https://doi.org/10.58225/sw.2023.1-83-88

ODADAVAMLI ODUNCAQ KONSTRUKSİYALARININ TERMİKİ ANALİZİ

Yəhyayev Aydın Bilal oğlu– dosent, Materialşünaslıq kafedrası, AzMİU, yahyayev-azasu@bk.ru
Rəfili Şahmar Firqət oğlu– dissertant, FH və HFT kafedrası, AzMİU, mezun_187@mail.ru

Xülasə. Məqalədə inşaat sektorunda geniş tətbiq edilən odadeavamlılıq emalı keçmiş oduncaq konstruksiyalarının termiki analizi aparılmışdır. İşdə odadavamlı tərkib kimi bizim işlədiyimiz AS-143 antipirenindən istifadə edilmişdir. Təcrübələr Perkin Elmer STA 6000 derivatoqraf sisteminin köməyi ilə (20 ±2) °C dən 1000 °C– intervalında aparılmışdır. Qızma sürəti 2,5– dən 20 dər/dəq həddində dəyişilmişdir. Şəkil 1- dən göründüyü kimi 100-250 ^{0}C temperatur diapazonunda odadavamlılıq emalı keçmiş nümunələrdə çəki itkisi baş vermir, yəni nümunələrin çəkisi sabit qalır. Bunun isə antipirenin tərkibində olan perlit hissəciklərinin ayrılan nəmliyin udması- qidratasiyası nəticəsində baş verməsi kimi izah edilə bilər. Temperaturun 250-350 ^{0}C intervallarında artması ilə odadavamlılıq emalı keçmiş nümunələrin cəki itkisinin tədricən artdığı müşahidə edilir. TQ - əyrisindəki nümunələrin çəki itkilərinin dəyişilmə sürətinin dinamikası 350 - 900 ^{0}C temperatur diapozonunda 0 qr/dəq- dən 10,95 qr/dəq – qədər artması ilə müşayət edilir. Kontrol nümunələrdə isə bu temperatur diapazonunda çəki itkisinin sürəti 18 qr/dəq – dən 38,95 qr/dəq- yə qədər artdığı görünür. Alınan termiki analiz nəticələrinə əsasən qeyd etmək olar ki, inşaat sahəsində tətbiq edilən oduncaq konstruksiyalarının layihələndirdiyimiz epoksid əsaslı odadavamlı tərkiblə emal edilməklə onların yanğın təöhlükəsizliyini yüksəltmək mümkündür. Layihələndirilən odadavamlı örtük tərkibi daxili bazarda geniş yayılan və satış qiymətləri əlverişli olan komponentlər əsasında hazırlanmaqla yanaşı, onun konstruksiyaların səthinə sadə üsulla çəkilmə imkanının olması da belə bir tərkibin geniş tətbiqinə imkan verir.

Açar sözlər: odadavamlılıq, oduncaq konstruksiyaları, derivitoqraf, çəkinin dəyişilmə sürəti, antipiren, odadavamlı tərkib, termiki analiz

THERMAL ANALYSIS OF FIRE RESISTANT WOOD CONSTRUCTIONS

Yahyayev Aydin Bilal– ass.prof., department of Materials science, AzUAC, yahyayev-azasu@bk.ru
Rafili Shahmar Firqet– PhD student, department of Emergency and Life Safety, AzUAC, mezun_187@mail.ru

Abstract. In the article, the thermal analysis of wood constructions that have undergone fire resistance processing, which is widely used in the construction sector, was carried out. AS-143 flame retardant, which we work with, was used as a fire-resistant composition. The experiments were carried out in the interval from (20 ±2) °C to 1000 °C using the Perkin Elmer STA 6000 derivatograph system. The heating speed was changed from 2.5 to 20 rpm. As can be seen from Fig. 1, in the temperature range of 100-250 ^{0}C, there is no weight loss in the refractory treated samples, that is, the weight of the samples remains constant. This can be explained as the result of perlite particles contained in the fire retardant absorbing and hydrating the released moisture. It is observed that the heat loss of the refractory treated samples gradually increases with the increase of the temperature in the range of 250-350 ^{0}C. The dynamics of the rate of change of weight loss of the samples in the TQ curve is accompanied by an increase from 0 g/min to 10.95 g/min in the temperature range of 350 C - 900 ^{0}C. In the control samples, the rate of weight loss increased from 18 g/min to 38.95 g/min in this temperature range. Based on the results of the thermal analysis, it can be noted that it is possible to increase the fire safety of wood constructions used in the construction field by processing them with our designed epoxy-based fire-

