YOG‘OCH UCHUN POLIMER ANTIPIREN KOMPOZITSIYALARINI ISHLAB CHIQISH VA ULARNING YONG‘INGA BARDOSHLILIGINI BAHOLASH.

Xoliqulov Shoxrux Pirnafas o‘g‘li
Toshkent kimyo-texnologiyalar ilmiy tadqiqot instituti tayanch doktorant
Nurqulov Fayzulla Nurmuminovich.
Toshkent kimyo-texnologiyalar ilmiy tadqiqot instituti t.f.d. prof
E-mail:shoxruxze0@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda yog‘och materiallarini yong‘indan himoya qilish uchun yangi polimer asosidagi antipiren kompozitsiyalari ishlab chiqildi. Har xil tarkibdagi antipirenlar sinovdan o‘tkazilib, yog‘och yuzasiga surtildi va, GOST 16363-98 bo‘yicha olovga bardoshlilik sinovlari o‘tkazildi. Olingan natijalarga ko‘ra ayrim kompozitsiyalar yog‘ochning issiqqa chidamliligini sezilarli darajada oshiradi, massa yo‘qotilishi va yong‘in tarqalishini samarali cheklaydi. Ushbu maqolada yog‘och materiallarni ekologik xavfsiz va yuqori samarali yong‘inga chidamli qoplamalar bilan ishlov berish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar berildi.

Kalit so‘zlar: kimyoviy kompozitsiyalar, antipiren, yog‘och materiallar, massa yo‘qotilish, yong‘inga chidamlilik, himoya mexanizmi, yonish jarayoni, GOST-16363-98.

Аннотация. В данном исследовании были разработаны новые композиции антипиренов на полимерной основе для огнезащиты древесных материалов. Антипирены различного состава были испытаны, нанесены на поверхность древесины, и проведены испытания на огнестойкость по ГОСТ-16363-98. Согласно полученным результатам, некоторые композиции значительно повышают термостойкость древесины, эффективно ограничивают потерю массы и распространение огня. В данной статье представлены научно-практические рекомендации по обработке древесных материалов экологически безопасными и высокоэффективными огнестойкими покрытиями.

Ключевые слова: химические композиции, антипирен, древесные материалы, потеря массы, огнестойкость, защитный механизм, процесс горения, ГОСТ 16363-98.

Abstract. In this study, new polymer-based flame retardant compositions were developed for fire protection of wood materials. Flame retardants of various compositions were tested, applied to wood surfaces, and fire resistance tests were conducted according to GOST 16363-98. According to the obtained results, certain compositions significantly increase the heat resistance of wood and effectively limit mass loss and fire spread. This article presents scientific and practical

ISSN 3030-3907

recommendations for treating wood materials with environmentally safe and highly effective fire-resistant coatings.

Keywords: chemical compositions, flame retardant, wood materials, mass loss, fire resistance, protection mechanism, combustion process, GOST-16363-98.

Kirish.

Bugungi kunda qurilishda yog‘och eng ko‘p foydalaniladigan materiallar hisoblanadi. Uni binolarning konstruktiv qismlarida, pollarda, mebelsozlikda va turli boshqa sohalarda uchratish mumkin[1]. Bunga asosiy sabab yog‘ochning mustahkam, yengil, qayta tiklanuvchi, ekologik xavfsiz va iqtisodiy qulay material ekanligidir. Lekin yog‘och materiallarning yonuvchanligi va yong‘inga chidamsizligi uning asosiy kamchiligi bo‘lib qolmoqda. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, yog‘och konstruksiyalar ishtirok etgan yong‘in hodisalari yuqori foizni tashkil etadi bu inson hayoti va mol-mulk xavfsizligi uchun jiddiy tahdiddir.

Yog‘ochning yonishi 200–250°C haroratda boshlanib, 300°C dan oshganda kuchli alangalanishga olib keladi. Bunda materialning mexanik mustahkamligi tez pasayadi va yog‘och konstruksiyalar o‘z barqarorligini yo‘qotadi. Shu sababli, yog‘och materiallarning yong‘inga chidamliligini oshirish bugungi kunda ilmiy-tadqiqot ishlarining ustuvor yo‘nalishlaridan biridir.

