



**ENERGIYA TEJAMKOR TEXNOLOGIYALAR VA QURILMALAR//
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И УСТАНОВКИ//ENERGY
SAVING TECHNOLOGIES AND INSTALLATIONS**

УЎК 65.7.038, 620.197

**ТЕРМОБАРҚАРОР ПОЛИМЕР КОМПОЗИТЛАРНИНГ ТЕРМОМЕХАНИК
ХУСУСИЯТЛАРИНИ ВИКА УСУЛИ БЎЙИЧА ТАДҚИҚ ЭТИШ**

Раҳманқулов Алиқул Амирович¹-физика-математика фанлари номзоди, доцент
E-mail: rahmanqulovalikul@gmail.com

Узоқов Ғулом Норбоевич¹- техника фанлари доктори, профессор
ORCID: 0009-0005-7386-8075 E-mail: uzoqov66@mail.ru

Джалилов Абдулаҳат Турапович²-академик.
E-mail: gup_tniixt@mail.ru

¹Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, Қарши, Ўзбекистон

²Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси академиги, “Тошкент кимё-технология
илмий-тадқиқот институти” МЧЖ директори.

Богланиш учун: Раҳманқулов Алиқул Амирович-физика-математика фанлари номзоди,
доцент

E-mail: rahmanqulovalikul@gmail.com

Аннотация. Кириш. Пластмассаларда аниқ эриш нуқтаси мавжуд бўлмаганлиги учун эриш ҳароратига эквивалент қилиб материалнинг юмиш температурасини тадқиқ этиш керак. Шунинг учун ВИКА юмишти ҳарорати эритма нуқтаси учун эквивалент қиймат сифатида киритилади. Бунда пастки юзаси текис бўлган стандарт индентер юк остида доимий тезликда 1 мм чуқурликка қиздирилган синов намунасига кириб борадиган ҳароратни ҳисобга олиб, ВИКА юмишти ҳарорати эритма нуқтаси учун эквивалент қиймат сифатида киритилди. ВИКА бўйича юмишти ҳароратини аниқлаш усули ГОСТ 15088, ISO 306, ДИН 53460, АСТМ Д1525 стандартларида тартибга солинади.

Тадқиқот усуллари ва материаллар. Ушбу муаммони ҳал қилишнинг турли усуллари мавжуд, уларнинг энг муҳимларидан бири ВИКА юмишти ҳароратидир.

Натижалар. ПП асосида турли нисбатларда олинган ПП+ Каолин: вермикулит: УНТ; ПЭ асосида ПЭ+ Каолин: вермикулит: УНТ; ПЭ+ Каолин: вермикулит: УНТ бинар тизимлар яратилди

Хулоса. Яратилган бинар композит тизим иқтисодий ва импорт ўрнини босади, чунки уларнинг таркибида ишлатиладиган реактивларнинг аксарияти маҳаллий хом ашё чиқиндиларидан иборат.

Калит сўзлар: Бинар тизимлар; ВИКА юмишти ҳарорати; полиэтилен; каолин: вермикулит; полипропен.

Дата поступления: 24.01.2024. После обработки: 01.03.2024. Принято печать: 14.03.2024

УДК 65.7.038, 620.197

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРМОСТАБИЛЬНЫХ
ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ МЕТОДОМ ВИКА**

Раҳманқулов Алиқул Амирович¹-кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: rahmanqulovalikul@gmail.com





Узаков Гулом Норбоевич¹ – доктор технических наук, профессор

ORCID: 0009-0005-7386-8075 E-mail: uzoqov66@mail.ru

Джалилов Абдулахат Турапович², - академик.

E-mail: gup_tniixt@mail.ru

¹Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан

²Академик Академии наук Республики Узбекистан, директор ООО «Ташкентский химико-технологический научно-исследовательский институт».

Аннотация: Введение. Поскольку пластмассы не имеют определенной температуры плавления, необходимо определить температуру размягчения материала, эквивалентную температуре плавления. Поэтому температура размягчения ВИКА вводится как эквивалентное значение для температуры растворения. При этом, принимая во внимание температуру, при которой нижняя поверхность проникает в исследуемый образец, нагретый на глубину 1 мм с постоянной скоростью при плоской стандартной нагрузке индентором, температура размягчения ВИКА была введена в качестве эквивалентного значения для точки растворения. Метод определения температуры релаксации ВИКА регламентирован стандартами ГОСТ 15088, ISO 306, din 53460, ASTM d1525.

Методы и материалы исследования. Существуют различные способы решения этой проблемы, одним из важнейших из которых является температура размягчения ВИКА.

Результаты. На основе ПП, полученного в различных пропорциях ПП+ Каолин: вермикулит: УНТ; ПЭ на основе ПЭ+ Каолин: вермикулит: ЕНТ; ПЭ+ Каолин: вермикулит: созданы бинарные системы ЕНТ

Заключение. Созданная бинарная композитная система является экономичной и импортозамещающей, поскольку большая часть используемых в ее составе реагентов является отходами отечественного сырья.

