

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ,
ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
МАРКАЗИ, ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ВА
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.К/Т.14.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ

РАҲИМОВ ФАРХОД ХУШБОҚОВИЧ

**ТРИКОТАЖ БИЛАН МУСТАҲКАМЛАНГАН ПОЛИФУНКЦИОНАЛ
МАҚСАДЛИ КОМПОЗИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.07 - Композицион материаллар кимёси ва технологияси
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2014

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Content of the abstract of doctoral dissertation

Рахимов Фарход Хушбоқович Трикотаж билан мустаҳкамланган полифункционал мақсадли композитлар технологияси.....	3
Рахимов Фархад Хушбакович Технология трикотажно-армированных композитов полифункционального назначения.....	31
Rakhimov Farkhad Hushbakovich Technology of knit-reinforced composites of polyfunctional purposes.....	59
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.....	84

**УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ,
ПОЛИМЕРЛАР КИМЁСИ ВА ФИЗИКАСИ ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
МАРКАЗИ, ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ВА
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ФАН ДОКТОРИ ИЛМИЙ ДАРАЖАСИНИ БЕРУВЧИ
16.07.2013.К/Т.14.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ

РАҲИМОВ ФАРХОД ХУШБОҚОВИЧ

**ТРИКОТАЖ БИЛАН МУСТАҲКАМЛАНГАН ПОЛИФУНКЦИОНАЛ
МАҚСАДЛИ КОМПОЗИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ**

**02.00.07 - Композицион материаллар кимёси ва технологияси
(техника фанлари)**

ДОКТОРЛИК ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2014

Докторлик диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида 30.09.2014/В2014.5.Т268 рақам билан рўйхатга олинган.

Докторлик диссертацияси Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институтида бажарилган.

Докторлик диссертациясининг тўлиқ матни Умумий ва ноорганик кимё институти, Полимерлар кимёси ва физикаси илмий-тадқиқот маркази, Тошкент кимё-технология институти ва Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги 16.07.2013.К/Т.14.01 рақамли фан доктори илмий даражасини берувчи Илмий кенгаш веб-саҳифасида www.ionx.uz манзилига жойлаштирилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз) веб-саҳифа www.ionx.uz манзилига ҳамда «ZIYONET» Ахборот-таълим порталида www.ziyonet.uz манзилига жойлаштирилган.

**Илмий
маслаҳатчи:**

Рафиқов Адҳам Салимович
кимё фанлари доктори, профессор

**Расмий
оппонентлар:**

Умаров Абдусалом Вахитович
техника фанлари доктори, профессор

Ибодуллаев Ахмаджон Собирович
техника фанлари доктори, профессор

Набиева Ирода Абдусаматовна
техника фанлари доктори, доцент

**Етакчи
ташкilot:**

Бухоро Давлат Университети

Диссертация химояси Умумий ва ноорганик кимё институти, Полимерлар кимёси ва физикаси илмий-тадқиқот маркази, Тошкент кимё-технология институти ва Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги 16.07.2013.К/Т.14.01 рақамли Илмий кенгашнинг 30.12 2014 йил соат 14 даги мажлисида бўлаб ўтади. (100170, Тошкент ш., Мирзо Улуғбек тумани, Мирзо Улуғбек кўч., 77-а. Тел: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanguz@mail.ru).

Докторлик диссертацияси Умумий ва ноорганик кимё институти Ахборот-ресурс марказида 02 рақам билан рўйхатга олинган, диссертация билан АРМда танишиш мумкин. (Манзили: 100170, Тошкент, Мирзо Улуғбек кўч., 77 а. Тел: (+99871) 262-56-60).

Диссертация автореферати 2014 йил 30 12 тарқатилди.
(30.11 2014 й. даги № 03 рақамли реестр баённомаси)



Б.С. Зокиров
фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш раиси, к.ф.д.

Ғ.У. Раҳматқориев
фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш аъзои, к.ф.д., профессор

С.С. Хамраев
фан доктори илмий даражасини берувчи
илмий кенгаш ҳузуридаги илмий семинар раиси,
к.ф.д., профессор

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФИ

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Экспортбоп маҳсулотлар ҳажмини ошириш, импорт оқимини камайтириш, валюта захираларини тежаш ва аҳолининг ўсиб бораётган эҳтиёжларини қондириш янги композицион материаллар ва тайёр истеъмол буюмларини, жумладан, трикотаж асосида яратишни талаб этмоқда. Республикамиз тўқимачилик ва енгил саноатининг трикотаж тармоғи нисбатан ёш, ўта муҳим соҳа бўлиб, ҳозирда мамлакатимиз экспорт потенциалини оширишга йўналтирилган. Айнан трикотаж ишлаб чиқариш базасида «хом ашё – тайёр маҳсулот» яқунланган цикли мавжуддир. Шунинг учун ҳам замонавий композицион филтрлар ва қатламли полимер материалларни яратишда техник трикотаж ўта маъқул компонент бўлиши мақаррардир.

Турли материалларнинг ўзига хос хусусиятларидан уларнинг композициясида фойдаланиш маъқулдир, бунда бир материал камчилиги иккинчисининг афзаллиги билан тўлдирилади ёки ҳар икки компонентда йўқ янги хусусиятга эришилади. Янги композицион материалларнинг ривождаги муваффақиятлар мустаҳкамланган полимерларнинг яратилиши ва улардан ишлаб чиқариш жабҳалари, кишлоқ хўжалиги ва қурилишда фойдаланиш билан боғлиқдир. Лекин, компонентларининг табиати ва структура тузилиши билан фарқланувчи янги мустаҳкамланган композицион полимер материаллар ва уларнинг технологиясини яратишда имкониятлар жуда кенг. Мустаҳкамланган композитлар истиқболлари уларда тўрсимон трикотаждан фойдаланишда янада яққол кўринмоқда.

Тўқимачилик матолари турли технологик жараёнларда ишлаб чиқариш чикиндиларини филтрлашда механик филтрловчи элемент вазифасини ўташи мумкин. Заҳарли моддаларни ушлаб қолиш имкониятига эса филтрловчи материаллар таркибига адсорбентларни шимдириш, чанглантириш, шакллантириш жараёнида сирти ёки ичига киритиш, асосини фаол толалардан тайёрлаш билан эришилади.

Ноананавий толалар (сорбцион, антимикроб, базальт ва бошқалар), хусусан, хемосорбцион толалар қониқарсиз механик хусусиятларга эга, бу улардан йигирилган ипларни шакллантиришни чеклайди. Механик хусусиятларни яхшилашга йўналтирилган барча уринишларда сорбционлик хусусиятининг ёмонлашуви кузатилади. Шунинг учун трикотаж асосида тўлдирғичли композицион мато ва енгларни яратиш истиқболли йўналиш эканлиги кўринмоқда, бу белгиланган структурали полифункционал мақсадли композитларни олиш усулини шакллантириш бўйича махсус тадқиқотлар ўтказишни талаб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг «2011-2013 йилларда тайёр маҳсулотлар, бутловчи буюмлар ва материалларни саноат кооперацияси асосида ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришни янада жадаллаштириш чора тадбирлари тўғрисида»ги 2011 йил 29 июлдаги ПҚ-1590-сонли, «2014-2016 йиллар учун тайёр маҳсулотлар, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш дастури тўғрисида»ги 2014 йил 04 февралдаги

ПК-2120-сонли қарорларида ишлаб чиқариш тармоқлари, жумладан, композицион материаллар кимёси ва технологияси йўналиши учун ҳам мустаҳкамланган полифункционал мақсадли композитларни ҳамда уларни ишлаб чиқариш технологияларини яратиш борасидаги вазифалар ижросини таъминлаш билан изоҳланади.

Шундай қилиб, диссертация иши трикотаж билан мустаҳкамланган термопластик композитлар, полифункционал мақсадли тўлдирғичли мато ва енгларни яратишнинг илмий асосланган қонуниятларини шакллантириш, технологиясини ишлаб чиқариш ҳамда тадбиқ этиш, ўта зарур маҳсулотлар ҳажмини кўпайтириш, ассортиментларини кенгайтириш, сифатини яхшилаш, шунингдек таннархини камайтиришдан иборатдир.

Тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялар тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги. Диссертация фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мос равишда бажарилган: ДИТД-12 - «Ресурстежамкор, юқори самарали ишлаб чиқариш технологияларини яратиш, технологик, донли, сабзавот, мева, ўрмон ва бошқа маҳсулотларни сақлаш»; ОТ-ФЗ - «Кимё, биология ва тиббиёт»; ИТИ-3 - «Энергетика, энергия- ва ресурстежамкорлик, транспорт, машина ва асбобсозлик»; ИД-2 - «Энергетика, энерго- ва ресурстежамкорлик».

Диссертация мавзуси бўйича халқаро илмий тадқиқотлар шарҳи. Техник тўқима, филтрловчи материаллар ва тўқимачилик материаллари билан мустаҳкамланган полимерларни яратиш билан боғлиқ тадқиқотларни АҚШ, Буюк Британия, Германия, Япония, Корея, Хитой, Франция, Россия ва бошқа давлатларда олиб борилмоқда.

Етакчи илмий марказлар School of Materials Science and Engineering at the Georgia Institute of Technology, Belleville Wire Cloth Co., Inc., Centre for Technical Textiles, Nonwovens Innovation & Research Institute, Department of Textiles, Royal College of Art, London, Technische Universitat Dresden, Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik, Shinshu University, Korea Dyeing Technology Center, Institute of Industrial Technology (KITECH), China Textile Academy, Department of Textile Engineering, Chinese Culture University, European Centre for Innovative Textiles, Россия Фанлар Академияси томонидан тўқимачилик материалларидан тўлдирғич сифатида фойдаланиб, юқори мустаҳкамликка эга композитларни яратишда уларнинг хусусиятларига толали тўлдирғичнинг табиати, шакллантирилиш усули, шакли ва ўлчамлари, боғловчи табиати, физик-кимёвий ва компонентларнинг термодинамик мойиллиги ҳамда тола-матрица чегарасидаги адгезион таъсирлашув ва материалнинг монолитлиги каби омилларнинг таъсир этиши аниқланган.

Бажарилган тадқиқотларда тўқима материалларнинг композит ташкил этувчиси сифатидаги роли илмий ва амалий асосланган. Трикотажнинг эса композицион материал компоненти сифатидаги кенг имкониятлари етарли даражада тадқиқ этилмаган.