Yong‘inga qarshi himoya sifatida antipiren qoplamalar keng qo‘llaniladi. Ular yog‘och yuzasida himoya qatlami hosil qilib, alangalanish va yonish jarayonlarini sekinlashtiradi. Hozirgi kunda bozorda har xil antipiren tarkiblar mavjud, biroq ularning narxi nisbatan yuqori, ba’zilari esa qisqa muddatli samaradorlikka ega[2]. Demak, arzon, ekologik toza, yuqori samarali va uzoq muddatli himoya qiluvchi yangi antipiren kompozitsiyalarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Yog‘ochning tez yonuvchanligi qadimdan asosiy muammolardan biri bo‘lib kelgan. Ilmiy manbalarda yog‘ochni olovdan himoyalashga doir dastlabki tajribalar XX asrning boshlarida paydo bo‘lgan. Olimlar yog‘ochni qizdirilganda karbonlash jarayonini tezlashtiruvchi va alangani pasaytiruvchi mineral tuzlar (borat, fosfat, ammoniy tuzlari) asosida birinchi antipiren eritmalarini ishlab chiqarishgan. Ushbu moddalar yog‘och tolalari yuzasida issiqlik ta’sirida erimaydigan qattiq qatlam hosil qilishi va yonish jarayonini sekinlashtirishini ilmiy jihatdan isbotlangan. XX asrning ikkinchi yarmiga kelib, yong‘inga qarshi kompozitsiyalar bo‘yicha izlanishlar kengaydi. Olimlar fosforli, azotli va kremniyli birikmalarni birga qo‘llash antipiren samaradorligini sezilarli ravishda oshirishini aniqladilar[3]. Ammoniy polifosfat, melamin, silikatli bog‘lovchilar, alyuminiy gidroksid moddalarning o‘zaro kuchaytiruvchi ta’siri natijasida hajmiy kengayuvchi qoplamalar shakllanib, yuqori harorat berilganda qoplama yuzada qalin va ko‘pikli himoya qatlami hosil qilib,

ISSN 3030-3907

yog‘ochni yonishdan himoya qilishi aniq bo‘ldi[4]. Shu davrdan boshlab antipirenlar ikki asosiy guruhga ajratila boshlandi: organik (polimer asosli) va noorganik (mineral asosli).

TADQIQOT MEDOTOLOGIYASI:

Turli kimyoviy tarkibdagi antipiren komponentlarning yong‘in xavfsizligiga ta’siri tahlil qilindi;

Ishlab chiqilgan antipiren qoplamaning termal-fizik xususiyatlarini zamonaviy analitik usullar yordamida o‘rganildi;

GOST 16363-98 standartlari asosida yong‘inga chidamlilik ko‘rsatkichlarini sinovdan o‘tkazildi;

Xalqaro va mahalliy sanoat analoglar bilan qiyosiy tahlil o‘tkazildi va iqtisodiy samaradorligi baholandi.

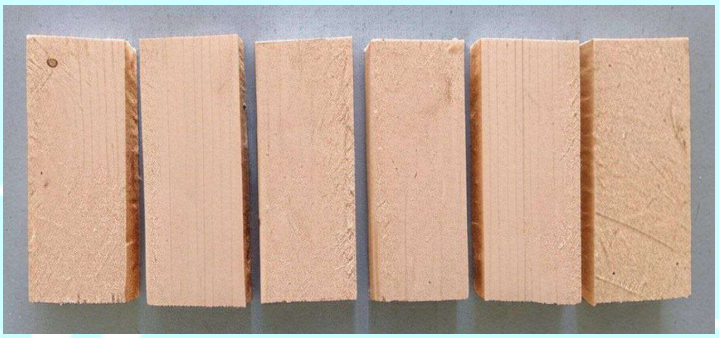
MUHOKAMA VA NATIJALAR. Yog‘och materiallarini yong‘indan himoya qilish va ularning olovga chidamlilik darajasini aniqlash GOST 16363-98 standartida aniq belgilab qo‘yilgan[5]. Ushbu standart yog‘och yuzasiga antipiren kompozitsiyalarni qo‘llash, quritish va antipirenni olovbardoshliligini baholaydi.

