

ISSN 2091-5527
№ 1/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК: 54.057; 54.061; 54.062

ИККИЛАМЧИ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТДАН БИСГИДРОКСИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ СИНТЕЗИ ВА УНИНГ ЎРТАЧА МОЛЕКУЛЯР МАССАСИНИ АНИҚЛАШ**Абдувоҳидов И.Қ., Холбоев Ю., Губайдуллин Р.Ш.***Андижон давлат тиббиёт институти*

Аннотация: Ушбу мақолада иккиламчи полиэтилентерефталатдан ҳамда саноат усулида олинадиган бисгидроксиэтилентерефталатнинг физик-кимёвий тахлили, ҳамда улар асосида олинган бирламчи полиэтилентерефталат олинган. Олинган бирламчи полиэтилентерефталатнинг ўртача молекуляр массасини ҳисоблаш усуллари келтирилган.

Калит сўзлар: алкоғолиз маҳсулоти, бисгидроксиэтилентерефталат, ЯМР-спектр, полиэтилентерефталат, технологик хоссалари.

Кириш. Бугунги кунда дунёда полиэтилентерефталат полимерини ишлаб чиқариш ҳажми 130 млн. тоннагача ортди. Полиэтилентерефталатнинг 27%, тоннаси полимер кадоқлар – бутилкалар ишлаб чиқаришда, 65% га яқини полэстер тола олишда 3 % бошқа сохаларда қўлланилади. Ушбу миқдордаги полимер буюмлари фойдаланилгандан сўнг шунча миқдорда полимер чиқиндилари ҳосил бўлади. Бу борада уларни фойдали хом-ашёга айлантириш, қайта ишлаш усулларини яратишга қаратилган илмий ишлар алоҳида аҳамиятга эга. Дунёда ва Республикамизда кенг тарқалган поликонденсацион полимер чиқиндиларидан бири полиэтилентерефталат (ПЭТ) сақлавчи кадоқлардир.

Юқоридаги маълумотлар асосида полиэфир толалари йилдан йилга ўсишини сақланиши яна бир бор ушбу йўналишда ишлар олиб боришимизга асос бўла олади.

Ўзбекистонда йилига тахминан 65 минг тонна ПЭТ кадоқловчи (бутилка, флакон) пластик идишлар ишлатилади. Ҳар бир Ўзбекистон фуқаросига тахминан 165 кг маиший чиқинди тўғри келади. Республикада 10 га яқин заводларда ПЭТ бутилка қолдиқ маҳсулотларга қайта ишлов бериш билан шуғулланиб келмоқда. Улардан бири PET Recycling Group. Бу компания майдаланган ПЭТ (флекса) ва гранула ишлаб чиқармоқда [1]. Бу чиқинди маҳсулот синтетик тола ишлаб чиқариш учун идеал хом ашё манбасидир.

Шу билан бирга ҳозирда Самарқанд вилоятида ишлаб чиқариш ҳажми 10 минг

тонна/йилига бўлган ПЭТ бутилкаларни флексага айлантириб ва ПЭТ гранула хом ашёси асосида синтетик (PET POY) полиэстер толаси ишлаб чиқарилмоқда. Ушбу чиқарилган иплар ёрдамида турли текстил материаллар олишда хизмат қиляпти.

Адабиётлардан ва олимлар томонидан олиб борилаётган тадқиқотлардан ПЭТ синтез қилишнинг асосий хом-ашёси сифатида иккиламчи полиэтилентерефталатни этиленгликол билан алкоғолиш маҳсулоти бўлган бисгидроксиэтилентерефталат (БГТФ) ҳисобланади. Юқоридаги баён қилинган маълумотларни инобатга олиб, 2016 йилдан бери Тошкент кимё-технология институти Т.Р. Абдурашидов номидаги Юқори молекулали бирикмалар ва пластмассалар технологияси кафедраси олимлари профессор Мағрупов бошчилигида иккиламчи полиэтилентерефталатни этиленгликол билан алкоғолислаб БГТФ олиш устида изланишлар олиб бориляпти [2].

