



ЭПОКСИД СМОЛАСИ АСОСИДАГИ КОМПОЗИТ МАТЕРИАЛЛАРНИ ТЕРМОМЕХАНИК ХОССАЛАРНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Раҳмонкулов А. А.

Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, Қарши, Ўзбекистон

Аннотация: Ушбу мақолада материалнинг физик-механик хусусиятлари яхши сақланган ҳолда ёнгинга бардош берувчи қавариқланган қопламаларни эпоксид смоласи асосида ишлаб чиқилганлиги ҳақида сўз кетади. Шакиллантирилган қопламаларнинг таркиби ўрганилиб, ёнгинга чидамли қавариқланувчи кокс қатламининг ҳосил бўлиш механизми, унинг термофизик хусусиятлари ва олов таъсирида барқарорлиги ўрганилган.

Калит сўзлар: эпоксид смоласи, бинар тўлдирувчи, физик-кимёвий хоссалар, модификация, технология.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ

Раҳмонкулов А. А.

Қаршинский инженерно-экономический институт, Қарши, Ўзбекистон

Аннотация: В данной статье рассматривается разработка огнестойких выпуклых покрытий на основе эпоксидной смолы с хорошим сохранением физико-механических свойств материала. Изучен состав формируемых покрытий, изучен механизм формирования огнестойкого чешуйчатого коксового слоя, его теплофизические свойства и устойчивость под воздействием огня.

Ключевые слова: эпоксидная смола, бинарный наполнитель, физико-химические свойства, модификация, технология.

RESEARCH OF THERMOMECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS BASED ON EPOXY RESIN

Rakhmonkulov A. A.

Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

Abstract: This article discusses the development of fire-resistant convex coatings based on epoxy resin, with good preservation of the physical and mechanical properties of the material. The composition of the formed coatings has been studied, the mechanism of formation of a fire-resistant flaky coke layer, its thermophysical properties and stability under the influence of fire have been studied.

Keywords: epoxy resin, binary filler, physicochemical properties, modification, technology.

Қириш.

Кейинги пайтларда бутун жаҳон миқёсида ёнгин хавфсизлигини таъминловчи технологик қурилмаларни ишлаб чиқариш ва такомиллаштириш кенг аснода ривожланиб келмоқда. Ёнгин хавфсизлигини етарли даражада таъминлаш учун ўта юқори иссиқликка бардош берувчи полимер композитли материаллардан қопламалар шакиллантириш полимерлар илимида долзарб муаммолардан бири бўлиб қолмоқда.

Шуни таъкидлаш керакки, қурилиш материалларни ташкил қилувчи ёғоч, полимер, темир-бетон ва металл конструкцияларни янги замонавий турлари ишлаб чиқиши





натижасида ёнувчанлик хусусияти юқори бўлган композит материаллар бир неча ўн дақиқада бутунлай ёниб кетиши айниқса металл конструкцияларни қисқа вақт ичида ўзининг мустаҳкам физик-механик хоссаларни йўқотиши оқибатида иқтисодий ва экологик зарарларни келтириб чиқиши, исиклик техникаси илмини янада чуқурроқ ўрганишни талаб этади [1].