1-jadval

Yog‘och materiallarni yong‘inga chidamli tarkiblar bilan ishlov berishdan oldingi namunalarning o‘rtacha massa yo‘qotilishi GOST 16363 talablari asosida tahlil qilindi.

Yog‘och turi	Massa	Yondirishdan keying massa	Massa yo‘qotilishi	
			g	%
Sosna	102.3	30.49	71,81	70.2
Terak	98.7	29.8	68.9	68.8
Qarag‘ay	105.1	32.1	73	69.4
Yong‘oq	100.5	31.2	69.3	69.0
Qayin	100.9	30.3	70.6	70.0

Ushbu jadvalda yog‘och materiallariga antipiren qo‘llamasdan oldin namunalar(1-rasm) GOST-16363 standartlari asosida sinov ishlari o‘tkazildi va natijalarni tahlil qildik. Natijalarga ko‘ra ishlov berilmagan namunalar o‘rtacha 69.48% massa yo‘qotishga uchradi[6].



1-rasm. Yog‘och namunalarining dastlabki holati

ISSN 3030-3907

Keyingi bosqichlarda esa maxsus ishlab chiqilgan yong‘inga bardoshli antipiren tarkiblarni qo‘lladik va yog‘och namunalarining o‘rtacha massa yo‘qotilishi GOST-16363-98 me’yorlariga muvofiq qayta sinovdan o‘tkazdik.

Antipiren namunalar.

AP-200 namuna. Asosiy bog‘lovchi modda suyuq shisha karbamid bilan aralashtirildi, so‘ngra alyuminiy gidroksid sintezi mos nisbatlarda qo‘shildi va oxirida karboksimetilsellyuloza (KMS) qo‘shildi. Tayyorlangan antipiren qoplama yog‘och namunasiga surtilib 24 soat davomida quritdik. So‘ngra GOST-16363 talablari bo‘yicha yong‘inga chidamlilik sinovidan o‘tkazdik. Sinov natijalariga ko‘ra, namunada o‘rtacha massa yo‘qotilishi 8,5% bo‘lib, bu ko‘rsatkich yog‘ochni olovbardosh material sifatida tasniflash imkonini beradi. Qoplama tarkibidagi komponentlar sinov jarayonida alangani qisqa muddatli susaytirish, issiqlikni yutish va izolyatsion himoya qatlamini hosil qilish orqali yong‘inbardoshlikni ta’minlaydi.

2-jadval

№	Namuna massasi			Impregnatsiya tarkibi sarfi, kg/m^2	Quruq tarkibning massa qo‘shimchasi		Namuna massasining yo‘qotilishi	
	Qoplashdan avvalgi massasi	Qopla-madan keyingi massa	Yondirish-dan keyingi massa	Yog‘ochga singdirilgan tarkib sarfi, kg/m^2	Qurutilgan himoya tarkibi sarfi, kg/m^2	Moddaning to‘liq so‘rilgan miqdori, kg/m^3	g	%
1	104,05	121,6	111,3	0.5745	0.237	65.0	10,3	8,47
2	104.15	121.75	111.25	0.5770	0.238	65.3	10.50	8.63
3	103.95	121.45	111.05	0.5730	0.236	64.7	10.40	8.57
4	104.10	121.80	111.20	0.5755	0.237	65.1	10.60	8.71
5	104.20	121.90	111.10	0.5780	0.239	65.5	10.80	8.86

ISSN 3030-3907

6	104.00	121.50	111.00	0.5740	0.237	64.8	10.50	8.64
7	103.85	121.30	110.95	0.5715	0.235	64.5	10.35	8.53
8	104.25	122.00	111.40	0.5790	0.240	65.8	10.60	8.69
9	104.30	122.10	111.50	0.5805	0.241	66.0	10.60	8.69
10	104.35	122.15	111.55	0.5810	0.241	66.2	10.60	8.69
	o‘rtacha massa yo‘qotilish						10.5	8.5