Тадқиқот натижалари тўқимачилик композит материалларни ишлаб чиқариш ва қўллашни, шу ўринда трикотаж асосида уларни техник тўқималар

ҳажмида яратишнинг юқори самарали тегишли структура ва ўзига хос хусусиятларга эгаллигини, полимерлар учун тўлдирғичларни улардан танлаш йўналишининг долзарблигини тасдиқлади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Мавжуд адабиётлар таҳлилининг кўрсатишича ҳозирда кўплаб тадқиқотчилар диққат эътибори янги функционал тўқимачилик материаллари ва композитлар олишга ҳамда ишлаб чиқариш технологиясини яратишга қаратилгандир. Бир вақтда бир-бирига зид қатор талабларни қондирадиган, кўп функцияли материалларни яратиш анча қийин. Лекин муаммоларни композицион материалларни яратиш билан ҳал қилиш имконияти мавжуддир.

Бу соҳадаги турли назарий ва амалий масалаларга кўп сонли монографиялар, тўпламлар ва мақолалар бағишланган. Масалан, хемосорбцион толали тажриба-ишлаб чиқариш мосламаларидан фойдаланилаётганлиги борасида ахборотлар мавжуд¹: ҳаволи муҳитни заҳарли чиқиндилардан тозалаш; электролиз жараёнларида металл ионларини ушлаш; ичимлик сувини оғир металл ионлари ва радионуклидлар, сульфат анионлари, нитратлар, хлоридлар, касаллик қўзғатувчи бактерия ва ҳ.к.лардан тозалаш.

Ҳозирда дунё бозорларида шартли тарзда техник тўқималар бозори секторига қўшиш мумкин бўлган кўплаб функционал тўқимачилик материаллари етарли: химояловчи (микроорганизмларга, химикатларга, суюқликларга, радиация ва ҳ.к. қарши); антистатик ёки ток ўтказувчан; микробларга қарши ва бактериостатик; қон ёки сув олмайдиган; юқори сорбцион ва юқори капилляр; нафас олувчи мембраналар; phase change materials; металлаштирилган, махсус пардозланган².

Тўқимачилик материаллари, жумладан, тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган полимер композитларнинг деформацион ва мустаҳкамлик хоссаларини мақсадли бошқариш мумкинлиги аниқланган³, таркибида 35 фоизгача сорбцион фаол дисперс материалларни сақлаган сорбцион-филтрловчи нотўқима матоларни термопластик полимерлар билан олишга эришилган⁴, бетон композитларнинг мустаҳкамловчи компоненти сифатида базалт тўқима ва трикотаж матолардан фойдаланилган⁵, термопластик полимер ва каноп толаларидан тайёрланган нотўқима матолардан бир қатор маҳсулотларни олишда ҳамда геотекстилда фойдаланиш мақсадли деб топилган⁶, металлаштирилган электр ток ўтказувчи толалар, улардан йиғирилган ип ва тегишли электрофизик хусусиятли маҳсулотлар⁷, сифат

¹ Зверев М.П. Химические волокна. 2002. -№6, -Б. 67.

² Власенко В., Ковтун С., Березненко Н. Технический текстиль. Москва, 2005, -№12, -Б. 31.

³ Yamamoto Hiroshi, Terauti Fumio, Kubo Mitsunori, Aoki Hiroyuki. Dezaingaku kenkyu=Bull. Jap. Soc. Sci. Des. 2004 Spec. Issue. -р. 74.

⁴ Юнусов Б.Х., Некрутенко Н.Д., Хакимов О.Ш. Композицион матераллар. –Тошкент, 2002. №3, - Б.50.

⁵ Иманкулова А.С., Турсунбекова Н.К. Текстильная промышленность. –Москва, 2005. №7-8, - Б.26.

⁶ Гофуров К., Ван де Велд, Жуманиязов К., Л.Ван Лангенхон, Гофуров Ж. –Тошкент, ГФНТИ. 2000. 20 б.

⁷ Akbarov D., Baymurov B., Westbroek Ph., Akbarov R. De. Clerck K., Kiekens P. Jornal of Applied Electrochemistru. UK. 2005.

кўрсаткичлари яхшиланган поливинилхлорид композитлар¹ни олиш технологиялари мавжуддир.

Аммо ханузгача таркибида кимёвий фаол гуруҳларининг миқдори нисбатан юқори бўлган, маълум конструкцион шаклдаги, комплекс механик хусусиятлари сақланиб қолинган, технологик жараёнларда кўп бор ишлатилиши мумкин бўлган тугал маҳсулотларга эришиш муаммоси ечилмаган. Механик хусусиятлари етарли бўлмаган ҳажмли толалар ва дисперс материаллардан мақсадли композитларни шакллантириш принциплари ишлаб чиқилмаган. Шунингдек, келгусида мустаҳкамланган термопластик полимер композитлар олишнинг самарали технологияларини яратиш билан боғлиқ йўналишнинг ҳам ривожига талаб этилади.

Диссертация тадқиқотининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги қуйидаги лойиҳаларда акс эттирилган: давлат илмий-техник лойиҳалари ОТ-ФЗ-147-2 - «Трикотаж композицион материал ва маҳсулотларни яратиш асослари» (2007-2011йй.); П.12.2 - «Трикотаж асосида техник мақсадларда қўлланиладиган қатламли полимер материаллар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш» (2003-2005йй.); ИТД-3-01 - «Пахта маҳсулоти тойларини қадоқлаш учун юмшоқ контейнерларни яратиш» (2012-2014йй.); ИТД-3-09 - «Махсус трикотаж-композицион материаллар ва маҳсулотларни яратиш» (2012-2014йй.); 2-ОТ-О-53941 - «Маҳаллий хом ашё асосида филтрловчи элементларга мўлжалланган тўқимачилик материалларини ишлаб чиқиш технологиясини жорий этиш» (2014-2015йй.).

Тадқиқотнинг мақсади мустаҳкамланган полифункционал композицион материалларни тегишли тузилишда трикотажнинг мустаҳкамлик, қайишқоқ-деформацион, адгезион хусусиятлари асосида яратиш ва уларнинг самарали технологиясини тадбиқ этишдан иборат.

Қўйилган мақсадни амалга ошириш учун қуйидаги **тадқиқот вазифалари** белгиланган:

трикотаж билан мустаҳкамланган композитлар олиш технологиясини тегишли структура ва хусусиятлар билан шакллантириш имкониятини берувчи концепцияни яратиш;

трикотаж билан мустаҳкамланган термопластик композитлар, мато ва енгларни яратиш;

тўлдирғичли ва мустаҳкамланган трикотаж таркибий элементларининг ўзаро таъсирлашуви ва шаклланиш қонуниятларини тадқиқ этиш;

технологик кўрсаткичларини оптималлаштириш ва мустаҳкамланган трикотаж композитлар олиш усулини яратиш;

мустаҳкамланган полимер композитлар, тўлдирғичли мато, енглар эксплуатацион хусусиятларини тадқиқ этиш.

Тадқиқот объекти: тўлдирғичли ва мустаҳкамланган трикотаж композицион мато, енглар, мустаҳкамланган термопластик композитлардир.

Тадқиқот предмети – технологияларни яратиш билан боғлиқ комплекс назарий ва амалий масалалар ҳисобланади.

¹ Ақромов Э.М., Негматов С.С., Ибадуллаев А.С. Композицион материаллар. –Тошкент, 2002. №4. –Б.23.

Тадқиқот усуллари: диссертацияда дифференциал тенгламалар ЭХМ аналитик ҳам ҳисоб усулларида ечилган, тадқиқотларда эса оптик микроскопия, адгезион, механо-, иссиқлик, гидро-, аэрофизик ва технологик усуллардан фойдаланилган.

Диссертация тадқиқотининг илмий янгилиги: трикотаж билан мустаҳкамланган композицион материаллар технологиясини тегишли структура ва хусусиятларга кўра яратиш илмий асосланган. Трикотаж усулининг афзалликлари асосида янги ишланмалар яратилган:

тўлдирғичли ва мустаҳкамланган трикотаж структуравий элементларининг ўзаро таъсирлашув қонуниятлари топишган, уларнинг мувозанат ҳолати тенгламалари, шунингдек қўзғалувчанлигини баҳолаш усули яратилган;

тўлдирғичли ва мустаҳкамланган трикотаж мато, энгларни шакллантириш жараёнлари назарияси яратилган ва тадбиқ этилган;

N-винил полимерлар, толали, дисперс ва бошқа функционал фаол хусусиятли тўлдирғичлардан фойдаланиб, трикотаж композицион мато, энглар олинган (UZ 1046, UZ 943, UZ FAP 00476, UZ FAP 00784);

филей ўрилишли тўрсимон трикотаж матолардан термопластик композитлар олишда мустаҳкамловчи элемент тарзида фойдаланиш асосланган, мустаҳкамланган композицион полиэтилен композитлар (UZ 944, RU 2085396) олинган, поливинилхлорид асосида том ёпқич композит яратилган ҳамда уни олиш технологияси тадбиқ этилган (UZ FAP 00426).

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

хом ашё ҳамда полимер матрица тури, мустаҳкамловчи тўрсимон элемент ячейкаси шакли ва ўлчамларига қараб турли мақсадларда фойдаланиладиган трикотаж билан мустаҳкамланган полифункционал термопластик композитлар яратилди;

механик фильтрацияда мустаҳкам асос бўлиб хизмат қиладиган композицион тўлдирғичли мато ва энглар, адсорбцион композицион энглар, фильтр пакетларнинг эгилувчан элементлари, суюқликларни тозалашда фойдаланиладиган фильтрловчи элементлар, катализаторларни олиб юрувчи асослар, музей экспонатларини химоялашда қўлланиладиган дисперс-тўлдирғичли эгилувчан композицион элемент, махсус кийимларни тикишда, намликдан химоя воситаларини шакллантиришда фойдаланиладиган материалларни олиш усули яратилди;

толали ва дисперс материаллар билан тўлдирилган композицион шнурни олиш усули яратилди;

енгсимон қадоқловчи маҳсулот конструкцияси ва технологияси яратилди;

офсет полиграф машиналарнинг валлари қопланадиган энглар ва энг маҳсулотлари яратилди;

кичик диаметрли махсус фильтрловчи энглар ва ишлаб чиқариш муҳити учун қўл химоя энглари конструкциялари яратилди.

