni qamrab oluvchi 3D makonni qamrab oladi. Bu nisbatan kichik, mahalliyashtirilgan hududda yong'in harakatini boshqariladigan simulyatsiya qilish uchun ideal, masalan, yog'och namunasi. Ba'zi chegaralar OPEN sifatida belgilangan bo'lib, simulyatsiya maydonidan gazlar, tutun va issiqlik oqib chiqishiga imkon beradi.

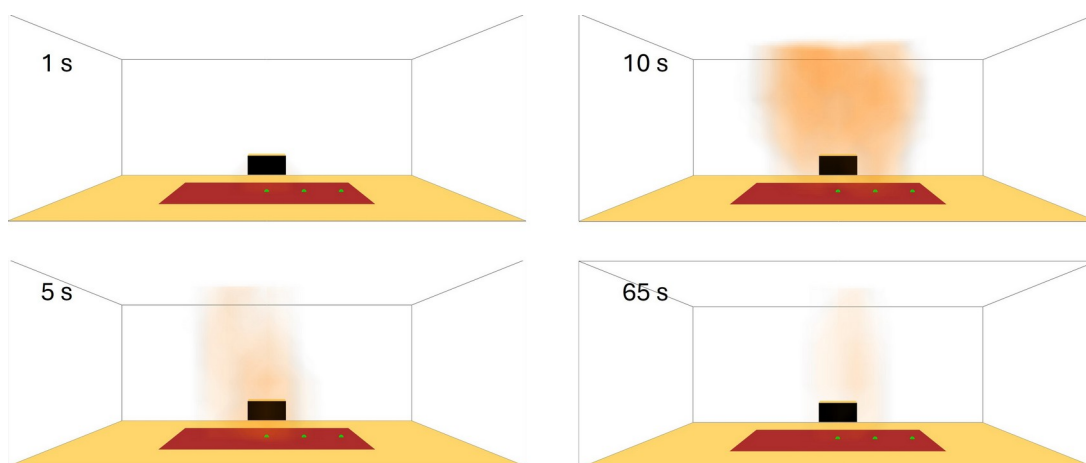
Boshqa chegaralar sirtlar, shu jumladan inert sirtlar (olov bilan o'zaro ta'sir qilmaydigan) va yong'in yuzalari (yonish sodir bo'lgan joyda) bilan belgilanadi. 1-Rasm da hisoblash maydoni ko'rsatilgan. Ushbu o'rnatish FDS modeliga issiqlik va tutunning ushbu cheklangan domenda qanday harakatlanishini, yog'och qanday yonishini va gazlar qanday ajralib chiqishi va ochiq chegaralar orqali tarqalishini simulyatsiya qilish imkonini beradi.



1- Rasm. Hisoblash maydoni.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi

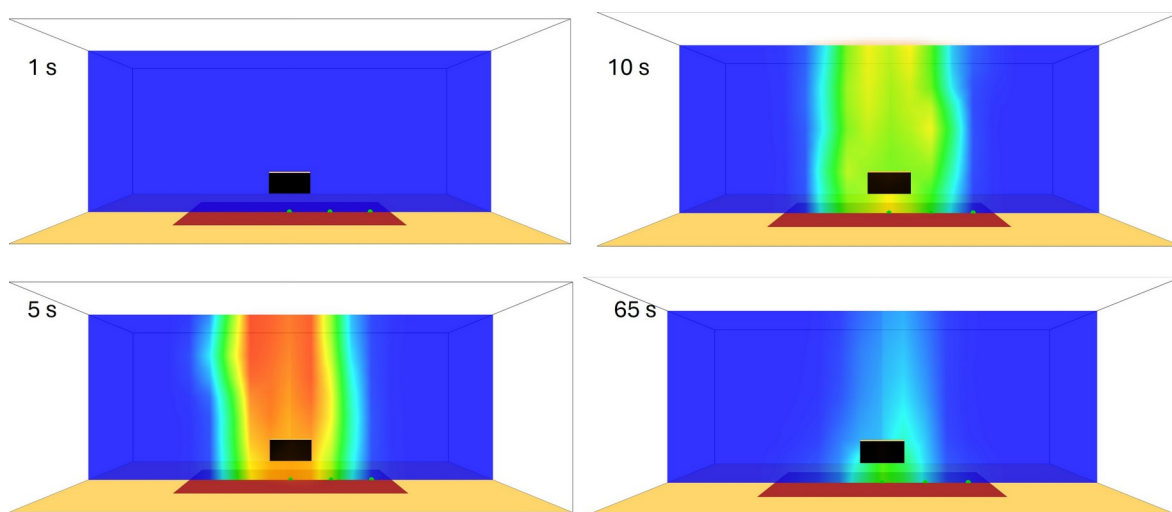
Bizning simulyatsiyamizda kuyik birinchi navbatda o'tinning yonishi natijasida hosil bo'lgan, u olov alangasi bilanoq boshlangan. Yonilg'i sifatida metandan foydalanganimiz uchun (0,02 past kuyish hosildorligi bilan), ishlab chiqarilgan kuyikish miqdori nisbatan kichik edi. Yong'in qizib ketganda, olov kontsentratsiyasi alanga yaqinida oshdi, eng yuqori daraja esa yonayotgan o'tin yaqinida kuzatildi. Simulyatsiya rivojlanishi va yog'ochda ko'mir qatlami paydo bo'lishi bilan, kuyikish ishlab chiqarish pasaya boshladi. Shamol kuyiklarning tarqalishida muhim rol o'ynadi. Ochiq chegaralar tutun va tutunning domendan chiqishiga imkon berdi, bu esa ularning kosmosda to'planishini kamaytiradi. Simulyatsiyaning 200 soniyasiga kelib, olov sovishi va ko'mirning yonishi kamroq uchuvchi moddalarni ishlab chiqarganligi sababli, kuyikish ishlab chiqarish sezilarli darajada kamaydi.