AP-210 namuna. Suyuq shishaga bor kislotasi sekin-asta qo‘shildi va 2-3 minut davomida aralashtirildi. Keyinchalik karbamid oz-ozdan qo‘shilib, to‘liq eriguncha aralashtirdi. Sinov natijalariga ko‘ra, namunada o‘rtacha massa yo‘qotilishi 24,65% bo‘lib, bu yomon ko‘rsatkich hisoblanadi. Tajriba natijasiga ko‘ra antipiren tarkibining yog‘och tolalariga singishi yaxshi bo‘lganiga qaramay, himoya samaradorligi yetarli emas. Bu holatda faol komponentlar miqdorining yetarli emasligi sababli olovga qarshi himoya mexanizmining sustligidan dalolat beradi.

3-jadval

№	Namuna massasi			Impregnatsiya tarkibi sarfi, kg/m^2	Quruq tarkibning massa qo‘shimchasi		Namuna massasining yo‘qotilishi	
	Qoplashdan avvalgi massasi	Qopla-madan keyingi massa	Yondirish-dan keyingi massa	Yog‘ochga singdirilgan tarkib sarfi, kg/m^2	Qurutilgan himoya tarkibi sarfi, kg/m^2	Moddaning to‘liq so‘rilgan miqdori, kg/m^3	g	%
1	107.3	128.2	97.18	0.6835	0.456	77.5	31.02	24.2
2	107.23	128.12	96.99	0.6828	0.455	77.37	31.13	24.3
3	107.15	128	96.77	0.6815	0.453	77.2	31.23	24.4

ISSN 3030-3907

4	107.4	128.3	96.87	0.684	0.457	77.6	31.43	24.5
5	107.1	127.9	96.44	0.681	0.452	77.15	31.46	24.6
6	107.5	128.4	96.69	0.6845	0.458	77.7	31.71	24.7
7	107.05	127.85	96.14	0.6808	0.451	77.1	31.71	24.8
8	107.45	128.35	96.39	0.6842	0.457	77.65	31.96	24.9
9	107.25	128.15	96.11	0.6827	0.455	77.35	32.04	25
10	107.2	128.1	95.95	0.6825	0.454	77.3	32.15	25.1
	o‘rtacha massa yo‘qotilish						31.58	24.65

AP-220 namuna. Suyuq shishaga bor-azot sintezi sekin-asta kiritildi va bir xil massa hosil bo‘lguncha aralashtirildi. Keyinchalik karbamid qo‘shilib, 3-4 minut davomida aralashtirildi. Tayyorlangan antipiren yog‘och namunaga surtildi va 24 soat davomida quritildi. Keyin namunani GOST-16363 yong‘inga chidamlilik qurilmasida sinovdan o‘tkazdik. Sinov natijasiga ko‘ra, o‘rtacha massa yo‘qotilishi 24,91% bo‘lib, sezilarli darajada yomonlashuv kuzatildi. Bunday massa yo‘qotilishi yog‘ochning ichki strukturasi yetarlicha himoyalanmaganligini yoki singdirilgan faol moddalar yong‘in ta’sirida tez parchalanib chiqib ketishini anglatadi.

4-jadval

№	Namuna massasi			Impregnatsiya tarkibi sarfi, kg/m^2	Quruq tarkibning massa qo‘shimchasi		Namuna massasining yo‘qotilishi	
	Qoplashdan avvalgi massasi	Qopla-madan keyingi massa	Yondirish-dan keyingi massa	Yog‘ochga singdirilgan tarkib sarfi, kg/m^2	Qurutilgan himoya tarkibi sarfi, kg/m^2	Moddaning to‘liq so‘rilgan miqdori, kg/m^3	g	%