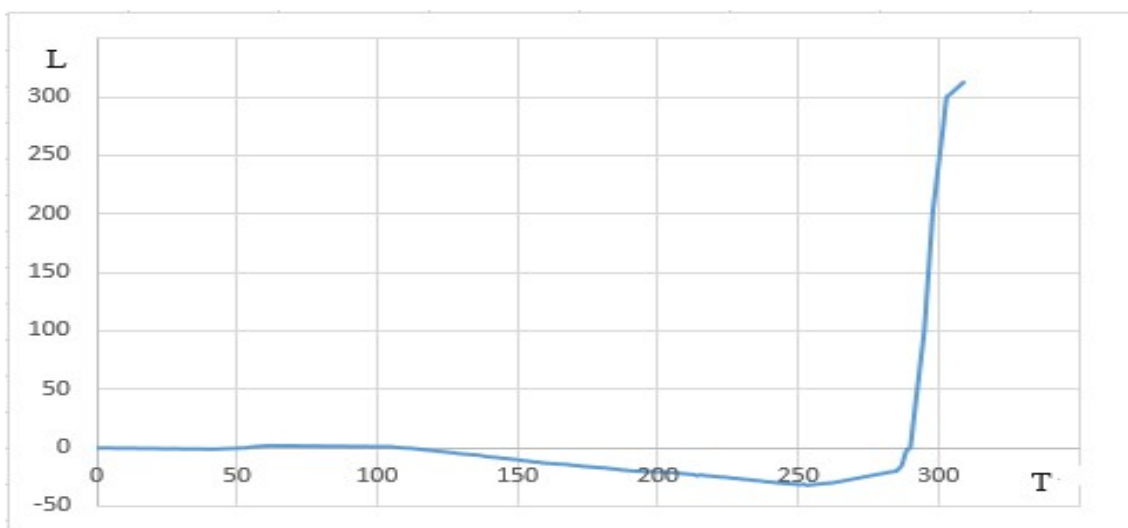
Ишлаб чиқаришда металл конструкцияларни қўллашнинг турли имкониятлари ва афзалликлари туфайли айни пайтда кўпроқ пўлат конструкцияларга бўлган талаб ошиб бормоқда. Маълумки, бино ва иншоотлар, катта стадионлар, денгиз ҳамда курукликдаги нефт газларни қазиб олиш ва қайта ишлашда катта миқдордаги металл конструкциялар қўлланилишига талаб йилдан йилга ошиб бормоқда, шунинг учун ҳам металл конструкциялар асосида қурилган объектлар хавфсизлигига алоҳида эътибор бериш ва бу соҳани такомиллаштириш илмий ёндашувларни талаб этади.

Материал ва усуллар.

Металл конструкцияларда исиклик ўтказувчанлиги даражаси етарли катта ва уларнинг механик хусусиятлари тўғридан-тўғри ҳароратга боғлиқ бўлади. Шунингдек ёнғин содир бўлганда, ҳаддан ташқари юқори ҳарорат материалларнинг механик мустаҳкамлигини, яъни деформацияга чидамлик қобилиятининг кескин пасайишига, баъзи тадқиқотларга кўра, механик жиҳатидан мустаҳкам бўлган пўлатнинг ҳарорати 500°C га етганда унинг мустаҳкамлиги тахминан 40-50% га пасаяди, бу эса иншоотларнинг талаб қилинадиган мустаҳкамлик даражасидан паст бўлади. 600°C да пўлат конструкция ўз кучини бутунлай йўқотади ва ёнғин содир бўлганда ўта юқори ҳароратларда, иншоотлар 15 дақиқа ичида да кулаб тушади, бу эса ҳаёт учун катта хавф ва иқтисодий йўқотишларга олиб келади [2].

Натижалар ва муҳокамалар.

Эпоксид смоласи асосида олинган қопламанинг термомеханик хоссаларни тадқиқ этишда ўтказилган амалий тажрибалар давомида олинган қопламанинг термик хусусиятларини ўрганишда термомеханик усулда намуна юзасига маълум ўзгармас масса таъсир эттирилди. Ушбу ҳолатда белгиланган меъёрлар асосида (ISO 11359) ВЭП-3 сиртига таъсир эттирилаётган ўзгармас массага мутаносиб равишда ҳарорат ортириб борилди ва термомеханик эгри чизигининг ўзгариш жараёни тасвирлантирилди ва олинган намуна 20 Н доимий куч остида 350°C ҳароратгача қиздирилади (1-расм) [3-5].



1-Расм. ВЭП-3 полимер композитнинг термомеханик эгри чизиги: Т - ҳарорат, $^{\circ}\text{C}$; L- деформация инверсияси мм;

Кўришиб турибдики, термомеханик эгри чизикда намунадаги 50°C ҳароратгача доимий ўзгаришсиз деформация кузатилади, ҳароратнинг $70-280^{\circ}\text{C}$ оралиғида намуна деформациясининг шишиш (кейнгайиш) инверсияси кузатилади. Ҳароратни оширишни давом эттириш ВЭП-3 полимер намунасининг юқори эластик юмшаш ҳолатга ўтишига олиб