resistant composition. In addition to the fact that the designed fire-resistant coating composition is made on the basis of components that are widely distributed in the domestic market and have favorable sales prices, the fact that it can be applied to the surface of structures in a simple way allows such a composition to be widely used.
Keywords: fire resistance, firewood structures, derivitograph, rate of weight change, flame retardant, refractory composition, thermal analysis

Giriş. Oduncaq substansiyasının yüksək temperaturların təsiri ilə və ya yanğın şəraitlərində termiki parçalanması baş verən mürəkkəb fiziki-kimyəvi proseslərin nəticəsi kimi qəbul edilir. Oduncağın və onun komponentlərinin termiki (pirolizi) və termiki oksidləşmə parçalanmasının öyrənilməsinə kifayət qədər çoxlu nəzəri və eksperimental işlər həsr edilmişdir [1,2]. İşdə termoqravimetriya (TQ, TQE) termiki analiz üsulları ilə odadavamlılıq emalı keçmiş şam oduncaqğının termooksidləşmə destruksiyasının, həm də yaranan kömür qatının oksidləşmə və istilikyaratma qabiliyyətlərinin tədqiqatı aparılmışdır. [3-5]. Bu zaman işlədiyimiz AS-143 odadavamlı tərkibin oduncaq konstruksiyalarının termiki parçalanmasındakı təsir mərhələləri və mexanizmi öyrənilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, AS-143 odadavamlı tərkib inşaatda tətbiq edilən oduncaq konstruksiyalarının emalı üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bununla əlaqədar olaraq, oduncaq konstruksiyalarının termiki dayanıq-lığının və onların destruksiya prosesinin kinetikasının tədqiq edilməsi vacib olmuşdur. Beləki, yanğından mühafizə emalı keçmiş oduncaq konstruksiyalarının termiki parçalanmasından alınan xarakteristikalar imkan verəcəkdir ki, istismar şəraitlərindəki optimal temperatur rejimləri əsaslandırılmış şəkildə müəyyən edilsin.

Tədqiqat metodu və materialları .Təcrübələr Perkin Elmer STA 6000 derivatoqraf sisteminin köməyi ilə (20 ±2) °C dən 1000 °C– intervalında aparılmışdır. Qızma sürəti 2,5– dən 20 dər/dəq həddində dəyişilmişdir. İlkin halda xırdalanmış tozşəkilli və olçüləri 0,1 mm-dən çox olmamayan nümunələrin çəkisi (0,35- 0,60)° 10^{-3} kq həddində dəyişmişdir. Etalon kimi sərtləşdirilmiş alüminiq oksidindən istidfadə edilmişdir.