ISSN 3030-3907

1	106.80	113.20	84.90	0.209	0.720	23.60	28.30	25.01
2	106.90	113.50	85.00	0.210	0.721	23.65	28.50	25.05
3	106,85	113,22	84,85	0.2082	0.719	23.59	28,37	25,05
4	106.70	112.90	84.70	0.207	0.717	23.55	28.00	24.90
5	106.95	113.40	85.10	0.2095	0.720	23.62	28.30	25.00
6	106.75	113.10	84.80	0.208	0.718	23.58	28.30	25.02
7	106.88	113.25	84.90	0.2085	0.719	23.60	28.35	25.04
8	106.92	113.30	85.00	0.209	0.720	23.61	28.30	25.03
9	106.78	113.05	84.80	0.208	0.718	23.58	28.25	25.02
10	106.85	113.20	84.90	0.2082	0.719	23.59	28.37	25.05
	o‘rtacha massa yo‘qotilish						28.2	24.91

AP-230 namuna. Tajriba davomida suyuq shishaga karbomid oz-ozdan qo‘shilib yaxshilab aralashtirildi. Keyin esa alyuminiy gidroksid qo‘shib aralashtirishdi, so‘ngra vermikulit qo‘shilib, biroz vaqt davomida aralashtirildi. Tajriba natijalariga ko‘ra, yog‘och namunasining o‘rtacha massa yo‘qotilishi 21,8% ni tashkil etdi. Ushbu natija antipiren tarkibining yetarli darajada samarali emasligini ko‘rsatadi: yuqori harorat ta’sirida himoya qatlami barqaror saqlanmay, tarkibiy moddalarning bug‘lanishi va parchalanishi yog‘ochning to‘liq yonish xavfini kuchaytiradi.

5-jadval

№	Namuna massasi			Impregnatsiya tarkibi sarfi, kg/m^2	Quruq tarkibning massa qo‘shimchasi		Namuna massasining yo‘qotilishi	
	Qoplashdan	Qopla-mada	Yondirish-dan	Yog‘ochga singdirilgan tarkib	Qurutilgan himoya	Moddaning to‘liq so‘rilgan	g	%

ISSN 3030-3907

	avvalgi massasi	n keyingi massa	keyingi massa	sarfi, kg/m^2	tarkibi sarfi, kg/m^2	miqdori, kg/m^3		
1	106.70	114.78	89.67	0.265	0.557	29.93	25.11	21.80
2	106.80	114.90	89.70	0.266	0.558	29.95	25.20	21.90
3	106.75	114.85	89.65	0.2655	0.5575	29.94	25.20	21.85
4	106,7	114,78	89,67	0.2647	0.557	29.93	25,11	21,8
5	106.82	114.83	89.70	0.2658	0.5582	29.96	25.13	21.90
6	106.70	114.78	89.75	0.265	0.557	29.94	25.03	21.85
7	106.85	114.92	89.78	0.2662	0.5585	29.97	25.14	21.85
8	106.79	114.85	89.75	0.2657	0.5578	29.95	25.10	21.90
9	106.83	114.88	89.80	0.2659	0.5582	29.96	25.12	21.90
10	106.76	114.82	89.77	0.2655	0.5578	29.95	25.05	21.90
	o‘rtacha massa yo‘qotilish						25.1	21.8

AP-240 namuna. Suyuq shishaga karbamid asta-sekin qo‘shilib, haroratsiz sharoitda bir necha minut davomida aralashtirildi. So‘ngra bor kislotasi oz-ozdan qo‘shilib, bir xil massaga kelguncha aralashtirildi. Keyinchalik vermikulit asta-sekin qo‘shilib aralashtirildi. Tayyorlangan kompozitsiya yog‘och namunasiga surtildi va 24 soat davomida quritib olindi va GOST-16363-98 standarti bo‘yicha sinovdan o‘tkazildi. Natijada namunaning o‘rtacha massa yo‘qotilishi 9.8% ni tashkil etdi. Bu ko‘rsatkich avvalgi tarkiblarga nisbatan yaxshi natija berib, yog‘och materialning olovbardoshlik xususiyatini sezilarli darajada oshirganini ko‘rsatdi.