Ключевые слова: бинарные системы; температура размягчения ВИКА; полиэтилен; каолин; вермикулит; полипропилен.

UDC 65.7.038, 620.197

RESEARCH OF THERMO-MECHANICAL PROPERTIES OF THERMO-STABLE POLYMER COMPOSITES BY THE VIKA METHOD

Rakhmankulov Aliqul Amirovich¹-candidate of physics-mathematical sciences, docent

E-mail: rahmankulovalikul@gmail.com

Uzakov Gulom Norboevich¹ - doctor of technical sciences, professor

ORCID: 0009-0005-7386-8075 E-mail: uzoqov66@mail.ru

Djalilov Abdulahat Turapovich²- academic.

E-mail: gup_tniixt@mail.ru

¹Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

²Academic of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Director of “Tashkent Chemical-Technological Research Institute” LLC.

Abstract. Introduction. Since plastics do not have an exact melting point, it is necessary to study the softening temperature of the material as equivalent to the melting temperature. Therefore, the VIKA softening temperature is included as an equivalent value for the melting point. In this case, the VIKA softening temperature was introduced as an equivalent value for the melting point, taking into account the temperature penetrating the test sample heated to a depth of 1 mm at a constant speed under load by a standard indenter with a flat bottom surface. The method of determining softening temperature according to VIKA is regulated by GOST 15088, ISO 306, DIN



53460, ASTM D1525 standards.

Research methods and materials. There are various ways to solve this problem, one of the most important of which is the VIKА softening temperature.

Results. Based on PP, obtained in different proportions PP+ Kaolin: vermiculite: UNT; PE based on PE+ Kaolin: vermiculite: UNT; PE+ Kaolin: vermiculite: UNT binary systems were created

Conclusions. The created binary composite system is economical and import substitute, since most of the reagents used in their composition are domestic raw material waste.

Keywords: Binary systems; VIKА softening temperature; polyethylene; kaolin: vermiculite; polypropylene.

Иқтибос учун: Рахманқулов А.А., Узоқов Ғ.Н., Джалилов А.Т. Термобарқарор полимер композитларнинг термомеханик хусусиятларини ВИКА усули бўйича тадқиқ этиши. Муқобил энергетика. 2024. №1 (12). 52-61 б.

Кириш

Пластмассаларда қаттиқ агрегат ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиш жараёнида аниқ эриш нуқтаси мавжуд эмас, шунинг учун термопластларда термомеханик хусиятлар тадқиқ қилинишида белгиланган оғир юк остида ҳар хил ҳароратларда термомеханик тадқиқотлар олиб борилади.

Вика усули бўйича термобарқарорлик - бу полимер материалларнинг юқори ҳароратда юшмаслик (қаттиқлигини сақлаш) қобиляти ҳисобланади. Термобарқарорлик полимернинг кимёвий тузилишига ва тўлдирувчи таркибига боғлиқ. Полимерлар таркибига техноген чиқиндилар, минерал тўлдирувчилар ва антипиренлардан иборат термобарқарор кимёвий таркибларни кўшилиши натижасида термобарқарор полимер композит материалларнинг иссиқбардошлигининг ошганлигини кўриш мумкин [1-3].

Тадқиқот усуллари ва материаллар

Полимерлар таркибига тўлдирувчиларнинг киритилиши натижасида ВИКА бўйича термобарқарорликнинг ошиши ПЭ асосидаги полимернинг кристалланиш даражасининг ортиши билан боғлиқ. ПЭ таркибига 10-30% миқдорда тўлдирувчиларнинг киритилиши натижасида Вика бўйича иссиқбардошлиликни 100°C дан 120°C гача оширганлигини кўриш мумкин [4,6].

Вика юмшатиш нуқтасини аниқлаш

Усулнинг моҳияти, стандарт индентер, юк таъсирида, доимий тезликда иситиладиган синов намунасига 1 мм чуқурликдаги ҳароратни аниқлашдан иборат.

Ускуналар:

Стендга бириктирилган таянч плитаси бўлган металл новда, чуқурлик чуқурлигини ўлчаш учун чуқурлик ва ўлчаш мосламасидан иборат Висат синов қурилмаси;

120 ± 10 °С / соат тезликда ҳароратнинг бир хил ўсишини таъминлайдиган назорат қилиш мосламаси бўлган термостатни қурилмаси;

± 0,5° С хатолик билан ҳароратни ўлчашни таъминлайдиган иссиқлик ташувчиси ҳароратини ўлчаш учун қурилма.