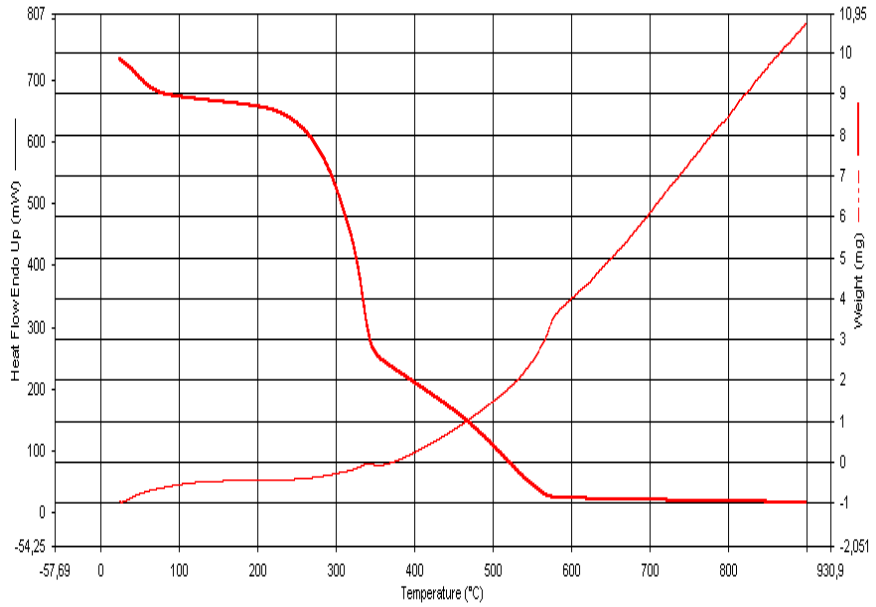
Tədqiqatın nəticələri. Alınan derivitoqrammalar o cümlədən çevrilmə dərəcələri şəkil 1 a,b - də, verilmişdir. Çevrilmə dərəcəsi α müəyyən temperaturlara çatdıqda nümunələrin nisbi çəki itkisi kimi qəbul edilmişdir. Odadavamlılıq emalı keçmiş və kontrol nümunələrinin TQ termodestruksiya əyrisinə baxdıqda iki əsas parçalanma sahəsini qeyd etmək olar: aşağıtemperaturlu (0-250 ^{0}C) və yüksəktemperaturlu (350 ^{0}C- dən yuxarı). Birinci sahə oduncaq substansiyasının termiki destruksiya proseslərini və uçucu məhsulların yaranmasını əks etdirir. Nümunələrin 150 ^{0}C- yə qədər qızdırılması ilə yaranan çəki itkisi tərkibdə olan nəmliyin buxarlanmasına aid etmək olar. TQ parçalanma əyrisindən görünür ki, ilkin mərhələdə (temperatur diapazonu 100-250 ^{0}C) odadavamlılıq emalı keçmiş nümunələrin çəki itkisi baş vermir, yəni nümunələrin çəkisi sabit qalır. Bunun isə antipirenin tərkibində olan perlit hissəciklərinin ayrılan nəmliyin udması- qidratasiyası nəticəsində baş verməsi kimi izah edilə bilər. Temperaturun 250-350 ^{0}C intervallarında artması ilə odadavamlılıq emalı keçmiş nümunələrin cəki itkisinin tədricən artdığı müşahidə edilir. Göründüyü kimi, 250-350^{0}C temperatur uintervalındakı çəkidə baş verən çox cüzi dəyişikliklər oduncaq konstruksiyalarının səthinə çəkilən AS-143 tərkibindəki epoksid qətranının (200-340 ^{0}C) [11], ammofosun (>190 ^{0}C), sulfar ammoniumun (235-280 ^{0}C) faza keçidinin baş verməsinə uyğun gəlir ki, onlar da elmi ədəbiyyatda olan göstəricilərlə uyğundur [6, 8].

İkinci mərhələdə termiki parçalanma 350-900 ^{0}C-də baş verir. Bu temperatur diapazonunda odadavamlı nümunələrin TQ əyrisində qeyd edilən 350 ^{0}C və 580 ^{0}C temperaturlarındakı iki ekzotermiki reaksiya piklərinin yaranması müşahidə edilir. Kontrol nümunələrin TQ əyrisində isə 350 ^{0}C temperaturuna uyğun yalnız bir pik müşahidə edilir. Bu fərqlilik odadavamlı tərkibinin oduncaq maddəsi ilə qarşılıqlı təsirində yaranan faza çevrilmələrinin məhsulları ilə şərtlənir. Göstərilən çevcrilmə məhsulları odadavamlı tərkibin konstruksiyaların səthinə çəkilməsində və yaranan örtük qatının qurumasında, həm də termiki təsir prosesində yaranır. Nəticə etibarı ilə, odadavamlı oduncaq