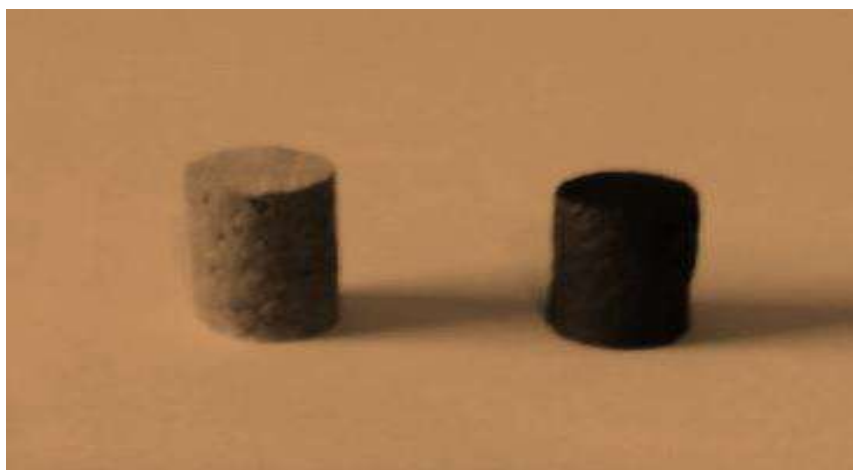
келади. Бу жараён 350°C ҳароратгача кузатилди ва ҳарорат ҳамда деформациянинг ўзгариш оралиқлари 1-жадвалда келтирилган .

1-жадвал

Ҳарорат ва деформациянинг ўзгариш интерваллари келтирилган.

№	Температура	Деформация
1	0°C - 50°C	0 мм – (-1)мм
2	50°C - 100°C	(-1) мм – 2мм
3	100°C - 150°C	2мм –(-10)мм
4	150°C - 200°C	(-10)мм –(-20)мм
5	200°C - 250°C	(-20)мм –(-31)мм
6	250°C - 290°C	(-31)мм –0 мм
7	290°C - 350°C	0мм –400мм

Термомеханик таҳлил учун олинган намунанинг юзаси 176мм²га тенг бўлади (2-расм). Композит намунасига 0.11 МН/м² оғирлик кучи таъсир этирилганда ҳарорат 0°C дан 50°C оралиғида деформация 0 мм дан (-1) мм ўзгариш кузатилди. Ҳарорат 50-100°C да деформация кучи (-1) мм – 2 мм га тенг. Ҳарорат 100- 150°C да 2 мм – (-15) мм гача шишиш (кейнгайиш) кузатилди таҳлиллар шуни кўрсатадики 290 - 350°C ҳароратда ВЭП-3 полимер намунасининг юқори эластик ҳолатга ўтиши деформация кучи 0– 400 мм га олиб келади. Ниҳоят ҳарорат 350°C оралиғида намуна деформацияси 400 мм да инверсиясини энг юқори кўрсаткичи кузатилди.



2-расм. ВЭП-3 композитининг деформациядан олдинги ва кейинги кўриниши.

Эпоксид смолалари асосидаги полимер материалларни оловбардошлик хусусиятларни тадқиқ этишда ГОСТ 12.1.044-2018 ва ГОСТ 21793-76 лар асосида полимер композит намунаси тайёрланган[6].

Эпоксид смоласи асосидаги ёнғиндан химояловчи қавариқланадиган полимер қопламаларни ишлаш механизмига кўра улар таркибида полимер боғловчилар, антипирен, 200-300°C ҳарорат таъсирида газ ҳосил қилувчи қавариқланувчи кимёвий қўшимчалар ҳамда тўлдирувчиларни 5-40% гача бўлган нисбатларни кислород индексига таъсири тадқиқ этилди. Бундан ташқари ушбу турдаги полимер қопламаларда полимер боғловчи массасига нисбатан 10% миқдорда қотирувчилар қўлланилади. Қотирувчилар сифатида таркибида азот сақлаган органик бирикмалардан иборат бўлади.



Ёнғиндан ҳимояловчи қавариқланадиган полимер композитларни ҳосил қилувчи кимёвий таркибларни ўзаро нисбатларни кислород индексига таъсирларини ўрганишнинг синов тажриба натижалари.