Олинган натижаларнинг ишончлилиги композит структураси компонентларининг қўзғалувчанлик ва фазовий математик моделлари,

уларнинг адекватлигини баҳолаш критериялари, экспериментал тадқиқотларнинг сертификация маркази, институт ва ишлаб чиқариш лабораторияларининг текширилган мослама ва ускуналаридаги замонавий услубларда олинган натижалари, уларнинг ўзаро мослиги, тажриба ишлаб чиқариш партияларининг ишлаб чиқариш шароитида олиниши ва кенг жорий этилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг назарий аҳамияти шундан иборатки, диссертацияда трикотаж структураси қўзғалувчанлиги илмий асосланган, кам қўзғалувчан ўрилишлар жараёни назарий тадқиқ этилган, полифункционал мақсадли трикотаж билан мустаҳкамланган термопластик композитлар, тўлдирғичли ва мустаҳкамланган трикотаж-композицион мато, енгларни шаклланиш назариялари бойитилган.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти шундан иборатки, бунда тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган сифат кўрсаткичлари яхшиланган термопластик композитлар янги ассортиментлари, нисбатан кам гидравлик қаршиликка эга, специфик хусусиятли, тўлдирғичли композицион матолар, турғун конструкцияли енглар яратилган ва уларни олиш технологияси ўзлаштирилган.

Механик чанг, захарли моддаларни филтрлаш, махсус кийимлар тикиш ва ноанъанавий маҳсулотларни шакллантиришда тўлдирғичли ва мустаҳкамланган трикотаж-композицион мато, енг конструкцияларидан фойдаланиш, қимматли хом ашё ресурсларини тежаш, меҳнат шароитлари ҳамда экологик вазиятни яхшилаш имкониятини беради. Тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган термопластик композитлар эса улардан турли мақсадларда фойдаланиш кўламини кенгайтиради, импорт маҳсулотлар ҳажмини қисқартиради.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Тўлдирғичли ва мустаҳкамланган трикотаж композит мато ҳамда енгларни, термопластик полимерни тўрсимон филей ўрилишли мустаҳкамловчи компонентларини, пахта хом ашёси тойларини қадоқловчи ўрилган контейнерларни, кичик диаметрли матбаа саноати офсет машиналари валларининг енгсимон қопламаларини ва турли саноат ишлаб чиқариш тармоқлари эҳтиёжлари учун қўл ҳимоя енгларини яратиш билан боғлиқ илмий тадқиқотлар натижалари «Ўзбекенгилсаноат» Давлат акционерлик компанияси тасарруфидаги корхоналарга жорий этилган. Бунда саноат тармоқлари учун муҳим, импорт ўрнини босувчи ва экспортбоп маҳсулотлар ҳажмини оширилиши билан тегишли иқтисодий самарага эришилиши кутилмоқда («Ўзбекенгилсаноат» Давлат акционерлик компаниясининг 2014 йил 24 ноябрдаги маълумотномаси).

Меҳнат шароитини яхшилаш ва соғломлаштиришга хизмат қилувчи қўл ҳимоя енглари «Навоиазот» акционерлик жамиятига жорий этилган (2014 йил 30 майдаги 13-сонли далолатномаси).

Трикотаж қўзғалувчанлигига асосланган пахта хом ашёси тойлари ўлчамларига мос қадоқловчи ўрилган контейнерлар «Каттақўрғон пахта заводи» акционерлик жамиятига жорий этилган (2014 йил 7 мартдаги 27-сонли

далолатномаси) ва бир пахта мавсумида кутилаётган иқтисодий самара 4,5 млрд. сўмни ташкил этади. Бу борадаги илмий тадқиқотларнинг долзарблиги, зарурати, иқтисодий самарадорлиги ва натижаларнинг жорий этилиши «Ўзпахтасаноат» уюшмаси томонидан тасдиқланган («Ўзпахтасаноат» уюшмасининг 2014 йил 15 октябрдаги маълумотномаси).

Ишнинг апробацияси. Тадқиқот натижалари 20 дан ортиқ илмий-амалий анжуманлар, шу жумладан, 6 та халқаро анжуманларда, хусусан: «Пути совершенствования подготовки специалистов для текстильной промышленности», А.Н.Косигин номидаги МДТУ, Москва-2002; «Проблемы интенсификации технологических процессов и энергосберегающих технологий в условиях национальной экономики» БухООваЕСИ, Бухоро-2003; «Инновация-2004» ТДТУ, Тошкент-2004; «Современные наукоёмкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности», «Прогресс-2008», Иванова-2008; «Маҳаллий ва иккиламчи хом ашёлар асосида янги композицион материаллар», «Фан ва тараққиёт» ИТК, ТДТУ, Тошкент-2011; «Ресурс ва энергия тежамкор, экологик зарарсиз композицион материаллар», ТДТУ, Тошкент-2013; 11.11.2014 йилда Умумий ва ноорганик кимё институти, Полимерлар кимёси ва физикаси илмий-тадқиқот маркази, Тошкент кимё-технология институт ва Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги 16.07.2013.К/Т.14.01 ракамли Илмий кенгаш қошидаги 02.00.07-«Композицион материаллар кимёси ва технологияси» ихтисослиги бўйича илмий семинарда муҳокама қилинган.

Натижаларнинг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 57 та илмий иш, жумладан, 1 та монография, 31 та журнал мақолалари чоп этирилган, тўртта ихтирога ва учта фойдали моделга патент олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация ишида 200 саҳифа матн бўлиб, кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати (280 адабиёт), 37 та илова жамланган. Ишда 91 та расм ва 17 та жадваллар келтирилган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Композицион материалларда олдиндан тайёрланмаган толалар тўлдирғич вазифасини, тайёрланган узлуксиз толалар, жгут, лента, мато кабилар эса мустаҳкамловчи вазифасини ўтайди. Тўқимачилик композитлар одатда, турли хом ашёдан, уларнинг таркибига дисперс ва бошқа материалларни киритиш билан шакллантирилади. Трикотаж ишлаб чиқариш техника-технологиясининг устуворлиги, ишлатиладиган материалларнинг ўзига хос хусусиятлари, улар кўрсаткичларни кенг ўзгартириш, янги композитлар яратиш имкониятларини беради.

Диссертацияда вазифанинг қўйилиши ва тадқиқотлар комплекс схемаси иш мақсадидан келиб чиққан ҳолда (1-расм) келтирилган.

ТРИКОТАЖ БИЛАН МУСТАҲКАМЛАНГАН ПОЛИФУНКЦИОНАЛ МАҚСАДЛИ КОМПОЗИТЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИ

Трикотаж билан мустаҳкамланган
термопластик композитларни яратиш

Композицион трикотаж мато ва
енгларни олиш

Асос – ПЭ			Асос – ПВХК			Асос – трикотаж мато			Асос – чоксиз енгсимон трикотаж		
Мустаҳкамловчи элемент тўрсимон трикотаж			Мустаҳкамловчи элемент тўрсимон трикотаж			Мустаҳкамловчи ёки тўлдирувчи элемент			Мустаҳкамловчи ёки тўлдирувчи элемент		
пахта ипидан	полиэфир ипидан	полиамид ипидан	пахта ипидан	полиэфир ипидан	полиамид ипидан	ҳажмли ип ёки лент	диспер тўлдириш шур	эритмадан шиmdirилга н полимер	ҳажмли ип ёки лент	диспер тўлдириш шур	эритмадан шиmdirилга н полимер

СТРУКТУРА ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ, ТЕХНОЛОГИК, ФИЗИКА-КИМЁВИЙ ВА МЕХАНИК ХУСУСИЯТЛАРИ

Структура
характеристикалари

Адгезион
хусусиятлар

Технологик
хусусиятлар

Сорбцион
хусусиятлар

Қайишқоқ-деформацион хусусиятлар

Эксплуатацион хусусиятлар

ИШЛАТИЛИШ СОҲАСИ ВА ОБЪЕКТЛАРИ

Томёпкич композитлар	Намликдан химоя, декоратив ва реклама композитлари	Ясси қурилиш композитлари	Пахта маҳсулотлари тойи қадоклари	Матбаа учун коплама енглар	Даволаш- профилактик ва қўл индивидуал химоя воситалари	Ҳаво ва ишлаб чиқариш филтрлари	Тўлдириш композицион матолар
-------------------------	---	------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	--	------------------------------------	------------------------------------

Композицион мато, енглар ва мустаҳкамловчи ёки тўлдирувчи элеменлар трикотаж корхоналарида олинади, мустаҳкамланган термопластик композитларни олиш технологияси эса ихтисослашган корхоналарда ўзлаштирилади.

Техник талаблар асосида шакллантирилган ишланмалар тегишли корхона ва ташкилотларга жорий этилади.

ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ САМАРАДОРЛИК

Яратилган технологик ечимларни жорий этиш хом ашё ва энерго- ресурслар тежамкорлиги, меҳнаш шарт-шароитлари ва экологик хавфсизликнинг яхшиланиши билан боғлиқ катта ижтимоий ва иқтисодий самара беради.

1-расм. Диссертация ишида вазифа қўйилишининг умумий схемаси

Таркибий структурасига қараб трикотаж ўрилишлар қуйидагича гуруҳланади: бош, ҳосилали, нақшли ва аралаш ўрилишлар. Кўндалангига ўрилган трикотажда горизонтал ҳалқа қаторлар бевосита бир ипнинг эгилишидан, бўйламасига ўрилганида эса ҳалқа қатори бир қанча иплардан шаклланади.

Ҳозирга қадар нақшли ўрилишлар гуруҳига мансуб филей трикотаждан композицион материалларнинг мустаҳкамловчи элементи тарзида фойдаланилмаган. Ундан композицион материалларнинг мустаҳкамловчи элементи тарзида фойдаланиш янги композитларни яратиш ва уларнинг сифат кўрсаткичларини яхшиланишига олиб келади. Композитларда ғоваксимонлик, қўзғалувчанлик, ҳалқанинг сўтилмаслиги, эластиклиги каби омиллардан фойдаланиш имконияти туғилади.

Иزلанишларда трикотаж геометрик модели, ҳолати, хусусиятлари ва қўзғалувчанлик даражаси комплекс таҳлил этилган. Элементлар ориентациясини унинг хусусиятлари билан ўзаро боғлиқлиги асосланган. Структуранинг анимацион ва уч ўлчамли моделлари қўзғалувчанлик ёки кам қўзғалувчанлик билан уйғунликда яратилган ва уни боҳолаш услуби тавсия этилган.

Композитлар ассортиментни кенгайтиришга, жумладан, трикотаж билан мустаҳкамлаб олишга йўналтирилган ҳар қандай техник ечимга эришишда ташкил этувчи барча компонентлар мослиги, бир-бирини тўлдириши ва умумий таснифга бўйсунishi, ўзаро мувозанатлашув қонуниятларининг умумий мақсадга хизмат қилишига эришиш айнан ишимизнинг асосий мақсадидир.