Юмшатиш ҳарорати ҳаво ва суюқ муҳитда аниқланади. Ҳароратни назорат қилувчи суюқликлар сифатида керосин мойи, трансформатор мойи, силикон мойи ва глицерин ишлатилади.

Суюқ муҳитда юмшатиш ҳароратини аниқлаш усули термопластиклар учун, ҳавода - бошқа пластмассалар, шу жумладан Висат юмшатилиш ҳарорати 200 ° С дан юқори бўлган пластмассалар ва суюқ муҳитга чидамли бўлмаган пластмассалар учун қўлланилади [7].

Натижалар ва таҳлиллар





Термобарқарор кимёвий таркиблар билан ПЭни модификациялаш асосида олинган полимер материалларни Вика бўйича иссиқбардошлилиги 100°C дан 120°C гача ошганлигини кўриш мумкин. Ушбу олинган натижалар термобарқарор полимер композит материалларни юқори ҳароратда ишлатиш мақсадидаги талаб этиладиган стандартларга жавоб беришини кўрсатади (1-жадвал).

1-жадвал

Термобарқарор кимёвий таркиблар билан ПЭни модификациялаш асосида олинган полимернинг ВИКА бўйича иссиқбардошлилиги

Table 1

Heat resistance according to VICA of the polymer obtained based on the modification of PE with thermostable chemical compositions

№	Термобарқарор полимер композит таркиби	Таъсир этилган ҳарорат, °C
1	ПЭ	100
2	ПЭ+ Каолин: вермикулит: УНТ (1:1:0,5)	110
3	ПЭ+Каолин: вермикулит:УНТ (0,5:1:0,5)	120
4	ПЭ+Каолин: вермикулит: УНТ (0,5:2:1)	109

Тўлдирувчилар билан модификацияланган полипропилен асосидаги термобарқарор полимер композит материалларни Вика бўйича термобарқарорликнинг ошиши ПП асосидаги полимернинг кристалланиш даражасининг ортиши билан боғлиқ. ПП таркибига 10-30% миқдорда оловбардош таркибларни киритилиши натижасида Вика бўйича иссиқбардошлиликни 110°C дан 127°C гача оширганлигини кўриш мумкин (2-жадвал).

2-жадвал

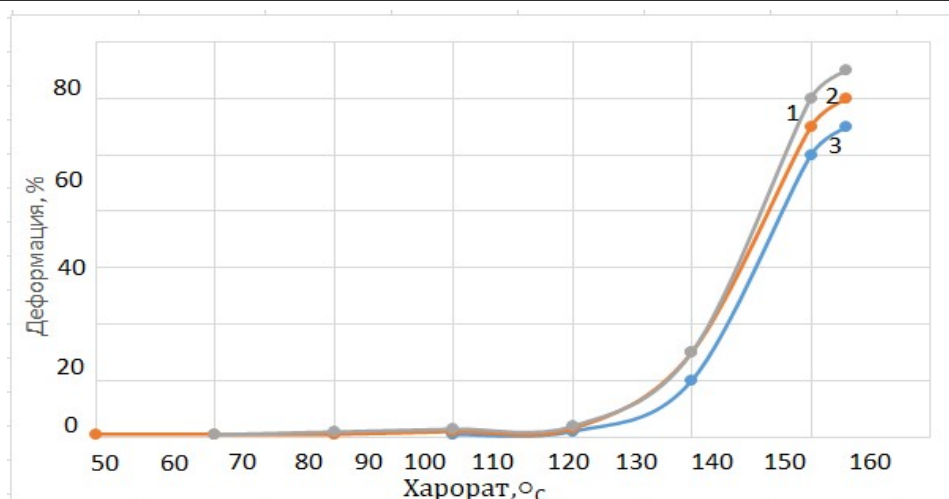
Термобарқарор кимёвий таркиблар билан ППни модификациялаш асосида олинган полимер Вика бўйича иссиқбардошлилиги

Table 2

Heat resistance according to VICA of the polymer obtained on the basis of modification of PP with thermostable chemical compositions

№	Термобарқарор полимер композит таркиби	Таъсир этилган ҳарорат, °C
1.	ПП	110
2.	ПП+ Каолин: вермикулит: УНТ (1:1:0,5)	121
3.	ПП+Каолин: вермикулит:УНТ (0,5:1:0,5)	127
4.	ПП+Каолин: вермикулит: УНТ (0,5:2:1)	120

Термобарқарор кимёвий таркиблар билан ППни модификациялаш асосида олинган полимер қурилиш материалларни Вика бўйича иссиқбардошлилиги 110°C дан 127°C гача ошганлигини кўриш мумкин. Ушбу олинган натижалар термобарқарор полимер композит материалларни юқори ҳароратда ишлатиш мақсадидаги талаб этиладиган стандартларга жавоб беришини кўрсатади.



1-расм. Полиэтилен асосидаги полимер композит намуналарнинг термомеханик хусусиятлари.