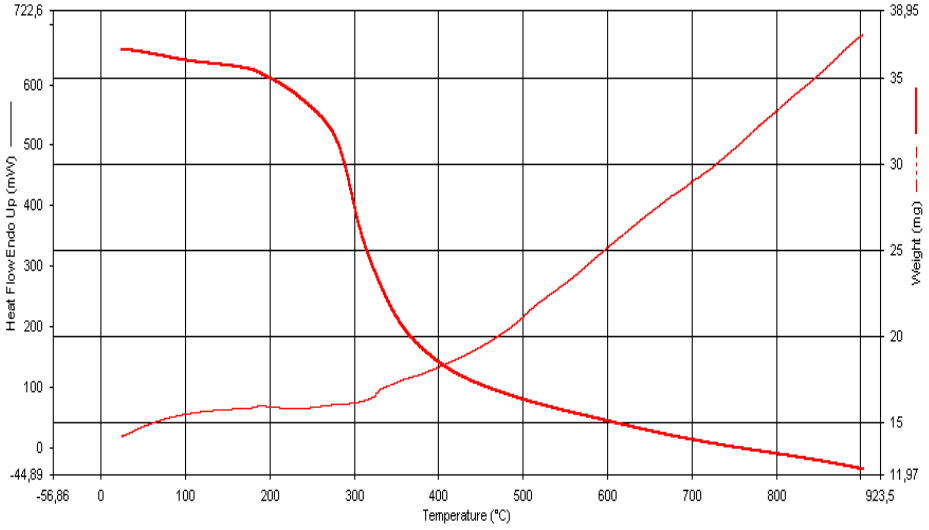
konstruksiyaları kontrol nümunələrindən əhəmiyyətli dərəcədə daha yüksək termiki stabillik göstərirlər.

Ümumiyyətlə, TQ- əyrisindəki nümunələrin çəki itkilərinin dəyişilmə dinamikasını aşağıdakı kimi göstərmək olar: 350 - 900 ^{0}C temperatur diapozonunda çəki itkisinin dəyişilmə sürəti də 0 qr/dəq-dən 10,95 qr/dəq – qədər artması ilə baş verir; kontrol nümunələrdə isə bu temperatur diapazonunda çəki itkisinin sürəti 18 qr/dəq – deən 38,95 qr/dəq- yə qədər artmışdır (cəd.1).

Göründüyü kimi, odadavamlılıq emalı keçmiş oduncaq konstruksiyalarının inert mühitdə termiki parçalanması prosesində kontrol nümunələrlə müqayisədə çəki itkisinin azalması qeydə alınmışdır. Bu isə bütün odadavamlılıq emalı keçən konstruksiyalar üçün xarakterikdir. Bizim təcrübələrlə də bu təsdiqlənmişdir [1,2,3,4,7].



a)



b)

Şəkil 1. Odadavamlı oduncaq konstruksiyalarının (a) və kontrol nümunələrin (b) termoanalitik əyriləri: TQ - çəkinin dəyişilmə sürətinin əyrisi; TQE – istilik effektlərinin əyrisi [7]

Cədvəl 1. Oduncaq nümunələrinin termiki alizinin nəticələri [7]

Odadavamlılıq emalı keçmiş nümunələr						
Çəki itkisi, α, qr/dəq	0	2	4	6	8	10,95
Temperatur, ^{0}C	350	530	600	700	780	900
Kontrol nümunələr						
Çəki itkisi, α, qr/dəq	15	20	25	30	35	38,95
Temperatur, ^{0}C	110	470	600	720	840	900

Beləliklə, odadavamlı oduncaq konstruksiyalarının termiki analizi göstərdi ki, işlənmiş odadavamlı tərkibi oduncaq konstruksiyalarının səthinə çəkdikdə onların termiki parçalanmasının xarakteri dəyişir, bu isə ehtimal edilir ki, oduncaq maddəsi ilə odadavamlı tərkibin kimyəvi əlaqələrinin yaranması hesabına baş verir. Bu əlaqələr öz növbəsində oduncaq materiallarının yanmasına əsas səbəb olan levoqlükozanın yaranma reaksiyasının zəiflədilməsi ilə əldə edilir. Bu faktor odadavamlı örtüklə oduncaq konstruksiyalarının yanğından mühafizə xüsusiyyətlərinin yüksəldilmə imkanının olmasını təsdiq etmiş olur [9].

Keçirilən termoqravimetrik analiz əsasında tədqiq edilən odadavamlı konstruksiyaların termodestruksiya prosesindəki aktivləşmə enerjisinin nəzərə alına bilinən kəmiyyəti təyin edilmişdir. Bunun üçün [12] metodikası tətbiq edilmişdir ki, onun da effektivliyi bir sıra üzvü və qeyri-üzvi obyektlərdə, o cümlədən təbii oduncaqda göstərilmişdir. Alınan odadavamlı oduncaq konstruksiyalarının kinetik parametrlərinin nəticələri cədvəl 2– də göstərilmişdir.