Трикотаж билан мустаҳкамланган термопластик композитларни яратиш. Юқори сифатли мустаҳкамланган композитларни шакллантиришда полимер тури ва мустаҳкамловчи элементнинг структураси катта аҳамият касб этади. Аксарият композитларда толали ва кукунсимон материаллар модификацияловчи тўлдирғич ролини бажаради. Йўналтирилган толали материаллар ёки маълум қонуниятда ўрилган матонинг йўналтирилган элементлари бир вақтнинг ўзида ҳам мустаҳкамловчи ҳам композит ичида тўлдирғич бўла олади.

Амалиётда мустаҳкамловчи элементи тўрсимон тўқима бўлган композицион материаллар тез-тез учраб туради. Улардан техник ва уй-рўзғор буюмлари ишлаб чиқаришда фойдаланилади, чунки улар мустаҳкамланмаган полимерларга нисбатан ташқи кучларга чидамлидир.

Мустаҳкамловчи элементи мавжуд полимер композитларнинг физик-механик хусусиятлари бир неча баробар ортади. Аммо, тўрсимон тўқима бир қатор камчиликларга эга, даставвал танда ва арқоқ ипларининг ўзаро кесишиш жойида силжиши, натижада айнан шу жойларда қатлам ажралишини ҳосил бўлиши юзага келади. Шунингдек, мустаҳкамловчи элемент тўр самарасининг ўлчами ва шакли ҳар хилдир. Ясси яримтайёр маҳсулотларда икки тизим арқоқ ва танда ипларининг йўналтирилганлиги туфайли, айрим ипларнинг қатламлар орасидан катта бўлмаган куч

таъсирида суғирилиб чиқиш ҳолатлари ҳам кузатилади. Композит материал чок билан бириктирилганда маҳсулот четида тўқима салбий хусусият «ипларнинг силжиши» кузатилади ва бу эксплуатацион хусусиятларни коникарсизлигига олиб келади.

Трикотаж билан мустаҳкамланган композитлар кичик лаборатория мосламасида полимер қатламлари ва уларнинг орасида жойлаштирилган тўрсимон трикотажга маълум температурада таъсир кўрсатиш ва бириктириш билан шакллантирилди.

Трикотаж билан мустаҳкамланган композитларни шакллантириш меъёрларини танлашда қатламларнинг бирикиши, ташқи кўриниши ва ўлчамларининг ўзгариши баҳоланди. 0,53 м/мин тезликда берилаётган плёнка қизувчи вал билан 8-10 секунд давомида таъсирлашади. Полиэтилен билан ўтказилган изланишларда қизувчи элемент температураси 50-110 °C оралиғида ўзгартирилди. Температура 60 °C дан паст бўлганда қатламларнинг бирикиши кузатилмади, кичик куч таъсирида қатламларнинг ажралиши юзага келди. 60 °C дан юқори температурада эса полиэтилен қатламларининг ўзаро бирикиши содир бўлди. Қатламларнинг бирикиш мустаҳкамлиги, ташқи кўриниши жиҳатидан уч хил температура оралиқлари аҳамиятлидир. Биринчиси 60 дан 75 °C гача бўлган оралиқ, бунда қатламлар бирикиши коникарсиз бўлган композит олинди. Қатламларнинг ажралиши фақат қатламлар сирт чегараси бўйлаб амалга ошди. Композит қалинлиги қатламларнинг умумий қалинлигига тенг бўлди, пленкалар ўлчами ўзгармади.

Иккинчи 75 дан 90 °C гача бўлган оралиқда мустаҳкамлиги юқори композит олинди. Бунда қатламларнинг ажралиши бирикиш сирти бўйлаб содир бўлди. Пленка чизиқли ўлчамлари қатламлар дастлабки қийматларига нисбатан ошади, лекин бу 3 фоизга етмайди. Қатламлар ажралиш сирти оптик мослама билан кузатилганда бир қатлам сиртининг айрим жойларида иккинчи қатлам изларининг қолиши кўзга ташланади. Бу тадқиқ этилаётган температура оралиқларида полиэтиленнинг юқори эластик ҳолатида бўлиши, валикларнинг таъсирида қатламлар макромолекулаларининг ўзаро бир-бирига сингишидан дарак беради.

90 – 105 °C оралиғидаги температурада қатламлараро бирикиш янаям юқоридир, аммо бунда чизиқли ўлчамларнинг туб ўзгариши кузатилади. Полимернинг физик ҳолати қовушқоқ-оқувчанликка яқинлашади, натижада полимер чўзилиши ва қалинликнинг қисқариши кузатилади.

110 °C дан юқори температурада полиэтилен қовушқоқ-оқувчанлик ҳолатига ўтади ва қизувчи валдан ўтишда тезкор суюқланиш кузатилади. Бунда пленка чўзилади, қалинликнинг ҳар хиллиги пайдо бўлади ва сирт нотекислигига эришилади.

Изланиш натижаларига кўра қатламларнинг 0,53 м/мин тезлигида қизувчи валнинг 78 ± 5 °C температураси оптимал қиймат ҳисобланади.

Мустаҳкамлиги янада юқори эксплуатацион хусусиятли композитлар олиш мақсадида келгуси тадқиқотлар тўрсимон трикотаж билан

мустаҳкамланган поливинилхлорид композитларни олишга йўналтирилди. Дастлаб лаборатория намуналари олинди, тадқиқотлар тажриба-ишлаб чиқариш муҳитида давом эттирилди.

«Оҳангаронлинпласт» акционерлик жамиятида мустаҳкамланган поливинилхлорид композит асосида кўп йиллик ясси томёпқич материал олинди. Томёпқич композит матрицаси поливинилхлорид смола, фтал кислотали диоктил эфир, бўр, стеарат кальций ва бошқалардан ташкил топган термопластик полимердир. Мустаҳкамловчи элемент «стекло ткань», яъни тўрсимон шиша тўқимадир. Тўрсимон шиша тўқиманинг жиддий камчилиги унинг ситилувчанлиги ва ипларининг силжиши, қатламлар орасидан енгил сидирилиб чиқиши, етарлича, айниқса кўндалангига чўзилмаслигидир. Мазкур камчиликларни бартараф этиш мақсадида лаборатория намуналари тадқиқининг натижаларига таяниб, мустаҳкамловчи элемент тарзида филей ўрилишдаги тўрсимон трикотаждан фойдаланиш тавсия этилди ва бу келгуси технологияда қўлланилди.

Хом ашё тури, тўрсимон самараси ўлчами ва геометрик шаклидан қатъий назар термопластик полимер пленкаларни мустаҳкамлашда ишлатилганда филей ўрилишдаги трикотаж ситилмайди, иплар силжиши кузатилмайди. Ситилмаслик ва силжимаслик туфайли ясси яримтайёр деталлар ва трикотаж билан мустаҳкамланган композит маҳсулотлар ён бириктириш чокларининг сифати яхшиланади.

Трикотаж билан мустаҳкамланган томёпқич композитнинг шаклланиш технологик жараёни ва температура меъёрлари қуйидагича: юклаш→ аралаштириш→ пластификация (I зона $175\pm 10^{\circ}\text{C}$; II зона $170\pm 10^{\circ}\text{C}$; III зона $165\pm 10^{\circ}\text{C}$; IV зона $160\pm 10^{\circ}\text{C}$)→ гомогенлаш ва газдан тозалаш (олдинги вал $-160\pm 5^{\circ}\text{C}$ ва орқа вал $-165\pm 5^{\circ}\text{C}$)→ каландрлаш (1 валик $177\pm 5^{\circ}\text{C}$; 2 валик $175\pm 5^{\circ}\text{C}$; 3 валик $175\pm 5^{\circ}\text{C}$; 4 валик $173\pm 5^{\circ}\text{C}$)→ бириктириш (юқори, дастлаб олинган қуйи матрица қатлами ва оралиқ мустаҳкамловчи элемент)→ тортиш (1 гуруҳ валлар $160\pm 10^{\circ}\text{C}$; 2 гуруҳ валлар $155\pm 10^{\circ}\text{C}$; 3 гуруҳ валлар $150\pm 10^{\circ}\text{C}$)→ ён қисмларини кесиш→ ўраш→ қайта ўраш.

Томёпқич композит қаватларини бириктириш жараёнида улар бутун сирт бўйлаб бир-бирига бириктирилади. Бунда бириктирувчи мослама тортувчи вазифасини ҳам ўтайди. Алоҳида ўралган ва йўналтирилаётган полимер матрицанинг қуйи қатлами ва оралиқ мустаҳкамловчи тўрсимон трикотаж юқори матрица қатлами билан узлуксиз бириктирилади. Каландрнинг қиздирувчи валиги ва бириктирувчи валик таъсирида икки матрица қаватлари ўзаро мустаҳкамловчи тўрсимон трикотаж кўзчалари орасидан ўтиб, бутун юза бўйлаб бирикади. Натижада трикотаж билан мустаҳкамланган монолит композит ҳосил бўлади.

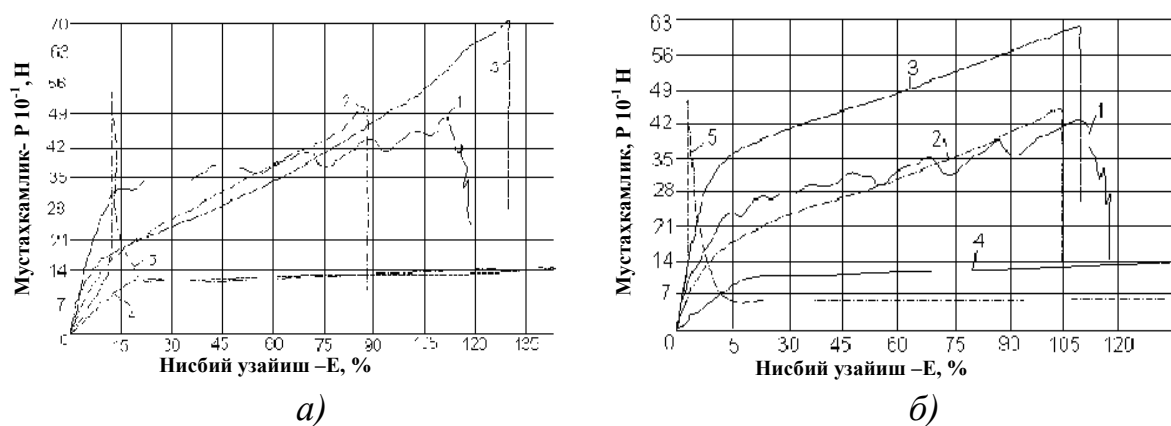
Трикотаж билан мустаҳкамланган композитларнинг физик-механик ва эксплуатацион хусусиятлари тадқиқи. Мустаҳкамловчи элемент табиатининг таъсирини тадқиқ этиш мақсадида тўрсимон шиша тўқима ва полиэфир, капрон, йигирилган пахта ипларидан бир хил ўлчам

ва шаклдаги тўрсимон трикотаж мустаҳкамловчи элементлар танланди. Тўрсимон трикотажни олишда бир хил чизикли зичликдаги иплардан фойдаланилди.

Тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган композит мустаҳкамлик кўрсаткичлари дастлабки полиэтилен билан қиёсланганда кўп бор ошиши, узилишдаги нисбий узайишининг эса кўндаланг ҳам бўйламасига бир неча баравар камайиши кузатилди. Жумладан, кўндалангига мустаҳкамлик бўйлама мустаҳкамликдан анча камдир. Кўндалангига нисбий узайиш уч баравар катта. Эришилган натижалар кўрсатишича узувчи кучга асосий қаршилиқни тўрсимон шиша тўқима кўрсатади.

Тўрсимон шиша тўқима ўзаро бурамли икки тизим танда ва кўндаланг арқоқ ипларидан ташкил топгандир. Куч таъсирида орасида арқоқ ипи жойлашган, бўйлама бурамли танда иплари бурами текисланади, натижада композицион материал узаяди. Иккала бурамли иплар нисбатан катта куч таъсирига чидамли. Кўндалангига жойлашган арқоқ шиша ипларининг чўзилувчанлиги чекланган, шунингдек кичик куч таъсирида улар узилади.

Йигирилган пахта, полиэфир, капрон ипларидан ўрилган тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган полиэтилен композитлар мустаҳкамлиги ўрганилди (2-расм).



а) бўйламасига; б) кўндалангига; тўрсимон трикотаж –
1- йигирилган пахтадан, 2- полиэфир ипидан, 3- капрон ипидан;
4-мустаҳкамловчи элементсиз; 5- тўрсимон шиша тўқима
2- расм. Полиэтилен композит мустаҳкамлиги ва нисбий узайиши

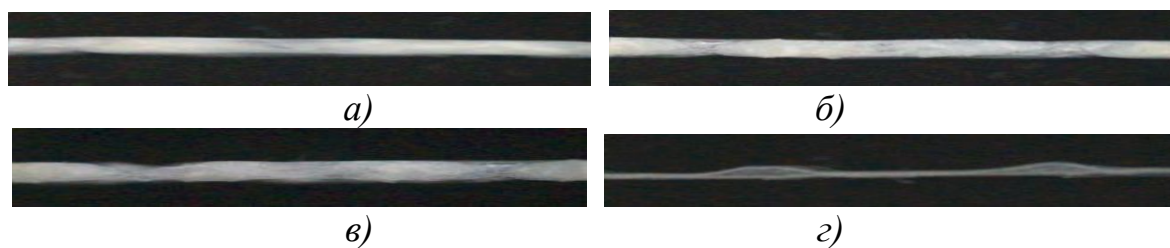
Иплар чизикли зичлиги ва тўр самара геометрик ўлчамларининг бир хиллиги, тола тури табиатини қиёсий баҳолаш имконини беради. Барча ҳолатларда бошланғич полиэтиленга нисбатан композит мустаҳкамлиги катта, узилишдаги нисбий узайиш эса бир неча баравар кичикдир. Жумладан, бундай композитлар мустаҳкамлиги ва нисбий узайишининг боғлиқлиги тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган композитдагига қараганда текисроқдир. Йигирилган пахта ипидан ўрилган тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган композит графигида

тўлқинсимон ўсиш қонунияти кузатилади. Ушбу ҳолат йиғирилган пахта ипи таркибидаги толалар учларининг адгезияси туфайлидир.

Йиғирилган пахта ва полиэфир ипларидан ўрилган трикотаж билан мустаҳкамланган композитлар мустаҳкамлиги тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган композитникига қараганда кам. Капрон ипидан ўрилган трикотаж билан мустаҳкамланган композит мустаҳкамлиги эса анча юқоридир. Узилишдаги нисбий узайиш тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган барча ҳолатларда тўрсимон шиша тўқима асосидаги композитникидан бир қадар юқоридир.

Мустаҳкамликнинг жамланма самарасини тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган барча намуналарда кўриш мумкин. 60-80 °С да композитни бириктириш жараёнида трикотаж таркибидаги йиғирилган пахта ипининг толалари кристал ҳолатда қолади, полиэфир ва капрон ипи эса юқори эластик ҳолатга ўтади. Жумладан, полиэфир ипи юқори эластик, капрон ипи эса шишасифат ҳолатга яқин бўлади. Айнан шу ҳолатлар якуний натижага таъсир кўрсатади. Полиэфир ипи ва полиэтиленнинг таъсирлашувида адгезион кучларини икки полимер ўзаро мойиллиги, йиғирилган пахта ип толаларида эса туклилиқ ва сирт ғадир-будурлиги белгилайди. Капрон ипи ва полиэтиленнинг адгезион мустаҳкамлиги нисбатан кам, лекин капрон ипининг бошқа ипларга қараганда мустаҳкамлиги юқоридир. Булардан полиэфир, капрон иплари ва йиғирилган пахта ипларидан ўрилган тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган барча композитларда дастлабки полиэтиленга нисбатан мустаҳкамлик ва нисбий узайишни ошириш имкониятлари яққол кўринган.

Полимернинг мустаҳкамловчи элементга сингиш даражасини композит кўндаланг кесими оптик тасвирларида кўриш мумкин (3-расм).



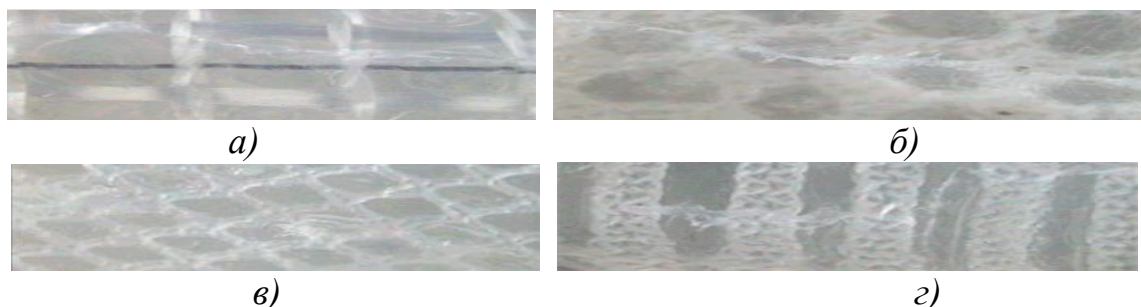
тўрсимон трикотаж – а) йиғирилган пахта ипидан, б) полиэфир ипидан, в) капрон ипидан; з) тўрсимон шиша тўқима

3-расм. Мустаҳкамланган полиэтилен композитлар кўндаланг кесими оптик тасвирлари

Тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамлаш ҳолатидан (3-расм) кўриниб турибдики, мустаҳкамловчи элемент ва полимер орасида кўзга ташланарли даражадаги компонентлар сиртининг бирикмаганлиги мавжуд. Тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамлашда эса, йиғирилган пахта ипларидан, капрон ва айниқса полиэфир ипидан бўлганда, сиртлар бирикмаганлиги сезилмайди. Суюлган полиэтилен тўрсимон трикотаж ичига киради ва қарийб гомоген масса тарзидаги бирикишни ҳосил қилади. Полиэтилен кутбланмаган полимер ҳисобланади ва мустаҳкамловчи

элемент моддалари билан атом боғланишлар содир бўлмайди. Полимер мустаҳкамловчи компонент сирти билан таъсирлашганда Ван-Дер-Вальс молекулалараро таъсирлашуви юзага келади. Бу ҳолатда таъсирлашув жойларида адсорбцион ва диффузион жараёнлар олдинги ўринга чиқади. Диффузион жараёнлар вақтга боғлиқдир. Уларни босим ва макромолекулаларнинг қўзғалувчанлигини фаоллаштирувчи чоралар, жумладан, даставвал температура жадаллаштиради.

Адсорбцион таъсирлашувга мустаҳкамликни аниқлаш машинасида ажратилган қатламлар сиртининг оптик тасвирларига қараб баҳо бериш мумкин (4-расм).

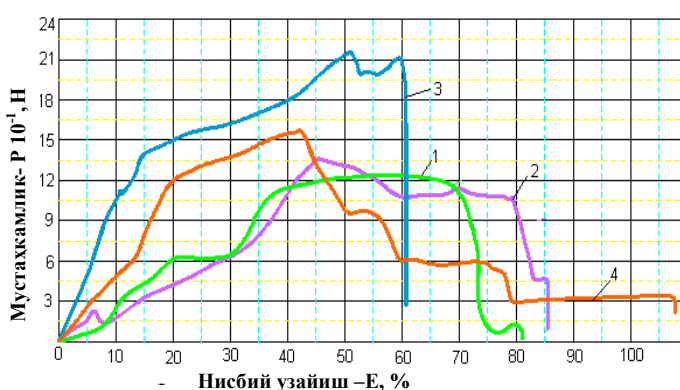


тўрсимон тирикотаж – а) йиғирилган пахта ипидан, б) полиэфир ипидан, в) капрон ипидан; г) тўрсимон шиша тўқима

4-расм. Мустаҳкамланган полиэтилен композитлар қатлам сиртларининг ажралиш тасвирлари

Тегишли ишлов беришда шиша тола кристал ҳолатини сақлаб қолади ва суюлган полиэтиленда ҳам диффузия ва адсорбция бўлмайди. Йиғирилган пахта ипи толалари ва полиэтилен орасида адгезион таъсирлашув тукдорлик ва ғоваксимон сирт сабабли содир бўлади. Полиэфир ва капрон иплари билан адгезион таъсирлашув эса мустаҳкамловчи элемент ғоваксимон структурасининг полиэтилен билан биргаликдаги суюлишида адсорбцион ва диффузион жараённинг боришидадир.

Мустаҳкамланган полиэтилен композитлар қатлам сиртларининг ажралиши билан боғлиқ жараёнда олинган адгезиограмма орқали полимер ва мустаҳкамловчи элементлар орасидаги адгезион кучга узайиш билан боғлаб баҳо бериш мумкин (5-расм).