1).ПЭ+ Каолин: вермикулит: УНТ (1:1:0,5); 2). ПЭ+Каолин: вермикулит: УНТ (0,5:1:0,5); 3). ПЭ+Каолин: вермикулит: УНТ (0,5:2:1)

Figure 1. Thermomechanical properties of polyethylene-based polymer composite samples. 1).PE+ Kaolin: vermiculite: UNT (1:1:0.5); 2). PE+Kaolin: vermiculite: UNT (0.5:1:0.5); 3). PE+Kaolin: vermiculite: UNT (0.5:2:1)

ПЭ асосидаги ПКМ ларда термомеханик эгри чиқларга 7-15мкм ўлчамдаги тўлдирувчиларнинг таъсири орқали дастлабки полимернинг суюкланиш ҳароратининг ўзгариши юзага келди (1-расм.). Шунини таъкидлаш керакки, ПЭ асосидаги ушбу ПКМ етарли даражада кристалланган бўлиб, уларда ҳароратнинг кенг оралиқида сезиларли деформациялар кузатилмайди, бу эса амалда юқори эластиклик тузилишга эга эмаслиги билан боғлиқдир.

Шунини таъкидлаш керакки, барча олинган натижалар бир хил кўринишга эга, ПЭ ва ПП га тегишли бўлган аморф-кристал полимерга хос бўлган юқори кристалл фазасига эга. Демак ушбу термобарқарор полимер композит материаллар етарли даражада кристалланган бўлиб, уларда ҳароратнинг кенг оралиқида сезиларли деформациялар кузатилмайди, бу эса амалда юқори эластиклик тузилишга эга эмаслиги билан боғлиқ. Деформациянинг кескин ошиши ва ўрганилаётган намуналар учун максимал қийматларга эришиш фақат эриш нуқтасига яқинлашганда содир бўлади [8].

Барча ўрганилаётган олвбардош полимер композитларнинг термомеханик эгри чиқиқлари ёрдамида аниқланган юмшаш ҳароратларининг натижалари қўйидаги жадвалларда келтирилган (3-жадвал).

3-жадвал

Термобарқарор кимёвий таркиблар билан ПЭни модификациялаш асосида олинган полимер материалларни юмшаш ҳароратлари қийматлари

Table 3

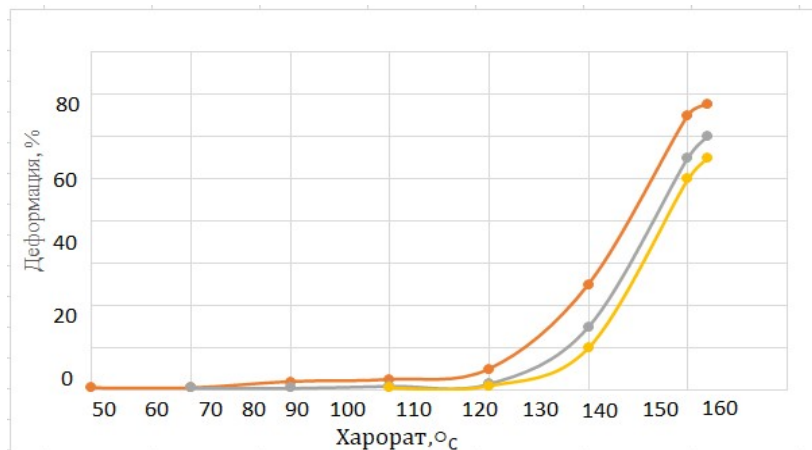
Values of softening temperatures of polymer materials obtained on the basis of modification of PE with thermostable chemical compositions

Термобарқарор полимер композит таркиби	Юмшаш ҳарорати, °C
ПЭ	130
ПЭ+ Каолин: вермикулит: УНТ (1:1:0,5)	142
ПЭ+Каолин: вермикулит:УНТ (0,5:1:0,5)	147
ПЭ+Каолин: вермикулит: УНТ (0,5:2:1)	143



Жадвалдан кўриниб турибдики, полиэтиленга техноген чиқиндилар, минерал тўлдирувчилар ва антипиренлар асосидаги термобарқарор кимёвий таркибларни киритилиши полимер материалларнинг юмшаш ҳарорати дастлабки полимерга нисбатан бир мунча (130 дан 147°C гача) ошган, буни термобарқарор полимер композитларни кристалланиш даражасининг ортиши билан тушунтириш мумкин.

Полипропилен асосидаги термобарқарор полимер композитларни дастлабки полимерга нисбатан юмшаш ҳароратининг ўзгариши нисбатан катта фарқга эга эканлиги тажриба синовлар асосида аниқланди. 3.9-расмда энг характерли фарқларга эга бўлган термомеханик эгрилар келтирилган.