Cədvəl 2. Oduncaq konstruksiyasının termodestruksiya prosesində temperaturdan asılı olaraq aktivləşmə enerjisinin dəyişilməsi [12]

Temperatur, C	Aktivləşmə enerjisi, Up, mW	
	odadavamlı nümunələrdə	kontrol nümunələrdə
25	740	660
100	670	640
200	650	615
300	520	400
400	215	150
500	110	90
600	25	45
700	20	8
800	20	0
900	20	0

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, odadavamlı oduncaq konstruksiyalarının ter-modestruksiya prosesi üçün aktivləşmə enerjisi 100-300 ^{0}C temperatur diapazo-nunda 520-670 mW həddində dəyişir və praktiki olaraq bu odadavamlı tərkibin əsas komponentləri olan ammofos-A (> 190 ^{0}C) və ammonium sulfatın (235-280 ^{0}C) ərimə temperaturlarındakı aktivləşmə enerjisini ifadə edir. Kontrol nümunələrdə isə 100-200 C-də 640-615 mW olmaqla nisbi sabit aktivləşmə müşahidə edilir. Odadavamlı nümunələrin 300-500 ^{0}C temperatur diapazonunda aktivləşmə enerjisinin 110 mW – qədər azalması nümunələrin parçalanmasının daha sürətli baş verdiyinin göstəricisidir. Kontrol nümunələrdə isə bu azalma 200-500 ^{0}C temperatur diapazonunda müşahidə edilir. Göründüyü kimi, parçalanma dərəcəsi artdıqca Up kəmiyyəti də ardıcıl olaraq azalır, ehtimal edilir ki, bu prosesin diffizion parçalanma fazasına keçməsini ifadə edə bilər.

Nəticə. Beləliklə, AS-143 odadavamlı tərkibi ilə emal edilmiş oduncaq konstruksiyalarının termiki dayanıqlığının tədqiq edilməsi göstərdi ki, kontrol nümunələrlə müqayisədə onlar müxtəlif parçalanma mexanizminə malikdir. Belə ki, yanğın prosesində odadavamlı konstruksiyaların səthində ilkin mərhələdə köpüklənən qoruyucu qatın , sonrakı mərhələdə isə karbonlaşmış qalığın yaranmasının nəticəsi olaraq onların yüksək termiki dayanıqlığa malik olmasını şərtləndirir. Yəni, alınan termiki dayanıqlıq göstəriciləri imkan verir ki, AS-143 odadavamlı tərkibi ilə emal edilmiş oduncaq konstruksiyalarının inşaat sektorunda tətbiq edilməsi mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Альменбаев М.М. Исследование скорости обугливания деревянных конструкций длительного срока эксплуатации. Арцыбашева О.В., Асеева Р.М., Макишев Ж.К., Москалев В.А., Серков Б.Б., Сивенков А.Б. Известия Южного Федерального университета. Технические науки N7. 246-254с. 2014
2. Анохин Е.А., Макишев Ж.К., Сивенков А.Б. Влияние структуры карбонизованного слоя на огнестойкость деревянных конструкций продолжительного срока эксплуатации. Технологии техносферной безопасности N1. 2016. Режим доступа: http://ipb.mos.ru/ttb/2016-1.
3. Альменбаев М.М., Анохин Е.А., Макишев Ж.К., Полищук Е.Ю., Сивенков А.Б. Термический анализ древесины различного срока эксплуатации с огнезащитными составами. Интернет-журнал Технологии техносферной безопасности Выпуск N3(67), 2016. Режим доступа: http://ipb.mos.ru/ttb.
4. Берг Л.Г. Введение в термографию. Наука, 395с. 2009
5. Воробьев В.К., Лунева Н.К., Петушок И.А., Дмитриченко А.С. Изучение процесса термодеструкции древесины, содержащей фосфаты различной степени конденсации, и ее огнезащищенности. Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции. 269-271с. 2017
6. Леонович А.А. Теория и практика изготовления огнезащищенных древесных Ленинградского университета. 176с. 2008
7. Покровская, Е.Н. Прогнозирование долговечности древесины методом термического анализа. Пожаровзрывобезопасность N6, 31-32с. 2001
8. Покровская Е.Н. Пищик И.И., Смирнов Н.В., Нагановский Ю.К. Термическая устойчивость древесины различной длительности эксплуатации. Строительные материалы N9, 34-35с. 2000
9. Яхъяев А.Б., Петров Г.С., Вязовкин С.Б. Исследование термической устойчивости некоторых огнезащищенных древесных плит. Матер. межд. конф. 112-113с. 1990
10. Hoffmann P., Jones M.A. Structure and degradation process for waterlogged archaeological wood. In: Rowell R.M, Barbour R.J. Archaeological wood: properties, chemistry, and preservation. Advances in Chemistry Series, American Chemical Society 225, Washington, 35-65p. 2000
11. https://chem21.info/page/000135037054167092137206089107028254172251010227/.
12. Vyazovkin S.V., Lesnikovich A.J. Heustration of the ambigyity in solving inverse kinetic pramlems. Thermochim. Acta.269-279. 2018