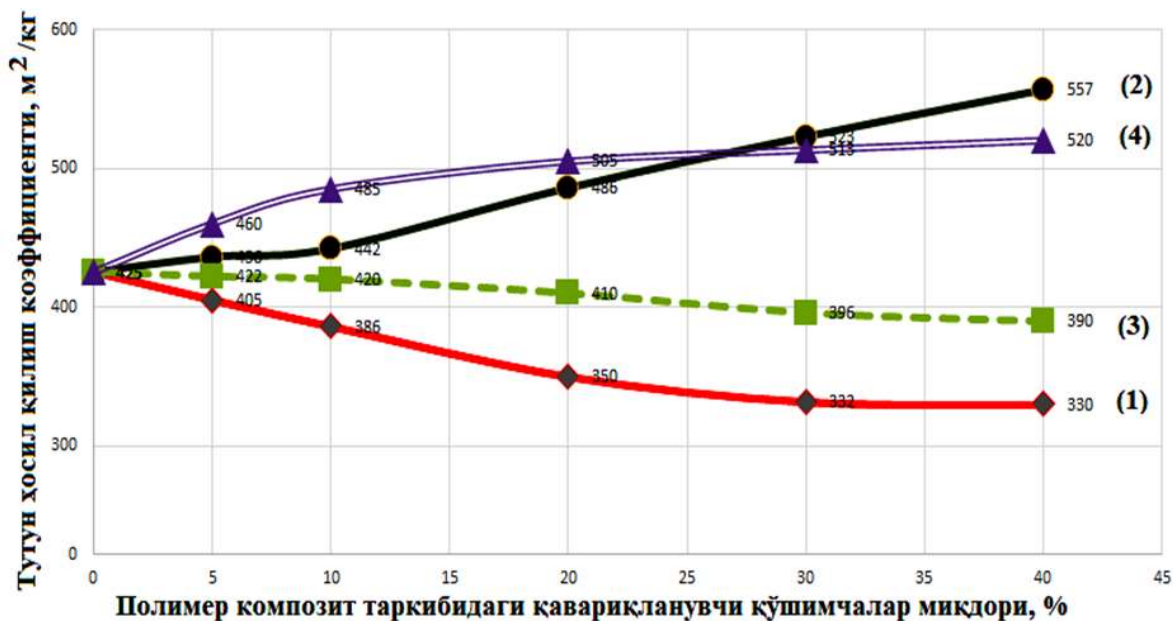
Қавариқ ҳосил қилувчи таркиблар ва антипирен миқдори, масс, %	Эпоксид смола	-	Кислород индекс, %
эпоксид смоласи	30		17-19,0
тиокол каучук	5,0		
Каолин	30		35
Вермикулит	10		
УНТ	5		
уротропин	20		
эпоксид смоласи	30		
тиокол каучук	5,0		
Каолин	8		38
Вермикулит	30		
УНТ	12		
Аммофос	15		

Эпоксид смоласи асосида олинган ёнғиндан ҳимояловчи қавариқланадиган полимер композитли қопламаларнинг тутун ҳосил қилиш хусусиятини тадқиқ этиш [7] ишда кўриб чиқилган. Муаллифлар томондан ушбу ишда эпоксид смоласи асосида шакиллантирилган полимер композит материалларнинг ҳароратга барқарорлиги, алангаланиши, кислород индекси ва тутун ҳосил қилиш хусусиятларига минерал тўлдирувчилар, қавариқ-ланувчи кимёвий қўшимчалар, антипиренлар ҳамда бошқа кимёвий моддаларнинг кимёвий табиатининг таъсири тажриба синов жараёнларда ўрганилди.

Тажриба синов ишларида олинган намуналар асосида тутун ҳосил қилиш коэффициентини экспериментал тарзда аниқлаш бўйича тадқиқотлар 14,2°C; ҳароратда, 97,7 кПа атмосфера босимида ўтказилди. “Тутун ҳосил қилиш коэффициенти аниқлаш” ГОСТ 12.1.044-2018 га мувофиқ олиб борилган [6].

Тақиқ этилаётган эпоксид смоласи асосидаги ёнғиндан ҳимояловчи қавариқланадиган полимер композитли қопламаларни тутун ҳосил қилиш хусусиятига, таркибида фосфор мавжуд бўлган кимёвий моддаларнинг сезиларли таъсир этганлиги ва қопламаларнинг термофизик хусусиятлари тадқиқотлар жараёнида аниқланди ва таҳлиллар ўтказилди. Таҳлиллар шуни кўрсатдики, таркибида фосфор сақлаган моддаларни турли нисбатлари модданинг миқдорини ошириши туғлиқ тутун ҳосил қилиш хусусиятини камайтириши аниқланди ва бу натижалар [7, 8] ишларда ҳам ўз тасдиқини топқанлигини алоҳида қайд этишимиз керак. Шунинг билан бир қаторда мазкур қопламаларнинг тутун ҳосил қилиш коэффициенти полимер боғловчилар, қавариқланувчи кимёвий қўшимчалар ҳамда тавсия этилаётган янги турдаги антипиренларнинг нисбатларига боғлиқлиги ҳам ўрганилди.