2-расм. Полипропилен асосидаги полимер композит намуналарнинг термомеханик хусусияти.

- 1). ПП+ Каолин: вермикулит: УНТ (1:1:0,5); 2). ПП+Каолин: вермикулит: УНТ (0,5:1:0,5); 3). ПП+Каолин: вермикулит: УНТ (0,5:2:1)

Figure 2. Thermomechanical properties of polypropylene-based polymer composite samples.

- 1) PP+ Kaolin: vermiculite: UNT (1:1:0.5); 2). PP+Kaolin: vermiculite: UNT (0.5:1:0.5); 3). PP+Kaolin: vermiculite: UNT (0.5:2:1)

ПП асосидаги ПКМ ларни дастлабки полимерга нисбатан юмшаш ҳароратининг ўзгариши нисбатан катта фарқга эга эканлиги тажриба синовлар асосида аниқланди. 3.9-расмда энг характерли фарқларга эга бўлган термомеханик эгри чизиқлар келтирилган. Ўрганилаётган ПКМ намуналари учун деформациянинг кескин ошиши ва юқори қийматларга етиши фақат юмшаш жараёнига яқинлашганда содир бўлади.

4-жадвал

Термобарқарор кимёвий таркиблар билан ППни модификациялаш асосида олинган полимер материалларни юмшаш ҳароратлари қийматлари

Table 4

Values of softening temperatures of polymer materials obtained on the basis of modification of PP with thermostable chemical compositions

Термобарқарор полимер композит таркиби	Юмшаш ҳарорати, °C
ПП	138
ПП+ Каолин: вермикулит: УНТ (1:1:0,5)	147
ПП+Каолин: вермикулит:УНТ (0,5:1:0,5)	150
ПП+Каолин: вермикулит: УНТ (0,5:2:1)	148

Жадвалдан кўриниб турибдики, полипропиленга техноген чиқиндилар, минерал тўлдирувчилар ва антипиренлар асосидаги термобарқарор кимёвий таркибларни киритилиши полимер материалларнинг юмшаш ҳарорати дастлабки полимерга нисбатан бир мунча (138



дан 150°C гача) ошган, буни термобарқарор полимер композитларни кристалланиш даражасининг ортиши билан тушунтириш мумкин.

Термобарқарор полимер композит материалларни термик ва теплофизик хоссаларини ўрганиш шуни кўрсатадики, термобарқарор композитларнинг қаттиқлиги кристалланиш даражасининг ошиши ҳисобига ортади, шунга кўра полимернинг юмшаш ҳарорати ва иссиқбардошлилиги ҳам ортади

Шунинг учун юқори мустаҳкамлик ҳамда юқори ҳароратбардошлиликка эга бўлган полимер матрицаларни олишда тўрсимон структурали гибрид боғловчиларни қўллаш самарали ечим сифатида кўрсатилади.

Модификацияланган юқори молекуляр оғирликдаги полиэтилен. Ультра юқори молекуляр оғирликдаги ПЭ билан аралаштирилган турли хил табиатли тўлдирувчилар асосида шакллантирилган полимер композитларини яратиш учун полипропилен (ПП) асосидаги полимер чиқиндиларидан ўринли фойдаланиш усулини ишлаб чиқишни йўлга қўйиш керак бўлади [9].

Полимер композитларининг ёрилиши ва эгилиши жараёнида термогравиметрик таҳлил ва дифференциал сканерлаш калориметриясининг куч хусусиятларини ўрганиш керак бўлади. Тажрибалар жараёнида полимерларни эритишда аралаштириш камерасидаги максимал момент аралашманинг таркибига қараб қўшимча равишда ўзгармаслиги кўрсатилган.

Максимал моментнинг ўсиши иккинчи даражали полипропилен 5% масса билан тўлдирилганда 2 мартадан кўпроқ содир бўлади. Ультра юқори молекуляр оғирликдаги ПЭ 25-35% га камаяди, чунки УЮМОПЭ полипропилен билан массанинг 10-50% миқдорида тўлдирилади.

Иккиламчи полипропилен УЮМОПЭ ни массанинг 3% гача тўлдириш жараёнида композицияни бироз мустаҳкамлайди, шунингдек эгилиш пайтида унинг эластик модулини оширади. УЮМОПЭ парчаланиш бошланиш ҳароратини 12°C га ошириш, 400°C гача қиздирилганда қолдиқ массасини кўпайтириш, асосий модданинг юқори ҳароратли соҳасига максимал парчаланиш тезлигига мос келадиган чўққиларни силжитиш орқали иккиламчи полипропиленнинг иссиқлик барқарорлигини оширишга имкон беради.