- 1 – тўрсимон шиша тўқима;
- тўрсимон трикотаж –
- 2 – йиғирилган пахта ипидан,
- 3 – полиэфир ипидан,
- 4 – капрон ипидан

5-расм. Мустаҳкамланган полиэтилен композитлар қатламлараро адгезиограммаси

Кутилганидек сиртларнинг ажралишида энг катта мустаҳкамлик полиэфир ипидан ўрилган тўрсимон трикотажга тегишли. Жумладан, узайиш 60%га етганида, 20 Н куч таъсирида полимер пленканинг ўзи узилди. Йиғинди мустаҳкамлик самараси ўта маъқуллиги капрон ипидан ўрилган трикотаж билан мустаҳкамланган полиэтилен композит қатлам сиртларининг ажралиши ҳолатида кузатилди.

Капрон ипидан ўрилган трикотаж билан мустаҳкамланган композит юқори мустаҳкамликка эга ва унинг бўйлама ва кўндаланг қиймати қисман тенгдир.

Мустаҳкамланган композит нисбий узайишига мустаҳкамловчи элемент чўзилувчанлиги ҳам аҳамиятлидир. Бу кўрсаткич трикотаж билан мустаҳкамланган композитларда дастлабки полиэтиленга нисбатан 4-6 баравар кам, аммо тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган композитлардагига қараганда бир даража юқоридир.

Мустаҳкамланган полиэтилен композитларнинг физик-механик хусусиятлари ўртача қийматлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Мустаҳкамланган полиэтилен композитлар физик-механик хусусиятлари

Мустаҳкамловчи элемент	Қалинлик, мм	Мустаҳкам-лик, Н	Шартли мустаҳкам-лик, МПа	Нисбий узайиш, %	Юза зичлик, г/м ²
тўрсимон шиша тўқима *	0,37	530,0	28,6	12,65	223
		472,0	27,52	4,57	
олтиқирра тўрсимон трикотаж	йигирилган пахта ипидан				
	0,6	480,0	12,0	118,0	200,3
		420,0	10,5	117,25	
	полиэфир ипидан				
	0,4	510,0	25,5	88,5	198,2
		445,0	22,25	105,0	
	капрон ипидан				
	0,4	690,0	34,5	131,0	198,2
		614,0	30,7	110,25	
Изоҳ: * сурат бўйлама, махраж кўндаланг мустаҳкамловчи элемент ва полимер матрица ориентациясига асосан.					

Ушбу маълумотлар кўрсатишича, мустаҳкамланган элемент табиатининг ўзгариши қалинлик, юза зичлиги, мустаҳкамлик ва нисбий узайиш кабилар ўзгаришига боғлиқ. Йиғирилган пахта ипидан ўрилган трикотаж билан мустаҳкамланган полиэтилен композит нисбатан қалиндир. Лекин, у бошқа композитларга нисбатан кичик кўрсаткичларга эга. Тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган композит нисбий узайиши камдир. Узилишдаги мустаҳкамлик, қалинлик ва юза зичликнинг кичик қийматида чўзилишдаги нисбий узайиш максималлигига капрон

ипидан ўрилган тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган полиэтилен композит эгадир.

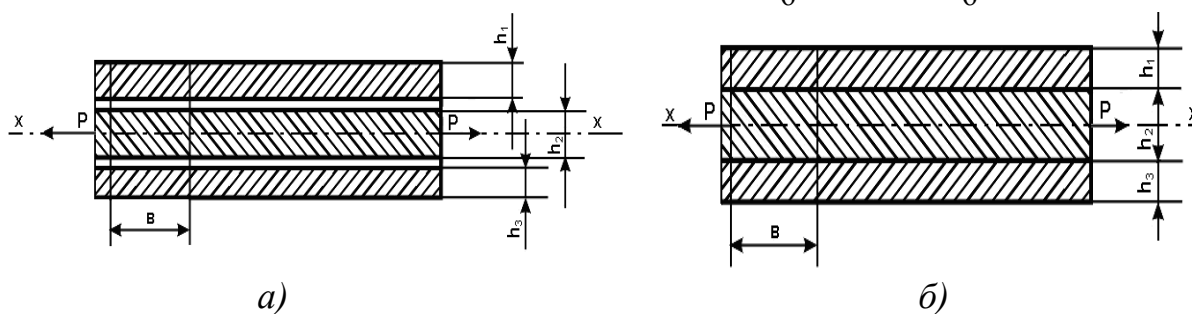
Тўрсимон матолар билан мустаҳкамланган композитларнинг узайиши, айниқса намунанинг икки ўқли чўзилиши катта илмий ва амалий аҳамият касб этади. Икки ўқли чўзилишни ҳосил қилиш у қадар мураккаб эмас, масалан, юпқа тўртбурчак пластиналарнинг цилиндрик сиртда эгилиши тарзида. Маълумки, бу эгилиш деформацион ҳолатни баҳолашда бирламчи аҳамиятли кўндаланг кесим геометрик характеристикаси – кесим марказий ўқи қаршилик моменти қуйидаги нисбатдан аниқланади:

$$W_x = bh^2/6, \quad (1)$$

бунда b - композит бир пластинкасининг эни; h – мустаҳкамловчи элемент кўндаланг кесими баландлиги.

Полиэтилен тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланганда, ушбу мустаҳкамловчи элемент ва полимер орасида кўзга ташланарли даражадаги компонентлар амалий бирикмаслиги (6-расм, а) мавжуд. Шунинг учун намуна кўндаланг кесими йиғинди қаршилик моменти ҳар бир қатлам қаршилик моментлари йиғиндисидан аниқланади: $\sum W_x = W_1 + W_2 + W_3$,

агар $h_1 = h_3$, то $W_1 = W_3$ и $\sum W_x = 2W_1 + W_2$, где $W_1 = \frac{bh_1^2}{6}$ ва $W_2 = \frac{bh_2^2}{6}$ (2)



а) бирикмаслик; б) монолит бирикиш

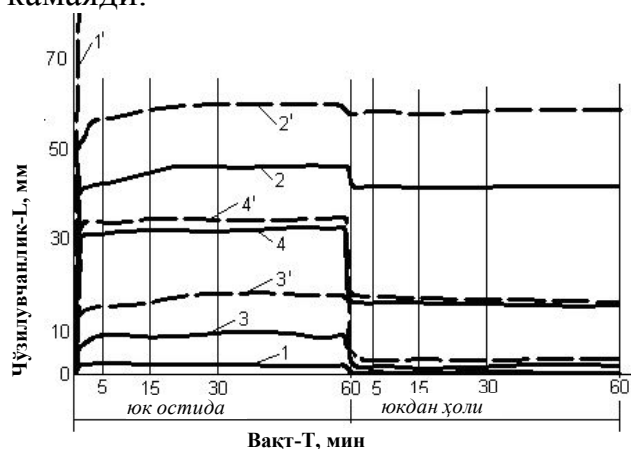
6-расм. Мустаҳкамланган полимер композит локал участкаси кўндаланг кесими

Тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган полиэтилен композитлар монолит бирикишни ташкил этади (6-расм, б) ва бу ташкил этувчиларнинг бирикиш зонасида биргаликдаги суюлишида адсорбцион ва диффузион жараённинг бориши билан боғлиқдир. Бу ҳолатда кўндаланг кесим юзаси йиғинди қаршилик моменти қуйидагича аниқланади: $W_x = \frac{b(h_1 + h_2 + h_3)^2}{6}$. (3)

(2) ва (3) формулалардаги кўндаланг кесим қаршилик моменти қийматларини таққослаш мақсадида қатламлар қалинлигини ўзаро тенг деб қабул қиламиз: $h_1 = h_2 = h_3 = h$, у ҳолда тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган полиэтилен композит учун: $\sum W_x = W_x = bh^2/2$, (4)

тўрсимон трикотаж ҳолатида эса: $W_x = 3bh^2/2$. (5)

Таққосланилаётган вариантлардаги композит материаллар қаршилик моменти қийматларининг кўрсатишича, W_x қиймати тўрсимон шиша тўқимадан фойдаланилганга нисбатан тўрсимон трикотаж ҳолати учун 3 барабар каттадир. Бунда эгилишдаги нормал кучланиш σ нинг қиймати камаяди.



(1-4) бўйига; (1' - 4') энига:
 1, 1' – тўрсимон шиша тўқима;
 тўрсимон трикотаж –
 2, 2' –йигирилган пахтадан;
 3, 3' – پلیэфир ипидан;
 4, 4' – капрон ипидан

**7-расм. Мустаҳкамланган
полиэтилен композит
релаксацион деформацияси**

Тадқиқот натижалари кўрсатишича (7-расм), тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган полиэтилен композит ташқи юк таъсирида 5 минут мобайнида энига абсолют узайиши (1') энг катта қиймати 235 мм ва ундан кейинги деформация жараёнида намунанинг узилиши билан чегараланади. Бўйига деформация (1) аҳамиятсиз кичик қиймат ва 1 мм гачадир. Релаксацион деформация ўсиш қонунияти вертикал йўналишда ўзаро буралиб жойлашган иккита танда ипининг тузилиши билан боғлиқдир. Бўйлама ташқи куч таъсирида ўзаро буралган танда иплари тексланади, икки ип бурами орасидаги арқоқ ипи бунга қаршилик кўрсатади.

Мустаҳкамланган полиэтилен композитлар деформацияси таҳлили кўрсатишича, йигирилган пахта ипидан ўрилган тўрсимон трикотаждан фойдаланилган ҳолатда қолдиқ деформация қиймати катта ва у тўлиқ деформация асосий қийматини ташкил этади. Бу қонуният ҳар икки кўндаланг ва бўйлама йўналишда ҳам сақланиб қолади.

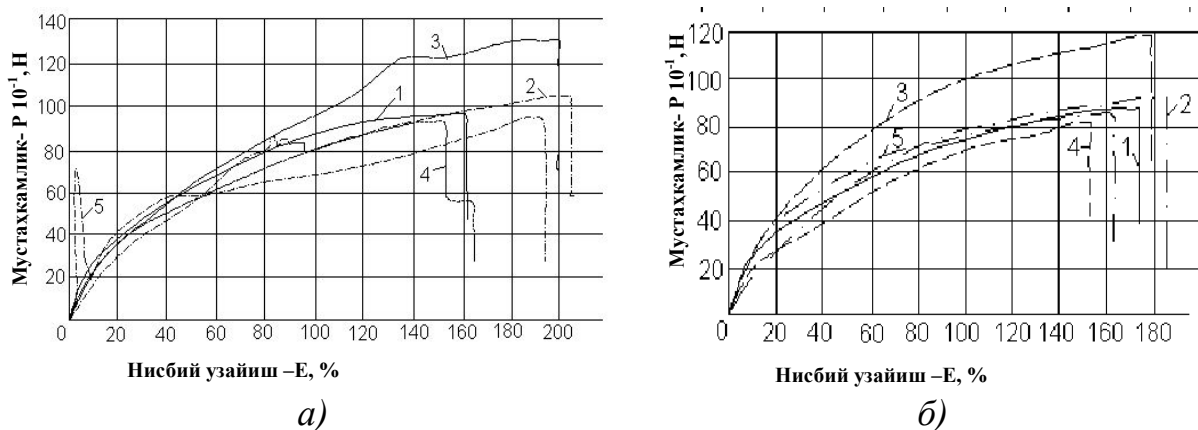
Полиэфир ва капрон ипларидан ўрилган тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган полиэтилен композитлар учун (7-расм) тўлиқ деформация қийматининг қарийб ярмини пластик деформация ташкил этиши умумийликдир. Пластик деформациянинг бу кўрсаткичи йигирилган пахта ипидан фойдаланилган ҳолатдагига нисбатан кичикдир.