1-Rasm. Vaqt bo'yicha kuyikishning o'zgarishi.

Kuzatilgan kuyikish hosil bo'lishi yog'ochni metan bilan yoqishda kutgan natijaga mos keladi. Yog'och yong'inlari odatda gazlarni ham, kuyiklarni ham ishlab chiqaradi, ammo metan nisbatan toza yonishi sababli, kuyish miqdori boshqa yoqilg'ilarga qaraganda kamroq edi. Simulyatsiyaning boshida yuqori haroratlar (1700 °C gacha) kuyikish hosil bo'lishiga yordam berdi, ayniqsa yog'ochning uchuvchi komponentlari yonib ketdi. Biroq, yog'och kuyganligi

sababli, kuyikish tezligi pasayib ketdi, chunki ko'mir kamroq uchuvchi gazlarni ishlab chiqaradi.



2-Rasm. Vaqt bo'yicha harorat o'zgarishi.

2-Rasm da simulyatsiyada olov boshlanganidan keyin harorat tez ko'tarildi, ayniqsa yonayotgan o'tin yaqinida. Dastlab, olov tarqalishi bilan harorat keskin ko'tarilib, 1700 °C gacha ko'tarildi. Bu tez o'sish yog'ochdan uchuvchi gazlarning chiqishi va yonishi bilan bog'liq edi. Yong'in davom etar ekan, harorat pasayishni boshladi. Yog'och kuyishni boshlaganda, kuyish sekinlashdi va harorat barqarorroq bo'ldi. 200 soniyada biz haroratning asta-sekin pasayib borayotganini ko'rdik, chunki olovning intensivligi pasaygan, yonib ketgan o'tin kamroq agressiv yonmoqda. Domen bo'ylab haroratning o'zgarishi ham bor edi. Olovga yaqinroq joylar issiqroq, ochiq havo teshiklari yaqinidagi hududlar esa sovuqroq edi, chunki toza havo kirib, issiqlikni suyultirdi.

Xulosa

Ushbu simulyatsiya bizga yog'ochning qanday yonishi haqida aniq tasavvur berdi, bu esa kuyikish va harorat olov yaqinida eng yuqori ekanligini va vaqt o'tishi bilan yog'och ko'mirlari kamayib borishini ko'rsatdi. Shamollatish kuyikish va issiqlikni kamaytirishga yordam berdi va uning yong'in xavfsizligidagi ahamiyatini ta'kidladi. Umuman olganda, bunday sharoitlarda yong'in qanday

harakat qilishini tushunish yong'in xavfini boshqarish strategiyasini yaxshilashga yordam beradi.

Adabiyotlar

1. Huang, Y., Liu, Y., & Zhang, Y. (2019). *Renew & Sust En*, 104, 175-184
2. Babrauskas, V. (2003). *Fire Safety Journal*, 38(3), 147-149.
3. Cote, A. E., Blais, J. A., & Roy, C. (2006). *Fire Safety Science*, 8, 313-324..
4. Bianchi, F., Frassoldati, A., & Dente, M. (2019). *Combustion and Flame*, 204, 128-139.
5. McGrattan, K., Floyd, J., & Forney, G. (2013). *Fire Dynamics Simulator User's Guide*. National Institute of Standards and Technology.
6. National Fire Protection Association (NFPA). (2020). *Fire Loss in the United States during 2019*. NFPA.
7. Website: <https://pages.nist.gov/fds-smv/>