6-jadval

№	Namuna massasi	Impregnatsiya tarkibi	Quruq tarkibning massa qo‘shimchasi	Namuna massasining

ISSN 3030-3907

				sarfi, kg/m^2			yo‘qotilishi	
	Qoplashdan avvalgi massasi	Qoplama-dan keyingi massa	Yondirish-dan keyingi massa	Yog‘ochga singdirilgan tarkib sarfi, kg/m^2	Qurutilgan himoya tarkibi sarfi, kg/m^2	Moddaning to‘liq so‘rilgan miqdori, kg/m^3	g	%
1	108.08	124.77	112.54	0.5454	0.146	61.81	12.23	9.8
2	107.95	124.55	111.89	0.54	0.14	61.2	12.66	9.81
3	108.2	125.1	111	0.55	0.148	62	14.1	9.82
4	107.85	124.4	111.5	0.538	0.142	60.9	13.35	9.83
5	108.08	124.77	112.54	0.5454	0.146	61.81	12.25	9.84
6	108.1	124.9	112.1	0.547	0.147	62	12.8	9.85
7	107.9	124.3	111.3	0.5395	0.143	60.75	13.1	9.86
8	108.05	124.7	112.05	0.544	0.146	61.75	12.65	9.87
9	108.15	124.85	111.75	0.546	0.147	61.9	13.1	9.88
10	108	124.6	111.2	0.542	0.145	61.5	13.4	9.89
	o‘rtacha massa yo‘qotilish						12.96	9.8

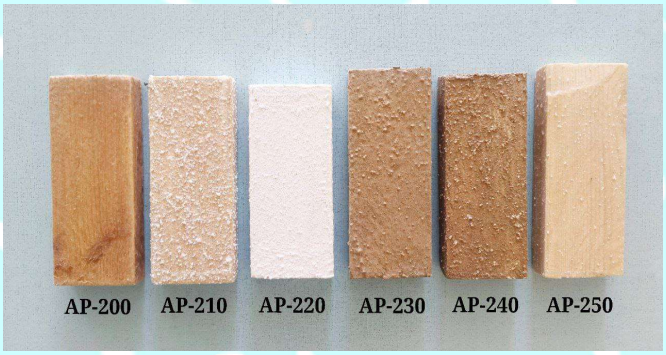
AP-250 namuna. Suyuq shisha idishga solinib, unga karbamid sekin-sekin qo‘shildi va haroratsiz sharoitda bir necha daqiqa davomida doimiy aralashtirildi. So‘ngra bor kislotasi oz-ozdan kiritilib, aralashma bir xil konsentratsiyaga kelguncha aralashtirildi. Keyinchalik alyuminiy gidroksid qo‘shilib moddalar aralashtirildi. Namunaning o‘rtacha massa yo‘qotilishi 7.9% deb aniqlangan. Ushbu ko‘rsatkich antipiren tarkibining yog‘ochni issiqlikdan himoya qilish xususiyatlarini yaxshilaganini ko‘rsatadi va amaliy jihatdan qoniqarli hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

7-jadval

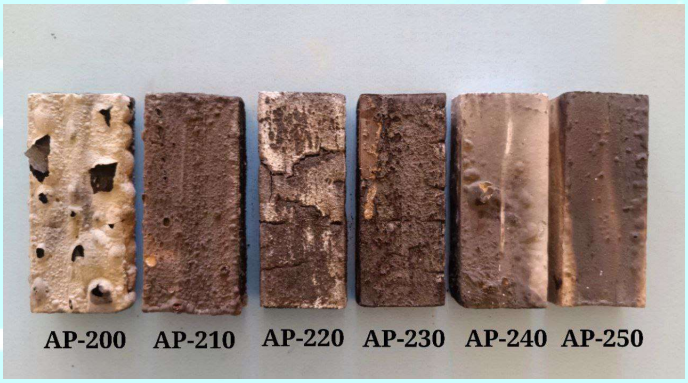
№	Namuna massasi			Impregnatsiya tarkibi sarfi, kg/m^2	Quruq tarkibning massa qo‘shimchasi		Namuna massasining yo‘qotilishi	
	Qoplashdan avvalgi massasi	Qopla-madan keyingi massa	Yondirish-dan keyingi massa	Yog‘ochga singdirilgan tarkib sarfi, kg/m^2	Qurutilgan himoya tarkibi sarfi, kg/m^2	Moddaning to‘liq so‘rilgan miqdori, kg/m^3	g	%
1	105.1	112	102.5	0.22	0.063	25.1	8.09	7.7
2	104.85	111.8	102	0.218	0.061	24.85	8.12	7.74
3	104.9	111.65	101.9	0.22	0.062	24.9	8.17	7.79
4	105	112.1	102.8	0.221	0.063	25.2	8.22	7.83
5	104.95	111.7	101.7	0.219	0.061	24.95	8.27	7.88
6	104.9	111.62	101.6	0.219	0.062	24.89	8.32	7.93
7	105.05	111.85	101.5	0.22	0.063	25	8.37	7.97
8	104.8	111.55	101.4	0.218	0.06	24.75	8.42	8.01
9	104.95	111.9	101.3	0.22	0.061	24.85	8.47	8.05
10	105	112	101.2	0.222	0.064	25.15	8.52	8.1
	o‘rtacha massa yo‘qotilish						8.3	7.9