Методика. Олдинги тадқиқотларимизда биз ИПЭТни алкоғолислаб БГТФ олиш шароитлари, уларга таъсир қилувчи омиллар (реакция давомийлиги, катализатор миқдори ва тури), маҳсулот тузилиши, БГТФ чиқиш унумига таъсир қилувчи омилларни кўриб чиқилган эди ва ҳозирда ушбу жараёни такомиллаштириш устида тадқиқотлар олиб бориляпти. Олиб борилган тадқиқотлар натижасида кўйидаги хоссаларга эга бўлган бисгидроксиэтилентерефталат ҳосил бўлган эди (1-жадвал).

1-жадвал

Номи	Сувоқланиш ҳарорати, °С	Ўрта молекуляр масса	Гидроксил сони, %
БГТФ ИПЭТ асосида	109-110	261	13,3

1-жадвалдан кўриниб турибдики БГТФни хоссалари умумий хоссаларига тўғри келяпти. Шуларни инобатга олиб, кейинги босқич тадқиқотларимизни олинган БГТФ асосида бирламчи полиэтилентерефталат синтез

қилишга шароитларини ўрганиш, саноат усулида полиэтилентерефталат синтез қилиш ва уларни технологик хоссаларини солиштиришга қаратилди.

Дастлабки тадқиқотларни [3] адабиётнинг 142 бетида келтирилган 24-чи расм қўрилмасини йиғишдан бошланди ва ушбу қўрилмада диметилтерефталатдан (ДМТФ) бисгидрокситерефталат синтез қилиш усули

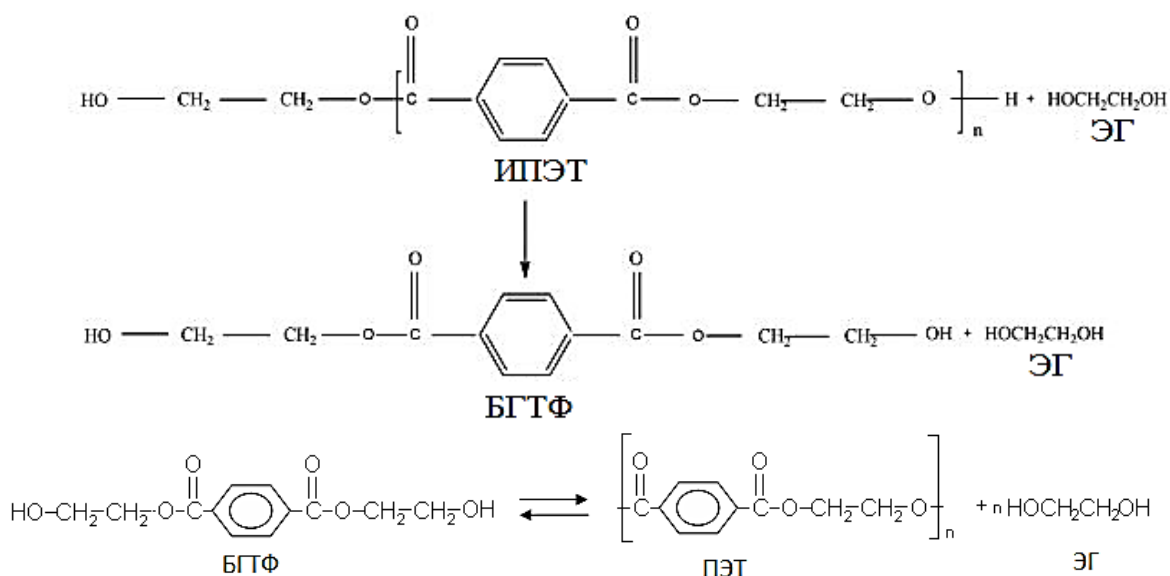
ўзлаштирилди ҳамда олинган маҳсулотни хоссаларини аниқлади ва уни иккиламчи ПЭТ асосида олинган БГТФ билан солиштирилди (2-жадвал).