ДСС термограммасида иситиш режимида дастлабки полимерларнинг эриш нуқтасига мос келадиган иккита эндотермик чўққи кузатилади, композитдаги ППнинг эриш нуқтаси индивидуал полимердан 3,1-4,8°C пастроқ бўлади. Аралашмадаги ПП ва УЮМОПЭ кристалланиши бир хил ҳарорат оралиғида содир бўлади ва ДСС эгри чизиғида битта экзотермик максимал мавжудлиги билан тавсифланади, у алоҳида УЮМОПЭ кристалланиш ҳароратига мос келадиган ҳарорат соҳасига силжийди.

Полипропилен энг кенг тарқалган термопластик полимерлардан бири бўлиб, Жаҳон миқёсида полипропилен ишлаб чиқариш полимерларнинг умумий ҳажмининг 20% фоизини ташкил этади, бу эса қаттиқ маиший чиқиндилар таркибидаги барча мавжуд синтетик полимер материаллардан чиқиндиларнинг тегишли миқдорини белгилайди. Полипропилен асосидаги иккиламчи полимерлардан самарали фойдаланишнинг энг истиқболли усули полимер композитларини шу жумладан аралаш полимер бирикмаларига асосланган ҳолда яратишдир.

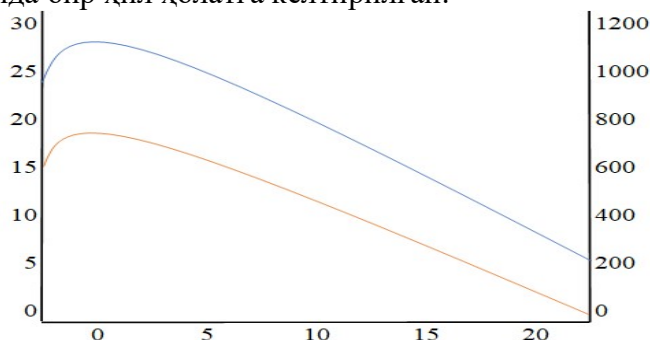
УЮМОПЭ нинг кимёвий чўзилиш кучининг максимал қаршилиги 41,3 МПа ва максимал кристаллик даражаси 90% дан ортиқ бўлади. Шуни таъкидлаш керакки, юқори молекуляр оғирликдаги ПЭ да ёпишқоқликнинг юқори эканлиги агломератларнинг шаклланишига ва композитларнинг механик хусусиятларининг ёмонлашишига олиб келади. ПП ва ультра юқори молекуляр оғирликдаги ПЭ термодинамик жиҳатдан мос келмайдиган ярим кристалли полимерлар эканлиги сабабли, уларга асосланган полимер бирикмаларини тайёрлаш полимер композитларининг термофизик харақтеристикаларининг бошланғич таркибий қисмларга нисбатан фарқланади.

Ультра юқори молекуляр оғирликдаги ПЭ билан аралаштирилган иккиламчи полипропиленга асосланган полимер композитларининг механик ва термофизик





хусусиятларини ўрганишда иккинчи даражали полипропилен ишлатилган, бу PPH-350 FF/3 маркали полипропилен гомополимеридан инекцион калшпама орқали ишлаб чиқарилган стандарт бўлмаган пластик маҳсулотларнинг майдаланган материалидир. Композитларни тайёрлаш лаборатория ускунасининг аралаштириш камерасида (пластограф) "Пластограф ЭС" (Брабендер) 180°C ҳароратда, винтларнинг айланиш тезлиги 30 Н / мин 15 минут давомида 200 Н юк остида бир ҳил ҳолатга келтирилган.



3 - расм. Композитдаги УЮМОПЭ таркибига узилиш пайтида куч (1) ва чўзилиш (2)нинг боғлиқлиги

Fig.3. Dependence of strength (1) and elongation (2) at break on the composition of UYUMOPE in the composite

Полимер композитларининг термал парчаланиш параметрларини қиёсий баҳолаш кейинги натижаларни кўрсатди (5- жадвал).

5-жадвал

ПП+УЮМОПЭ композицияларини термогравиметрик таҳлил қилиш натижалари.

Table 5

Results of thermogravimetric analysis of PP+UYUMOPE composites.

Таркиб УЮМОПЭ массаси %	$T_n^{\circ C}$ $T_b,$ $^{\circ C}$	$T_1, ^{\circ C}$	$T_5, ^{\circ C}$	Қолдиқ %		Массани камайтириш, % Вазн камайтириш, %
				400°C	600°C	
0	235	254	269	4.54	1.79	95.9
45	237	253	274	45.62	0	53.8
50	233	258	284	30.47	1.89	98.7
60	234	261	292	31.97	2.33	46.6
90	258	268	317	91.55	1.97	87.7
100	247	270	327	92.65	2.02	59.3

Композитларни 400°C ҳароратгача қиздиргандан сўнг қолдиқнинг массаси соф полипропилен (4,5 %) учун шунга ўхшаш параметрга нисбатан сезиларли даражада 30 дан 92% гача ошади ва парчаланиш асосан 400°C гача бўлган ҳароратда содир бўладиган ПП дан фарқли ўлароқ, унга асосланган композитларнинг термооксидловчи парчаланиши юқори ҳароратли соҳага ўтказилади намунанинг асосий массасининг максимал парчаланиш тезлигини тавсифловчи композитларнинг эгри чизикларидаги чўққиларнинг силжиши кузатилади (T_{max} ҳарорат бўйича), бошланғич ПП билан таққослаганда юқори ҳароратда олинган натижалар ПП парчаланиш тезлигининг пасайишини ва композитларнинг юқори ҳароратда парчаланиш жараёнининг пасайишини кўрсатади.