References

1. Al'menbaev M.M. Issledovanie skorosti obuglivaniya derevyannyh konstrukcij dlitel'nogo sroka ekspluatacii. Arcybasheva O.V., Aseeva R.M., Makishev Zh.K., Moskalev V.A., Serkov B.B., Sivenkov A.B. Izvestiya Yuzhnogo Federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki N7. 246-254s. 2014
2. Anohin E.A., Makishev Zh.K., Sivenkov A.B. Vliyanie struktury karbonizovannogo sloya na ognestojkost' derevyannyh konstrukcij prodolzhitel'nogo sroka ekspluatacii. Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti N1. 2016. Rezhim dostupa: http://ipb.mos.ru/ttb/2016-1.
3. Al'menbaev M.M., Anohin E.A., Makishev Zh.K., Polishchuk E.Yu., Sivenkov A.B. Termicheskij analiz drevesiny razlichnogo sroka ekspluatacii s ognezashchitnymi sostavami. Internet-zhurnal Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti Vypusk N3(67), 2016. Rezhim dostupa: http://ipb.mos.ru/ttb.

4. Berg L.G. Vvedenie v termografiyu. Nauka, 395s. 2009
5. Vorob'ev V.K., Luneva N.K., Petushok I.A., Dmitrichenko A.S. Izuchenie processa termodestrukcii drevesiny, soderzhashchej fosfaty razlichnoj stepeni kondensacii, i ee ognezashchishchennosti. Materialy XIV Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 269-271s. 2017
6. Leonovich A.A. Teoriya i praktika izgotovleniya ognezashchishchennyh drevesnyh Leningradskogo universiteta. 176s. 2008
7. Pokrovskaya, E.N. Prognozirovanie dolgovechnosti drevesiny metodom termicheskogo analiza. Pozharovzryvobezopasnost' N6, 31-32s. 2001
8. Pokrovskaya E.N. Pishchik I.I., Smirnov N.V., Naganovskij Yu.K. Termicheskaya ustojchivost' drevesiny razlichnoj dlitel'nosti ekspluatacii. Stroitel'nye materialy N9, 34-35s. 2000
9. Yahyaev A.B., Petrov G.S., Vyazovkin S.B. Issledovanie termicheskoj ustojchivosti nekotoryh ognezashchishchennyh drevesnyh plit. Mater. mezhd. konf. 112-113s. 1990
10. Hoffmann P., Jones M.A. Structure and degradation process for waterlogged archaeological wood. In: Rowell R.M, Barbour R.J. Archaeological wood: properties, chemistry, and preservation. Advances in Chemistry Series, American Chemical Society 225, Washington, 35-65p. 2000
11. https://chem21.info/page/000135037054167092137206089107028254172251010227/.
12. Vyazovkin S.V., Lesnikovich A.J. Heustration of the ambigyity in solving inverse kinetic pramlems. Thermochim. Acta.269-279. 2018

Redaksiyaya daxil olma/Received 11.01.2023
Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 10.02.2023

Məqaləyə istinad: Yəhyayev A.B., Rəfili Ş.F. Odadavamlı oduncaq konstruksiyalarının termiki analizi. Elmi Əsərlər jurnalı AzMİU, s. 83-88, N1, 2023
For citation: Yahyayev A.B., Rafili S.F. Thermal analysis of fire resistant wood construction. Journal of Scientific works/ Elmi eserler. AzUAC, p.83-88, N1, 2023