2-жадвал

№	Номи	Сувоқланиш ҳарорати, °С	Ўрта молекуляр масса	Гидроксил сони, %
1	БГТФ ДМТФ асосида	109-112	231/241	
2	БГТФ ИПЭТ асосида	109-110	261/245	13,3

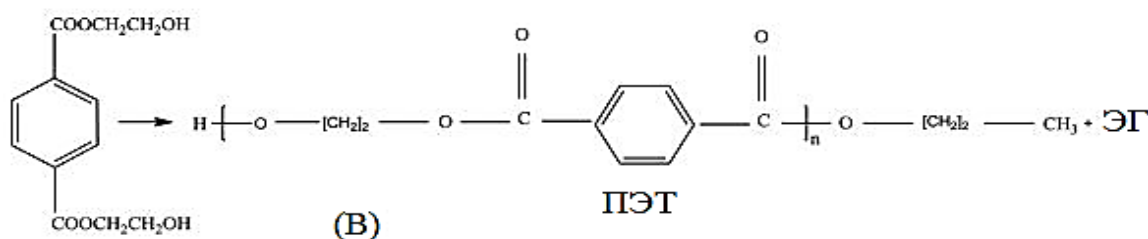
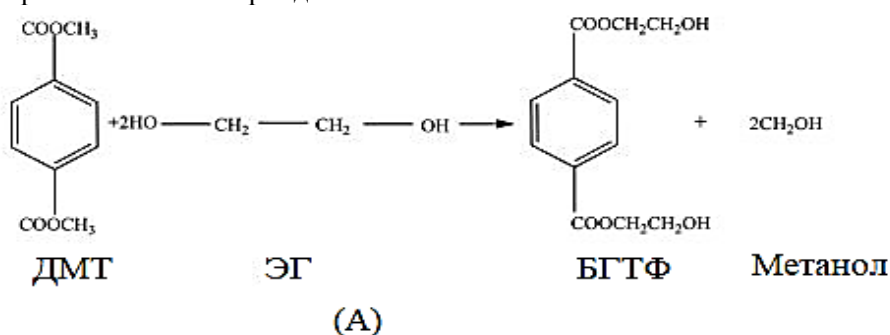
2-жадвалдан кўришиб турибдики, саноат усулида синтез қилинган БГТФ нинг физик-кимёвий хоссалари иккиламчи ПЭТ асосида синтез қилинган БГТФ физик-кимёвий хоссалари бир бири билан мос келиши аниқланган.

Навбатдаги тадқиқотимизда алкоғолиз маҳсулотидан олинган БГТФ асосида полиэтилентерефталат синтез қилишга эришдик ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўргандик. Ушбу жараёнларнинг реакция тенгламалари қуйида келтирилган:



1-расм. БГТФ асосида полиэтилентерефталат синтез қилиш услублари

Олинган натижаларини саноатда олинадиган БГТФ ва унинг асосидаги полиэтилентерефталатнинг хоссалари билан солиштирилди.



2-расм. ДМТ асосида полиэтилентерефталат синтез (перизтерификация) қилиш механизми

Олинган натижалар 3-жадвалида келтирилган.

3-жадвал

Олинган БГТФ ва улар асосида синтез қилинган ПЭТ ни хоссалари

№	Номи	Суықланиш ҳарорати, °С	Ўрта молекуляр оғирлиги (г/моль)	Гидроксил сони, %
1	БГТФ ДМТФ асосида	109-112	231	13,8
2	БГТФ ИПЭТ асосида	109-110	261	13,3
3	Тоза ПЭТ	253-258	29510~42657	-
4	Иккиламчи ПЭТ	220-238	19952	-
5	БГТФ (ДМТФ) асосида ПЭТ	239-247,13	22838	-
6	БГТФ асосида ПЭТ	245-248,1	23896	-

Синтез қилиб олинган полиэтилентерефтлатнинг характеристик қовушқоқлиги вискозиметрик усул ёрдамида аниқланди. Олинган полиэтилентерефтлатнинг 60/40 дихлоретан/фенолдаги 1 % ли суюлтирилган