ISSN 3030-3907



2-rasm. Antipiren qoplamasi bilan ishlov berilgan yog‘och namunalar.

Ushbu yong‘inbardosh tarkiblarni (2-rasm) GOST 16363-98 standartlari asosida sinov tadqiqot jarayonlari olib borilganda tahlillar shuni ko‘rsatdiki, eng samarali himoya natijalari alyuminiy gidroksid va vermikulit qo‘shilgan tarkibda kuzatildi. Bu kombinatsiya issiqlik ta’sirida inert gazlar va suv bug‘lari ajralishi bilan birga, yog‘och yuzasida zich himoya qatlamini hosil qilib, alangani sekinlashtiradi(3-rasm). Shuningdek, alyuminiy gidroksid, karbamid va bor kislotasi birikmasi ham yuqori samaradorlik ko‘rsatib, termik parchalanish jarayonida gazlar ajralishi va karbonlashish effektini kuchaytirishi tufayli yog‘ochni olovdan muhofaza qilishda ijobiy natija berdi[7].



3-rasm. Yog‘och namunalarining yondirilgandan keyingi holati

8-jadval

Yog‘och materiallarni yong‘inga chidamli tarkiblar bilan ishlov berish samaradorligini o‘rtacha massa yo‘qotilishi orqali GOST-16363 talablariga muvofiq tahlil qilish

Tarkib nomi	Massa yo‘qotilishi (%)	Himoya samaradorligi	Izoh
AP-200	8.5	I daraja	Issiqlik ta’sirida barqaror qatlam hosil qildi, himoya samarasi yuqori.
AP-210	24.65	Talabga javob bermaydi	Himoya qatlami tez parchalanib, issiqlikka chidamlilik sust bo‘ldi.

ISSN 3030-3907

AP-220	24.91	Talabga javob bermaydi	Qatlam bir xilligi va qotish sifati past, himoya samarasi yetarli emas.
AP-230	21.8	Talabga javob bermaydi	Modda parchalanishi yuqori bo‘lib, yong‘inbardoshlik samarasi sust.
AP-240	9.8	II daraja (samarali)	Kompleks himoya berib, sinergik ta’sir kuzatildi, ammo eng yuqori natija emas.
AP-250	7.9	I daraja (eng yaxshi)	Alyuminiy gidroksid va boshqa moddalarning uyg‘unlashuvi natijasida eng barqaror va samarali himoya qatlam hosil bo‘ldi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Qisqa texnologik tavsif: **AP-200**: mustahkam kolloid qatlam hosil qiluvchi aralashma yong‘inga chidamlilik beradi (I-daraja). **AP-210**: tarkib yuqori miqdorda issiqlikka chidamli, ammo qatlam barqaror emas. Standart talablariga to‘liq javob bermaydi. Himoya past, massa yo‘qotilishi yuqori. **AP-220**: qatlam yetarlicha barqaror emas, himoya samarasi past. Massa yo‘qotilishi yuqori. **AP-230**: issiqlik barqarorligi zaiflashgan, himoya samarasi qoniqarsiz, yong‘inga chidamlilik yetarli emas. **AP-240**: O‘rtacha samaradorlik, II-darajali yong‘inga chidamlilik. **AP-250**: eng samarali himoya, massa yo‘qotilishi eng past, I-darajali yong‘inga chidamlilik.