ТКТИИнинг экспериментал лабораториясида ҳосил қилинган қопламалар таркибига қавариқ ҳосил қилувчи нисбатлар олиниб, ҳар хил фоиз миқдориди полимер композитга қўшилиб тутун ҳосил қилиш жараёни ўрганилди ва ушбу жараёнга баҳо берилди. Натижаларни 3-расмда келтирилган маълумотлар орқали таҳлил қилинганда тавсия этилган этилган нисбатлар бошқа таркибларга қараганда юқори самарадорликка эга эканлиги аниқланди ва [9, 10] тадқиқ этилган ишлар асосида ўз тасдиқини топди.



3-расм. Полимер композит таркибидаги материалларни тутун ҳосил қилиш хусусиятига таъсири.

Хулоса.

Шундай қилиб, эпоксид смоласи асосидаги ёнғиндан ҳимояловчи қаварикланадиган полимер композитли қопламалар таркибида фосфор, азот ва металл сақлаганлиги сабабли уларни юқори адгезия, ҳароратга барқарорлиги, коррозиябардошлиги юқори бўлган полимер композит қопламалари сифатида тавсия этиш мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Lee, Seng Hua & Antov, Petar & Kristak, Lubos & Réh, Roman & Lubis, Muhammad Adly. (2023). Application of Wood Composites III. Applied Sciences. 13. 6712. [10.3390/app13116712](https://doi.org/10.3390/app13116712).
2. Xu, Zhisheng & Zhao, Wenjun & Feng, Yuwei & Tang, Xinyu & Yan, Long. (2022). Processing of Pinus sylvestris into remarkable heat- insulating, thermally stable, and flame-retarded materials by combining the flame retardant impregnation and densification treatment. 10.21203/rs.3.rs-2139220/v1.
3. Shuai Zhou, Zhengguo Chen, Roger Tusiime, Chao Cheng, Zeyu Sun, Lei Xu, Yong Liu, Minqiang Jiang, Jinli Zhou, Hui Zhang, Muhuo Yu, Highly improving the mechanical and thermal properties of epoxy resin via blending with polyetherketone cardo, Composites Communications, Volume 13, 2019, Pages 80-84, <https://doi.org/10.1016/j.coco.2019.03.003>
4. Xiao Wan, Baris Demir, Meng An, Tiffany R. Walsh, Nuo Yang, Thermal conductivities and mechanical properties of epoxy resin as a function of the degree of cross-linking, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 180, 2021, 121821, <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.121821>
5. Haowei Ma, Taidong Li, Baisong Pan, Jiquan Li, Shaofei Jiang, Xiang Peng, Liting Jing, Tensile behaviour of isotactic polypropylene with different crystallinities and service temperatures, Polymer Testing, Volume 116, 2022, 107756, <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2022.107756>
6. ГОСТ 12.1.044-2018 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»
7. Xu-Chen Jiang, Ping Li, Yun Liu, Yuan-Wei Yan, Ping Zhu, Preparation and properties of APP flame-retardant ramie fabric reinforced epoxy resin composites, Industrial Crops and Products, Volume 197, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116611>



8. Зверев В. Г., Гольдин В. Д., Теплоухов А. В. Лучистый нагрев вспучивающихся теплозащитных покрытий // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – Т. 57, № 8-2. – С. 142-147.
9. Sergio Estravís, Josías Tirado-Mediavilla, Mercedes Santiago-Calvo, José Lui Ruiz-Herrero, Fernando Villafañe, Miguel Ángel Rodríguez-Pérez, Rigid polyurethane foams with infused nanoclays: Relationship between cellular structure and thermal conductivity, European Polymer Journal, Volume 80, 2016, Pages 1-15, <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2016.04.026>.
10. Wang Zhan, Le Chen, Zhaozhan Gu, Juncheng Jiang, Influence of graphene on fire protection of intumescent fire retardant coating for steel structure, Energy Reports, Volume 6, Supplement 2, 2020, Pages 693-697, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.139>.