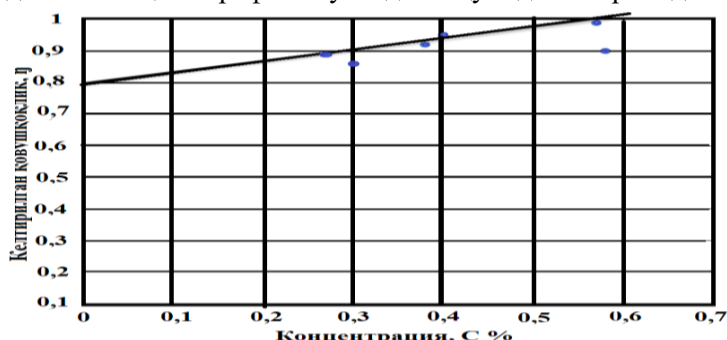
эритмаси тайёрланди ва капиллярининг диаметри 1.31 мм бўлган вискозиметр ёрдамида характеристик қовушқоқлиги аниқланди[4]. Олинган натижалар куйидаги 4-жадвалда келтирилган.

4-жадвал

Полиэтилентерефтлатнинг 60/40 дихлоретан/фенолдаги суюлтирилган эритмасининг ўтиш вақти ва қовушқоқликлари

№	Эритма концентрацияси, %	Эритманинг ўтиш вақти, сек	$\Pi_{нис} = t_1/t_0$	$\Pi_{сол} = t_1/t_0 - 1$	$\Pi_{кел} = \Pi_{сол}/C$	$\Pi_{лог} = \ln \Pi_{нис}/C$	$[\eta]$
1	0 (эритувчи)	25	-	-	-	-	-
2	0,5	41.4	1.65	0.65	0.65	1	0.8
3	0,25	40.15	1.6	0.6	0.72	0.83	
4	0,125	37.6	1.5	0.5	0.7	0.71	
5	0,0625	36.25	1.45	0.45	0.75	0.6	

Олинган натижалар асосида эритманинг характеристик қовушқоқлиги ва эритманинг концентрацияси орасидаги боғлиқлик графиги тузилди ва куйидаги 4-расмда келтирилган.



4-расм. Полиэтилентерефтлат учун келтирилган қовушқоқлигининг концентрацияга боғлиқлик графиги

Юқорида келтирилган Марк-Кун Хаувинк тенгламасига мувофиқ полимернинг ўртача молекуляр массаси аниқланди. полиэтилентерефтлат учун К ва α нинг қийматлари $\eta = 0,8$ ва (1) формула куйидагича кўринишга келади:

$$\lg M = \frac{\lg \eta - \lg K}{\alpha}; \text{ буерда } K = 1,7 \cdot 10^{-4}; \alpha = 0,83 \quad (1)$$

$$\lg M = \frac{\lg 0,8 - (1,7 \cdot 10^{-4})}{0,83}$$

$$M = 10^{4,42} = 26302 \text{ г/моль}$$

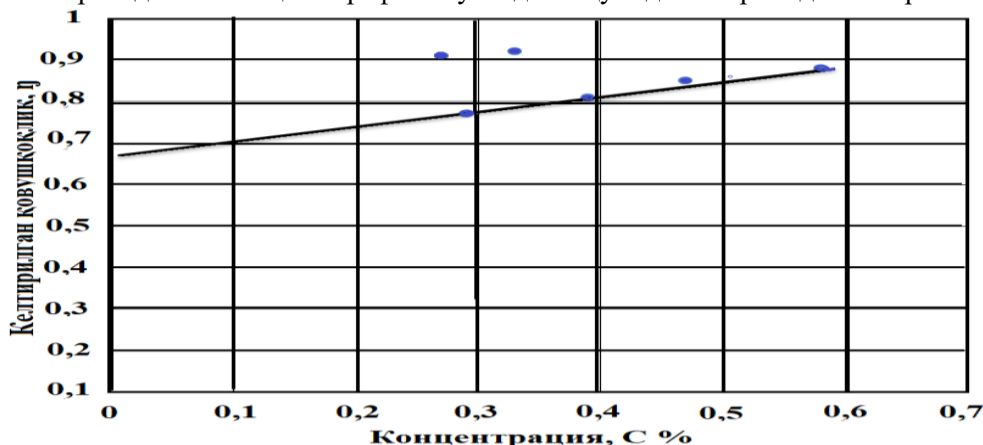
Ҳисоблаш натижасида полиэтилентерефтлатнинг ўртача молекуляр массаси 26302 г/мольга тенг эканлиги аниқланди.