ПП билан таққослаганда юқори иссиқлик қаршилигига эга бўлган СМПЭ нинг киритилиши умуман полимерлар аралашмасининг иссиқлик барқарорлигини оширишга ёрдам беради. ПП+УЮМОПЭ полимер аралашмалари намуналарининг термограммаларида



полимер таркибий қисмларининг ҳар бирига мос келадиган иккита термал эриш чўққилари иситиш режимида ўрнатилади иккита эриш чўққиларининг мавжудлиги – ПП+УЮМОПЭ аралашмаларининг термограммаси-бу полимер таркибий қисмлари алоҳида фазаларни ҳосил қилишини кўрсатади, яъни мос келмайди. Аралашмадаги таркибий қисмлардан бирининг (бу ҳолда ПП) кўпайиши иккинчи компонентнинг эриш энталпиясининг (пасайиши ва умуман аралашманинг кристалланиш энталпиясининг пасайиши билан бирга келади, бу тизимдаги ўзгаришлар ўтишидаги қийинчиликларни кўрсатиши мумкин. Полимерларни пластиклаштириш (эритиш) жараёнида пластографнинг ажратувчи камераси кўшимча равишда полимер аралашмасининг бирикмасига боғлиқ.

Иккиламчи полипропилен асосидаги композицияларда Ультра юқори молекуляр оғирликдаги полиэтилен кўшимчасидан фойдаланиш бирикманинг термал барқарорлигини оширишга ёрдам беради, бу парчаланиш бошланиш ҳароратининг 12°C га ошиши, 400°C гача қиздирилганда қолдиқ массаси, юқори ҳароратда асосий модданинг максимал парчаланиш тезлигига мос келадиган чўққиларнинг силжиши билан намоён бўлади.

Полимерларни пластиклаштириш (эритиш) жараёнида пластографнинг камерасида винтларни айлантириш учун ПП+УЮМОПЭ тизими томонидан кўрсатилган механик қаршилик миқдори кўшимча равишда полимер аралашмасининг бирикмасига боғлиқ. Максимал моментнинг ўсиши иккиламчи полипропилен 5 билан 2 мартадан кўпроқ кузатилади. 10-50 масса% миқдориди полипропилен билан тўлдирилганда УЮМОПЭ ва атиги 25-35% камаяди. Иккиламчи полипропилен УЮМОПЭ нинг % тўлдирилиши композицияни бироз қаттиқлаштиради (узилиш кучи УЮМОПЭ таркибида 3 масса гача 3-5% га ошади %) шунингдек, синиш пайтида эластик модул оширади. Иккиламчи полипропилен асосидаги композицияларда ультра юқори молекуляр оғирликдаги полиэтилен кўшимчасидан фойдаланиш бирикманинг термал барқарорлигини оширишга ёрдам беради, бу парчаланиш бошланиш ҳароратининг 12°C га ошиши, 400°C гача қиздирилганда қолдиқ массаси асосий парчаланиш тезлигига мос келадиган чўққиларнинг силжиши билан намоён бўлади.

Хулоса

Термобарқарор кимёвий таркиблар билан полиетиленни модификациялаш асосида олинган полимер материалларни ВИКА бўйича тадқиқ этганда иссиқбардошлилиги ошганлиги ва термобарқарор полимер композит материалларни юқори ҳароратда ишлатиш мақсадидаги талаб этиладиган стандартларга жавоб беришлиги аниқланди. Полиэтилен ва полипропиленга тегишли бўлган юқори кристалл фазасига эга термобарқарор полимер композит материаллар етарли даражада кристалланган бўлиб, уларда ҳароратнинг кенг оралиқида сезиларли деформациялар кузатилмайди бу эса мазкур полимерлар юқори эластиклик тузилишга эга эмаслигидан далолат беради.

Термобарқарор полимер композит материалларни термик ва теплофизик хоссаларини таҳлил этиш шуни кўрсатдики, термобарқарор композитларнинг қаттиқлиги кристалланиш даражасининг ошиши ҳисобига ортади. Ультра юқори молекуляр оғирликдаги полиэтилен кўшимчасидан фойдаланиш бирикманинг термал барқарорлигини оширишга ёрдам беради. Таҷрибалар жараёнида полимерларни эритишда аралаштириш камерасидаги максимал момент аралашманинг таркибига қараб кўшимча равишда ўзгармаслиги кўрсатилган.