Ushbu tadqiqot natijalariga ko‘ra karbamid va alyuminiy gidroksid asosidagi sinergik tarkiblar yog‘och materiallar uchun uzoq muddatli va yuqori darajadagi yong‘inbardoshlikni ta’minlaydi[8].

Eng samarali kompozitsiya: **AP-250** (suyuq shisha + karbamid + bor kislotasi + alyuminiy gidroksid) eng past massa yo‘qotilishini (7.9%) ko‘rsatdi, I-darajali himoya ta’minlaydi. Bu sinergik ta’sir tufayli: alyuminiy gidroksid suv bug‘ini ajratib issiqlikni yutadi, bor kislotasi karbonlashishni kuchaytiradi, natijada REI bardoshligi 60–90 daqiqa.

O‘rtacha samaradorlik: **AP-250** (suyuq shisha + karbamid + alyuminiy gidroksid + KMS) va **AP-240** (suyuq shisha + karbomid + bor kislotasi + vermikulit) massa yo‘qotilishi 8.5% va 9.8% ni ko‘rsatdi. Vermikulit kengayuvchi qatlam hosil qilishi tufayli II-darajali himoya beradi, lekin **AP-250** dan pastroq.

ISSN 3030-3907

Sust samaradorlik: **AP-210** (suyuq shisha + bura + karbamid), **AP-220** (suyuq shisha + bor kislotasi + karbamid) va **AP-230** (suyuq shisha + karbamid + alyuminiy gidroksid + vermikulit) massa yo‘qotilishi 24.65%, 24.91% va 21.8% ni tashkil etdi. Bu tarkiblar standartga mos kelmaydi, chunki himoya qatlami tez parchalanadi, olov tarqalishi kamaymaydi.

Umumiy taqqoslash: Ishlov berilmagan yog‘och 69.48% massa yo‘qotilishi ko‘rsatdi, antipirenlar esa 7.9–24.91% oralig‘ida yaxshilash berdi. Tavsiya: Qurilishda **AP-250** ni qo‘llash, chunki u olov tarqalishini maksimal to‘xtatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Yuan Xien Lee a, Wei Wang, Yu Lei a, “Lulu Xu Flame-retardant coatings for wooden structures” // Progress in Organic Coatings, 2025,198
2. Liodakis, S., Tsapara, V., & Agiovlasitis, I. (2013). Thermal analysis and fire retardancy of wood treated with environmentally friendly fire retardants. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 111(2), 1207–1214.
3. Nazrun, T., Hassan, M. K., Hasnat, M. R., Hossain, M. D., Ahmed, B., & Saha, S. (2025). A Comprehensive Review on Intumescent Coatings: Formulation, Manufacturing Methods, Research Development, and Issues. Fire, 8(4), 155.
4. Wang, X., & Li, J. (2023). Fire-retardant treatment of wood: Development of phosphorus–nitrogen–silicon-based intumescent systems and their thermal performance. Construction and Building Materials, 392, 131–145.
5. GOST 16363-98 Yog‘och uchun yong‘inga qarshi vositalar. Yong‘inga qarshi xususiyatlarni aniqlash usullari.
6. Bekhta P., Hunko I., Sedliacik J. (2021). Effect of different fire retardants on birch plywood properties. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 145(3), 1133–1145.
7. Turku, I. (2023). A review of flame protection of wooden materials and future perspectives. Baltic Forestry, 29(2), 173–187.
8. Wei Zhang, Chuan shen Wang, Meiqi Fang Highly effective flame-retardant coatings consisting of urea-formaldehyde resin/aluminium hydroxide/boric acid for polystyrene foam (2024)

ISSN 3030-3907