5-жадвал

Бис-(2-гидроксиэтилен) терефтлат асосида олинган Полиэтилентерефтлатнинг 60/40 дихлоретан/фенолдаги суюлтирилган эритмасининг ўтиш вақти ва қовушқоқликлари

№	Эритма концентрацияси, %	Эритманинг ўтиш вақти, сек	$\Pi_{нис} = t_1/t_0$	$\Pi_{сол} = t_1/t_0 - 1$	$\Pi_{кел} = \Pi_{сол}/C$	$\Pi_{лог} = \ln \Pi_{нис}/C$	$[\eta]$
1	0 (эритувчи)	5.8	-	-	-	-	-
2	0,5	8.91	1.54	0.54	0.54	1	0.67
3	0,25	8,51	1.47	0.47	0.57	0,83	
4	0,125	8.17	1.4	0.4	0.56	0,71	
5	0,0625	7.96	1.37	0.37	0.6	0,625	

Олинган натижалар асосида эритманинг характеристик қовушқоқлиги ва эритманинг концентрацияси орасидаги боғлиқлик графиги тузилди ва куйидаги 5–расмда келтирилган.



5–расм. Бис-(2-гидроксиэтилен) терефталат асосида синтез олинган полиэтилентерефталатни келтирилган қовушқоқлигининг концентрацияга боғлиқлик графиги

Юқорида келтирилган Марк-Кун Хаувинк тенгламасига мувофиқ полимернинг ўртача молекуляр массаси аниқланди. полиэтилентерефталат учун К ва α $\eta = 0,67$ ва (1) формула куйидагича кўринишга келади[5]:

$$\lg M = \frac{\lg \eta - \lg K}{\alpha}; \text{ буерда } K = 1,7 \cdot 10^{-4}; \alpha = 0,83 \quad (1)$$

$$\lg M = \frac{\lg 0,67 - (1,7 \cdot 10^{-4})}{0,83}$$

$$M = 10^{4,33} = 21838 \text{ г/моль}$$

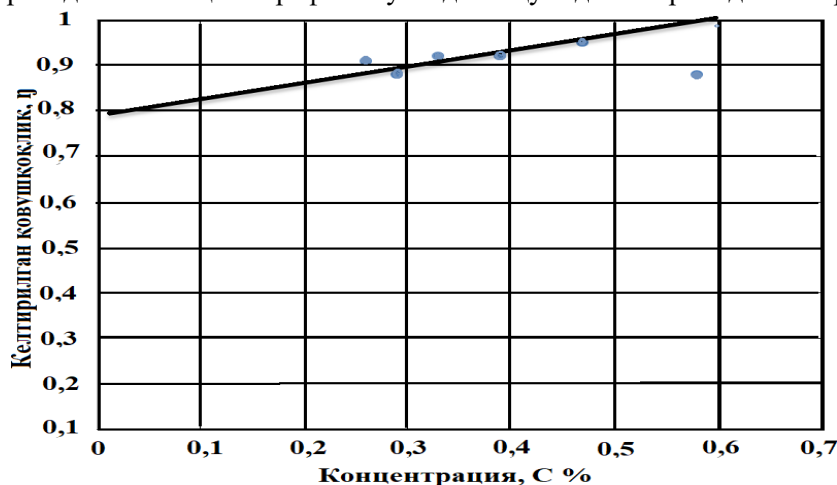
Ҳисоблаш натижасида Бис-(2-гидроксиэтилен) терефталат асосида олинган полиэтилентерефталат нинг ўртача молекуляр массаси 21838 г/мольга тенг эканлиги аниқланди.