Адабиётлар

- [1] ГОСТ 15088, ISO 306, DIN 53460, ASTM D1525.
- [2] Mukhanov, Vladimir & Kurakevych, Oleksandr & Solozhenko, Vladimir. (2009). Hardness of materials at high temperature and high pressure. Philosophical Magazine. 89. 2117-2127. 10.1080/14786430903032563.
- [3] Koch, Thomas & Bierögel, Christian & Seidler, Sabine. (2014). Conventional Hardness Values - Introduction. 10.1007/978-3-642-55166-6_70.





[4] Фатоев И.И., Мустафоев Х.М., Фозилов Х.С., Гайбуллаева А.Ф., Фозилов С.Ф., Бектурганова С.С. О кристаллизации и дефектности структуры наполненных полимерных материалов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 12(93).

[5] Рахманкулов Аликул Амирович. Исследование физико-механических свойств полимерных композитов, полученных на основе бинарных наполнителей//Universum: технические науки. Москва 11(116). DOI - 10.32743/UniTech.2023.116.11.16238 С 43-46

[6] Барановский В.М., Рахманкулов А.А., Черенков А.В., Бондаренко С.И.. Параметры изотормической кристаллизации полипропилена содержащего различное количество каолина с модифицированной поверхностью частиц// Узбекский физический журнал №2, Ташкент 1993 г. 75-81 с.

[7] ГОСТ 15065-69. Пластмассы. Метод определения температуры размягчения термопластов по Вика при испытании в воздушной среде.

[8] Stephen Z.D. Cheng, Shi Jin, Chapter 5 - Crystallization and melting of metastable crystalline polymers, Editor(s): Stephen Z.D. Cheng, Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry, Elsevier Science B.V., Volume 3, 2002.

[9] Rajan, Guru & Mark, James & Myers, Charles. (2004). Thermal and mechanical properties of polypropylene in the thermoplastic elastomeric state. European Polymer Journal. 40. 63-71.

References

[1] GOST 15088, ISO 306, DIN 53460, ASTM D1525.

[2] Mukhanov, Vladimir & Kurakevych, Oleksandr & Solozhenko, Vladimir. (2009). Hardness of materials at high temperature and high pressure. Philosophical Magazine. 89. 2117-2127. 10.1080/14786430903032563.

[3] Koch, Thomas & Bierögel, Christian & Seidler, Sabine. (2014). Conventional Hardness Values - Introduction. 10.1007/978-3-642-55166-6_70.

[4] Fatoyev I.I. Mustafoyev X.M. Fozilov X.S. Gaybullayeva A.F. Fozilov S.F. Bekturganova S.S. O kristallizatsii i defektnosti struktury napolnennykh polimernykh materialov // Universum: texnicheskiye nauki: elektron. nauchn. jurn. 2021. 12(93). (In Rus)

[5] Raxmankulov Alikul Amirovich. Issledovaniye fiziko-mexanicheskix svoystv polimernykh kompozitov, poluchennykh na osnove binarnykh napolniteley//Universum: texnicheskiye nauki. Maskva 11(116). DOI - 10.32743/UniTech.2023.116.11.16238 S 43-46. (In Rus)

[6] Baranovskiy V.M., Raxmankulov A.A., Cherenkov A.V., Bondarenko S.I.. Parametry izetormicheskoy kristalizatsii polipropilena sodержащего razlichnoye kolichestvo kaolina s modifitsirovannoy poverxnostyu chastis// Uzbekskiy fizicheskij jurnal №2, Toshkent 1993 g. 75-81 s. (In Rus)

[7] ГОСТ 15065-69. Пластмассы. Метод определения температуры размягчения термопластов по Вика при испытании в воздушной среде. (In Rus)

[8] Stephen Z.D. Cheng, Shi Jin, Chapter 5 - Crystallization and melting of metastable crystalline polymers, Editor(s): Stephen Z.D. Cheng, Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry, Elsevier Science B.V., Volume 3, 2002.

[9] Rajan, Guru & Mark, James & Myers, Charles. (2004). Thermal and mechanical properties of polypropylene in the thermoplastic elastomeric state. European Polymer Journal. 40. 63-71.

For citation: Rakhmankulov A.A. Uzakov G.N., Djalilov A.T. Research of thermo-mechanical properties of thermo-stable polymer composites by the VIKA method. Alternative Energy. 2024. No 1 (12). pp.52-61. (In Uzb.)

Correspondence: Rakhmankulov Aliqul Amirovich-candidate of physics-mathematical sciences, docent. E-mail: rahmankulovalikul@gmail.com