Йигирилган пахта, полиэфир ва капрон ипларидан ўрилган тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган полиэтилен композит намуналарининг бўйлама ва кўндаланг кинетик релаксацион деформациясининг фарқи мос равишда қуйидагича: 25%, 100% и 6%. Хом ашё тури бўйича деформациясини қиёсий баҳолаш кўрсатишича, энг катта фарқ полиэфир ипларидан фойдаланилган намуналарда кузатилади.

Тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган поливинилхлорид томёпқич композит физик-механик хусусиятларидаги таҳлилидан мустаҳкамлик ва узилишдаги нисбий узайиш графигида сакрашлар

характери аниқланди. Бу қонуният кўрсатишича, максимал мустаҳкамлик 700 Ндан ортиқ ва бу нисбий узайишнинг 4%лик ҳолатига тўғри келади, худди шу нисбий узайишда мустаҳкамланмаган поливинилхлорид учун мустаҳкамлик 150 Н. Тўрсимон шиша тўқима мустаҳкам материал, аммо узайиши чеклангандир. Узилишга мустаҳкамлиги катта, лекин маълум қийматда ипларнинг узайиши чекланганлиги туфайли узилиш содир бўлади. Шунинг учун ҳам боғлиқлик графигининг энг юқори қийматида мустаҳкамлик кескин пасаяди. Кейинги ҳолатларда боғлиқлик графигида фақат поливинилхлорид қатламларининг ишлашини кўрсатувчи сўнувчанлик кузатилади.

Тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамлан поливинилхлорид композитларнинг мустаҳкамланмаган ва тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган намуналарга нисбатан мустаҳкамлиги сезиларли яхшиланган (8-расм).



а) бўйламасига; б) кўндалангига; олтиқирра кўзчали тўрсимон трикотаж – 1- йигирилган пахтадан, 2- полиэфир ипидан, 3- капрон ипидан; 4-мустаҳкамловчи элементсиз; 5- тўрсимон шиша тўқима

8-расм. Поливинилхлорид композит мустаҳкамлиги ва нисбий узайиши

Барча намуналарнинг графикларидан кўришиб турибдики, мустаҳкамлик тўрсимон шиша тўқима билан мустаҳкамланган поливинилхлорид композит кўрсаткичига нисбатан яхшиланган: мос тарзда йигирилган пахта ипидан, полиэфир ва капрон ипидан ўрилган тўрсимон трикотаж бўйламасига - 3,1%, 9,7%, 29,3% ва кўндалангига - 0,1%, 5,5%, 26,3%. Тўрсимон трикотажнинг ғоваксимон структураси поливинилхлорид билан мустаҳкам бирикади. Узилиш кучи таъсирида композит монолит композиция тарзида ўзини намоён этади.

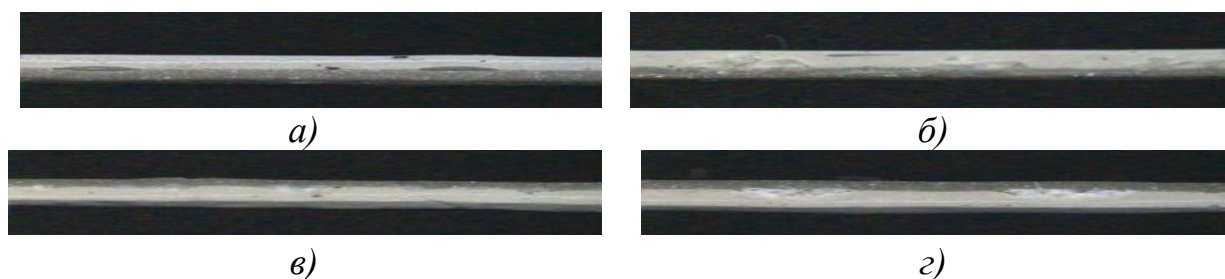
Капрон ипидан ўрилган тенг тақсимотли олтиқирра тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган поливинилхлорид композит мустаҳкамлиги энг юқоридир (2-жадвал).

**Мустаҳкамланган поливинилхлорид композитлар физик-механик
хусусиятлари**

Мустаҳкамлов- чи элемент	Қалин- лик, мм	Мустаҳкам- лик, Н	Шартли мустаҳкамлик, МПа	Нисбий узайиш, %	Юза зичлик, г/м ²
тўрсимон шиша тўқима *	1,14	921,0	16,163	195,85	1444,6
		869,1	15,29	172,09	
олиптиқирра тўрсимон трикотаж	йигирилган пахта ипидан				
	1,45	950,0	13,1	163,5	1485,5
		870,0	12,0	176,09	
	полиэфир ипидан				
	1,30	1020,0	15,6	206,5	1465,3
		920,0	14,1	186,0	
	капрон ипидан				
	1,43	1300,0	18,13	200,2	1468,2
		1180,0	16,46	180,0	

Изоҳ: * сурат бўйлама, махраж кўндаланг мустаҳкамловчи элемент ва полимер матрица ориентациясига асосан.

Поливинилхлорид ва мустаҳкамловчи элемент макромолекулаларининг ўзаро бирикишини композит кўндаланг кесими (9-шакл) ва сиртларнинг мустаҳкамликни аниқловчи мосламада ажратилгандан сўнгги ҳолати оптик тасвирида кўриш мумкин (10-расм).



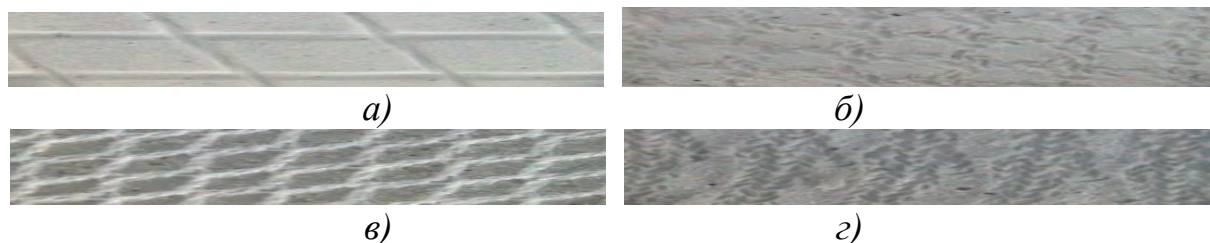
9-расм. Мустаҳкамланган поливинилхлорид композитлар кўндаланг кесими оптик тасвирлари

а) тўрсимон шиша тўқима; ўрилган трикотаж тўр – б) йигирилган пахта ипидан, в) полиэфир ипидан, г) капрон ипидан

Поливинилхлорид макромолекулаларининг тўрсимон шиша тўқима билан адсорбция ва диффузияси содир бўлмайди, тасвирларда компонентлар орасидаги ажралиш чегаралари яққол намоён бўлган. Шиша толалари ва поливинилхлорид кимёвий жиҳатдан ўзаро қўшилмайди, шунингдек шиша толалари поливинилхлориднинг ишлов температурасида суюлмайди. Шунинг учун шиша толаларининг поливинилхлорид билан бирикиш адгезион мустаҳкамлиги паст, поливинилхлорид икки қатламининг ажралиш мустаҳкамлигидан ҳам қониқарсиздир (10-расм).

Поливинилхлориднинг диэлектрик ўтказувчанлиги полиэтилен-никига қараганда тўрт барабар каттадир. Шунинг учун поливинил-

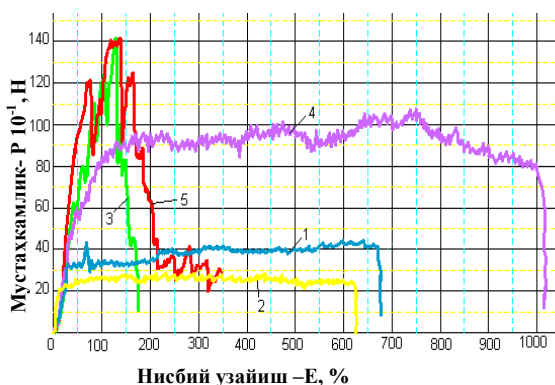
хлориднинг целлюлоза ва полиэфир системасида, адсорбцион ва диффузион жараёнлар каторида молекулалараро кимёвий таъсирлашувлар имконияти ҳам аҳамиятлидир. Тўрсимон трикотажнинг ғоваксимон структураси унинг ичига суюлган поливинилхлориднинг адсорбция ва диффузиясини таъминлайди ва бу оптик тасвирларда намоён бўлган (9 ва 10-расмлар).



а) тўрсимон шиша тўқима; ўрилган тўрсимон трикотаж - б) йиғирилган пахта ипидан, в) полиэфир ипидан, з) капрон ипидан

10-расм. Мустаҳкамланган поливинилхлорид композитлар сиртлари ажралиш тасвирлари

Йиғирилган пахта ипидан ўрилган тўрсимон трикотажнинг поливинилхлорид билан адгезион мустаҳкамлиги имконияти ошишининг сабаби водород ва донор-акцептор даражасидаги молекулалараро таъсирлашув алоқаларнинг ҳосил бўлишидир. Поливинилхлориднинг ишлов температурасида полиэфир ипи қовушқоқ оқувчанлик ҳолатида бўлади, бу уларнинг ўзаро бирикувчанлигини таъминлайди. Капрон эса поливинилхлорид билан янада кўпроқ бирикувчанликка эга. Капрон толаларининг юқори эластик ҳолати, молекулалараро водород ва балки донор-акцептор таъсирлашув боғларининг ҳосил бўлишидир. Капрон ипидан ўрилган тўрсимон трикотажнинг адгезион мустаҳкамлиги нисбатан юқоридир, айрим ҳолларда қатламларнинг ажралишида узилишлар полимер пленкада содир бўлди (11-расм).