6-жадвал

Диметилтерефталат асосида олинган Полиэтилентерефталатнинг 60/40 дихлоретан/фенолдаги суюлтирилган эритмасининг ўтиш вақти ва қовушқоқликлари

№	Эритма концентрацияси, %	Эритманинг ўтиш вақти, сек	$\Pi_{\text{нис}} = t_1/t_0$	$\Pi_{\text{сол}} = t_1/t_0 - 1$	$\Pi_{\text{кел}} = \Pi_{\text{сол}}/C$	$\Pi_{\text{лог}} = \ln \Pi_{\text{нис}}/C$	$[\eta]$
1	0 (эритувчи)	5.43	–	–	–	–	–
2	1	8.56	1.58	0.58	4.8	0.12	0.79
3	0.83	7.89	1.45	0.45	4.5	0.1	
4	0.71	7.56	1.39	0,39	4.7	0.83	
5	0,62	7.43	1,37	0,37	5.7	0.648	

Олинган натижалар асосида эритманинг характеристик қовушқоқлиги ва эритманинг концентрацияси орасидаги боғлиқлик графиги тузилди ва куйидаги 6–расмда келтирилган.



7-расм. Диметилтерефталат асосида олинган полиэтилентерефталат учун келтирилган қовушқоқлигининг концентрацияга боғлиқлик графиги

Юқорида келтирилган Марк-Кун Хаувинк тенгламасига мувофиқ полимернинг ўртача молекуляр массаси аниқланди.

полиэтилентерефталат учун К ва α нинг қийматлари $\eta = 0,79$ ва (1) формула куйидагича кўринишга келади:

$$\lg M = \frac{\lg \eta - \lg K}{\alpha}; \text{ буерда } K = 1,7 \cdot 10^{-4}; \alpha = 0,83 \quad (1)$$

$$\lg M = \frac{\lg 0,79 - (1,7 \cdot 10^{-4})}{0,83}$$

$$M = 10^{4.43} = 26915 \text{ г/моль}$$

Ҳисоблаш натижасида Диметилтерефталат асосида олинган полиэтилентерефталатнинг ўртача молекуляр массаси 26915 г/мольга тенг эканлиги аниқланди.

Синтез қилинган намуналарни характеристик қовушқоқлиги келтирилган Марк-Хувин тенгламалари асосида аниқланди. Аниқланган кўрсаткичлар 7-жадвалда келтирилган.

7-жадвал

Синтез қилинган ПЭТ ва саноат намуналарини технологик хоссалари

Номи	Кўрсаткичлар		
	Характеристик қовушқоқлик, [η]	Ўртача молекуляр оғирлиги г/моль	Зичлик, г/см ³
Бирламчи ПЭТ	0,91	42657	1.394
Иккиламчи ПЭТ	0,63	19952	1.248
ДМТФ асосида ПЭТ	0,73	23865	1.284
БГТФ асосида ПЭТ	0,68	21896	1.278

7- жадвалдан кўриниб турибдики, олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, иккиламчи полиэтилентерефталат этиленгликол билан алкоголизлаб, олинган бирламчи полиэтилентерефталатнинг физик-кимёвий хоссалари, бирламчи ПЭТ ва анъанавий усулларда олинган ПЭТлар билан солиштирилганда уларнинг физик-кимёвий хоссалари яқинлиги аниқланди. Олинган натижалар ўзини аниқлиги ва қайтарувчанлиги билан ўз тасдиғини топди.

Хулоса. Шундай қилиб, иккиламчи полиэтилентерефталат этиленгликол билан алкоголизлаб, айнан бисгидроксиэтилентере-

фталат ҳамда уларни димерлари ҳосил бўлиши аниқланди. БГТФ ни ҳосил бўлиши ва чиқиш унумига қўлланилаётган катализатор, алкоголиз давомийлиги тўғридан тўғри таъсир кўрсатилиши аниқланди ва улар асосида олинган бирламчи ПЭТни анъанавий усулларда олинган ПЭТ билан солиштирилди. Синтез қилинган ПЭТ технологик хоссалари аниқланиб, олинган натижалар ўзини аниқлиги ва қайтарувчанлиги билан ўз тасдиғини топди. Келгуси тадқиқотларимиз БГТФдан ПЭТ синтез қилиш шароитларини такомиллаштириш ҳамда тола олиш учун яроқли ПЭТ синтез қилишга қаратамиз.

АДАБИЁТЛАР

1. От бутылки к бутылке: как в Узбекистане перерабатывает пластик. “ЛИВЕНЬ.Living Asia”.[http:// living.asia. online / category / stories.](http://living.asia.online/category/stories)
2. Angel B. Polyester Fibres. The 23RD PCI Consulting Group European Polyester Industry Conference, 3 October, Berlin. Available at: <https://www.plastics.ru/pdf/journal/2015/12/PET.pdf>. (01.02.2016).
3. Masardi N., G.S.I. PET market Overview. CREON, Moskva. Available at: <http://arpet.ru/material/4824>. (accessed 18.02.2015).
4. Абдувохидов И.Қ., Хошимов Қ.Н., Жураев А.Б. Бисгидрокситерефталат олиш шароитларини ўрганиш. Материалы. Республиканская научно – техническая конференция. Ресурсо – и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и наноконпозиционные материалы, ТГТУ им. И. Каримова, - С.88-89.
5. А.П. Григорьев, О.Я. Федотова Лабораторный практикум по технологии поликонденсационных пластических масс. Учебн. пособие для химико-технологических специальностей вузов. М., «Высш. школа», 1971. 232 с.
6. Казицын Л. А., Куплетска Н. Б. Применение УФ -, ИК -, ЯМР и масс-спектрологии в органической химии. М., Изд-в Моск. ун-та, 1979, 240 с.
7. Торопцева, К.В. Белгородская, В.М.Бондоренко. «Лабораторный практикум по технологии высокомолекулярных соединений». – Л: Химия.1972. 415 с.

Абдувохидов Иқбол – Андижон давлат тиббиёт институти Тиббий кимё кафедраси катта ўқитувчиси
Қурвонали ўғли (PhD)
Холбоев Юсуфжон – Андижон давлат тиббиёт инст-и Тиббий кимё кафедра мудири, к.ф.д., доц.
Губайдуллин Ринат - Андижон давлат тиббиёт инст-и Тиббий кимё кафедраси ассистенти
Шавкатович

Сафаров А.М., Тураев Х.Х., Аликулов Р.В., Хужамуродов Ш.Э., Киёмов Ш.Н. Влияние режима отверждения на степень полимеризации полиуретанов	90
Гафуров Д.Н., Каримова Г.Ш., Бозорова Н.Х. Получение полимерных композиционных материалов на основе различных полимеров и изучение их свойств	93
Bo'rixonov B.X., Panjiyev A.X., Murodova J.Q., Xidirov Sh.B. Xitozan asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintez va ularning biologik faolligi	97
Ismatov J.F., Djalilov J.X., Qodirov S.M., Asqarov J.A. Muqobil kompozit yonilg'idan vodorod ishlab chiqarish uchun vodorod elektrolezyori (generatori) qurilmasi	100
4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов	
Yuldoshev B.A., Abdumalikova X.B., Pulatov X.L., Mengliyev Sh.Sh., Igamkulova N.A. Neft va gazni qayta ishlash sanoat korxonalarini oqava suvlarini tozalashda biosorbtsiya usulini qo'llashning ahamiyati	103
Saynazarov J.Kh., Mirzakulov Kh.Ch., Matchanov Sh.K., Jumaniyazova Kh.K. Prospects of obtaining new products by forced carbonization of production wastes	105
Мирзаахмедова М.А., Эргашов Ж.Р., Омонов Ш.А., Тошматов Д.А., Исмаилов Б.М. Устойчивость и экологическая пригодность композиций моторных топлив: аспекты синтеза, технология и эксплуатация	108
Madaminov D.K., Yunusov M.Yu., Ruzmetova A.Sh. Study of properties of barhanna sands of Kushkuyur deposit for production of heat-resistant composite based on them	111
Eminov A.M., Xokimov A.E. Keramik massalar tarkibida neft shlamidan foydalanish	113
Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirxojaev S.Q., Ochildiev Q.T., Akramov U.A. Thermodynamics of the process of reducing iron-containing components in copper slag using carbon oxide	116
Соатов Б.Ш., Хасанов А.С., Хакимов К.Ж. Научно-теоретический анализ исследований по обогащению полиметаллических руд Хандизы	118
Вапаев М.Д., Тешабаева Э.У., Эргашева Х.Т., Боборажабов Б.Н., Исмаилова Л.А. Модификация минеральных наполнителей методом закрепления металлокомплексных соединений	122
Ismatov J.F., Djalilov J.X., Qodirov S.M., Asqarov J.A. Yengil avtomobil dvigatellarining ekspluatatsion ko'rsatkichlarini muqobil kompozitsion yonilg'ilar qo'llash orqali yaxshilash	125
5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов	
Рахмонова У.Т., Эргашев М.А., Махситалиева Л.О. Олтин таркибли эритмани кўшимча унсурлардан тозалаш усуллари	129
Rosilov M.S., Beknazarov H.S., Saparov S.X. Modifikatsiyalangan oltingugurtni fizik-kimyoviy xossalari tadqiqi	131
Fayziyev J.B., Djalilov A.T., Yodgorov N. Modifikatsiyalangan mis ftalosiyandin pigmentining ¹ H YaMR va ¹³ C YaMR spektri tahlili	135
Эминов А.М., Кадирова З.Р., Жуманов Ю.К., Эминов Аф.А. Рентгенофазовый анализ Алтынтауских каолинов	137
Xujamberdiyev Sh.M., Arifdjanova K.S., Mirzaqulov X.Ch. Kalsiy-ammoniy polifosfat olish jarayonining fizik-kimyoviy tahlili	143
Абдувохидов И.Қ., Холбоев Ю., Губайдуллин Р.Ш. Иккиламчи полиэтилентерефталатдан бисгидроксиэтилентерефталат синтези ва унинг ўртача молекуляр массасини аниқлаш	146
Жуманиязов А.Б., Тураходжаев Н.Д., Тухтамуродов Б.Т., Сабиров М.З. Получение качественной шероховатости поверхности литейных изделий благодаря модификации оси Z на 3D принтере	151
Rosilov M.S., Beknazarov H.S. AG-1S markali modifikatorning olish va uning tuzilishini o'rganish	152
Нуркулов Э.Н. Акрил-стирол сополимер эмульсияси асосида олинган композитнинг каварикланиш коэффициентини ўрганиш	158
Turaxodjayev N.D., To'rayev A.N., Axmedova M.E., Nosirxo'jayev I.S.A., Murodqosimov R.X., Xudayarov A.Sh. ADC 12 markali alyuminiy qotishmalarini suyuqlantirish uchun gaz pechlariga qoplangan o'tga chidamli materiallarni yeyilish bardoshlilikini sinash	159
Машаев Э.Э., Абсалямова Г.М., Хакимова Г.Р., Жумаев Д.К. Применение метода ЯМР для изучения структуры бис-карбамата	163
Ergashev A.Sh., Yettibayeva L.A., Abduraxmanova U.K., Matchanov A.D. Mentolning ba'zi aminokislotalar bilan yangi hosilalari sintezi va ularning tuzilishini tadqiq qilish	166
Мелиев В.М. Лабораторный стенд для определения объемного износа лап культиватора почвообрабатывающих машин	170
Bosimova M.B., Umirov N.S., Tashbayeva F.K., Ermatova A.A. (4-((4-(3-(2-arsano-4-nitrofenil)tria-2-enil)fenil)diazenil)benzosulfo natriy reagenti miqdorini immobillanishga ta'siri	172
6. Проблемные обзоры	
Yoqubov O.M. Qiyin boyitiluvchi ma'danlar va texnogen chiqindilarni qayta ishlashning innovatsion yo'nalishi. 174	174