- 1 – мустаҳкомловчи элементсиз;
- 2 – тўрсимон шиша тўқима;
- ўрилган тўрсимон трикотаж –
- 3 – йиғирилган пахта ипидан;
- 4 – полиэфир ипидан;
- 5 – капрон ипидан

11-расм. Мустаҳкамланган поливинилхлорид композитлар қатламлараро адгезиограммаси

Адгезиограммадан (11-расм) кўриниб турибдики, тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланганда тўрсимон шиша тўқима ҳолатига нисбатан мустаҳкамлик 4-6 барабар каттадир. Юқори нисбий чўзилишларда қийматларнинг бир текислиги бутун сирт бўйлаб ўзаро таъсирлашувнинг мутаносиблигидан далолат беради. Бундан технологик жараёнларда

адсорбцион ва диффузион таъсирлашувларнинг юзага келиши натижасида бутун асос бир хил ҳолатдадир деган хулосага келиш мумкин. Йигирилган пахта ва капрон ипларидан ўрилган тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамлаш ҳолатларида боғлиқлик қонуниятларида бир неча экстремаль эгилишлар мавжуд, улар материаллар орасида турлича боғланишларнинг мавжудлигидан далолат беради.

Тўрсимон шиша тўқима ва капрон ипидан ўрилган тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган поливинилхлорид асосидаги томёпқич композитларни қиёслаш билан боғлиқ комплекс физик-механик хусусиятлар тадқиқи «Оҳангаронлинпласт» акционерлик жамиятида ишлаб чиқариш шароитида ўтказилди (3-жадвал).

3-жадвал

Мустаҳкамланган томёпқич поливинилхлорид композит эксплуатацион хусусиятлари

Кўрсаткич номи	Кўрсаткич қиймати	
Мустаҳкамловчи тури	тўрсимон шиша тўқима	тўрсимон трикотажо
Қалинлиги, мм	1,2±0,2	1,15
Узилишдаги шартли мустаҳкамлик, кгс/см ² бўйига	160, кам эмас	181
Узилгандаги нисбий узайиш, %	200, кам эмас	225
30 с давомийлигида 0,08 МПа босим остидаги хаво ўтказувчанлик	ўтказмайди	ўтказмайди
Сув ўтказувчанлик, 2000 мм/в.ст	ўтказмайди	ўтказмайди
Намунанинг (5±0,2) ммли стерженда, -25°С температурада эгилувчанлиги	катламланиш ва ёрилиш кузатилмади	катламланиш ва ёрилиш кузатилмади
Сув ютувчанлик, г/см ²	0,1; кўп эмас	0,07
Иссиқликбардошлик, 24 соат давомида, °С	100, кам эмас	100
Буғ ўтказувчанлик, кг/(м·с·Па)	0,13·10 ⁻¹² , кўп эмас	0,11·10 ⁻¹²
Нисбий қолдиқ узайиш, %	80	80
Статистик деформацияга қаршилик 24 соат давомида 0,001 МПа дан кам бўлмаган босимда	намуна сиртида сув кузатилмади	намуна сиртида сув кузатилмади

Тўрсимон трикотаж билан мустаҳкамланган поливинилхлорид томёпқич композитлар физик-механик хусусиятларининг мавжуд техник шартлардаги меъёрларга кўра устунлиги ишлаб чиқариш тадқиқотлари натижасида исботланди.

Ишлаб чиқариш тадқиқотлари натижасига кўра кўзча ўлчами 4 дан 7 ммгача, юза зичлиги 50 – 100 г/м² бўлган тўрсимон трикотаждан поливинилхлорид асосидаги томёпқич композитлар олишда, кўзча ўлчами 1,5 дан 3 ммгача ва юза зичлиги 10 – 30 г/м² бўлганларидан эса бошқа полимер композитлар ишлаб чиқаришда фойдаланиш мақсадли деб топилди. Бунда тўрсимон кўзчалар шакли думалоқ ва бошқа турлича геометрик шакллар кўринишида бўлиши мумкин.

Трикотаж композицион мато ва энгларни яратиш. Композицион мато ва маҳсулотлар асос ёки мустаҳкам таянч тарзида ишлатилади, масалан, ишлаб чиқаришда чиқиндиларни филтрловчи механик восита ҳам ҳисобланади. Ишлаб чиқаришнинг турли захарли газларини ушлаб қолиш хусусиятига эга композитларни яратиш эса уларнинг таркибига адсорбентларни киритиш билангина амалга оширилиши мумкин.

Филтрловчи материалларнинг сорбцион хусусиятларини яхшилаш билан боғлиқ анъанавий усуллар – уларни функционал фаол моддалардан тайёрлаш, тўлдириш ва кимёвий ишлов бериш якуний маҳсулот физик-механик хусусиятларининг салбийлашишига олиб келади. Нотўқима матоларда механик хусусиятларни яхшиланишига йўналтирилган юза бирлигига игна санчилиши сони оширилиши, боғловчи елим ёки мустаҳкамлиги юқори толалар нисбий миқдорининг кўпайтирилиши ҳам адсорбцион хусусиятни салбийлашувига сабаб бўлади.

Ушбу камчиликларни бартараф этиш мақсадида трикотаж асосида тўлдирғичли композицион энгларни олиш технологияси яратилди. Тавсия этилаётган ечимнинг моҳияти ячейкасимон композицион матонинг икки игнадонли айлана машиналарда шакллантирилишидадир. Ячейка ўлчами ва кўрсаткичларини машина технологик имконияти чегарасида ўзгартириш мумкин, улар бирламчи ўрилиш қатламлари ва уларни боғловчи иккиламчи ўрилиш қаторининг алмашилиб келиши билан ҳосил этилади, бунда, иккиламчи боғловчи қатор ўрилишидан олдин ячейканинг бирламчи қатламлари орасига тўлдирғич йўналтирилади. Тўлдирғич турли таркибли ғоваксимон лента, ҳажмли иплар ёки дастлаб толали ёхуд дисперс материаллар билан тўлдирилиб ўрилган композицион шнур кўринишида бўлиши мумкин. Мазкур ечимда композицион энглар, айниқса тўлдирғич (толали ёки дисперс) хом ашё турининг кенглиги ва тўқувчиликда амалий жиҳатдан эришиш мураккаб бўлган яхлит энг шаклининг олиниши ўта аҳамиятлидир.

Тўлдирғичли шнурдан фойдаланиб, толали ва дисперс тўлдирғичли трикотаж композицион энгларни шакллантириш босқичма-босқич бажарилади. Дастлаб кичик диаметрли айлана шнур олинadиган машинада толали ва дисперс материаллар (фаол кўмир, Al_2O_3 ва б.) билан тўлдирилган композицион ўрилган шнур олинади. Сўнгра бевосита чоксиз тўлдирғичли композицион энг икки игнадонли айлана машиналарда ўрилади.

Трикотаж композицион матоларнинг хемосорбцион хусусиятга кимёвий фаол сополимерлардан олинган ҳажмли иплардан тўлдирғич тарзида фойдаланиш билан эришиш мумкин. Кимёвий фаол акрилонитрил, N-винилсукцинимид, N-винилпирролидон, N-винилкапролактam асосидаги сополимерлар турли бошқа моддалар билан координал боғланиш имконияти бўлган бўлинмас жуфт электронли учламчи азот атоми ва корбоксил гуруҳига эга. Ушбу боғланишларнинг лактам цикли модификацияланиш жараёнида очилиб, корбоксил ва амин гуруҳларининг

ҳосил бўлиши билан иссиқликбардошлик хусусиятларни яхшиланишини таъминлайди. Шунинг учун улар ҳам анион, ҳам катион хемосорбентлардир. Композицион-филтрловчи элемент, яъни тўлдирғичларнинг мавжудлиги билан мустаҳкамлик хусусиятлари ошиши, сорбцион хусусиятларнинг эса 2 - 2,5 барабар яхшиланиши аниқланди.

Ишлаб чиқариш корхоналарининг кичик диаметрли композицион енгларга эҳтиёжларидан келиб чиқиб, алоҳида йўналиш тарзида пайпоқ тўқув автоматларида композицион енг ва тайёр маҳсулотларни олиш принциплари ишлаб чиқилди.

Доимий ва ўзгарувчан диаметрли янги чоксиз композицион-филтрловчи енглар, қўл ҳимоя воситалари, «Рамайр», «Даминант» ва «Планета» русумидаги офсет матбаа машиналарининг намлаш мосламаларига накат валларига қопламалар, жумладан, эни бўйича универсал ўлчамли енглар яратилди.

Трикотаж композицион маҳсулотларни яратиш уларнинг технологик кўрсаткичларини лойиҳалашдан бошланади. Технологик кўрсаткичлар ва битта маҳсулотга кетган хом ашё сарфининг ҳисоби тайёр маҳсулот таннарини белгиловчи асосий омилдир. Материал ва маҳсулотлар технологик кўрсаткичларини лойиҳалаштиришнинг ўзига хосликлари компьютер технологияларида, жумладан «Microsoft EXCEL», Borland Delphi 7 ва бошқа режалаштириш тизимлари асосида кўрилган.

Трикотаж композицион материаллар физик-механик ва эксплуатацион хусусиятлари тадқиқи. Трикотаж композицион мато ва маҳсулотларнинг асосий хусусиятлари бўлиб мустаҳкамлик характеристикаси ҳисобланади ва улар одатда фойдаланиш ўрнини белгилайди.

Композицион матолар физик-механик хусусиятлари асосан хом ашё тури, ўрилиш, технологик кўрсаткичларга боғлиқ ва бу омиллар уларнинг эксплуатацион хусусиятларини белгилайди.

Тадқиқот натижалари кўрсатишича, композицион матоларда кўндалангига йўналтирилган тўлдирғичларнинг мавжудлиги туфайли бўйига нисбатан энига кам чўзилади. Хом ва ишлов берилган мато кўрсаткичлари орасидаги фарқ ишлов бериш жараёнида ипларнинг қисқариши билан изоҳланади. Филтрлаш вақтига пропорционал тарзда хом ва ишлов берилган намуналарда қаршилик қийматлари ўсади.

Ишлов бериш барча намуналарнинг бошланғич қаршилигининг ўсишига олиб келиши аниқланди. Бу қонуният аксарият намуналарнинг филтрлаш самарадорлигини ошишида ҳам сақланади. Ушбу ҳолатлар трикотаж матонинг ташкил этувчилари бўлмиш ип ва толаларни киришиши, шунга мос тарзда ғоваксимонлигининг камайиши ва қаршилик қийматини ошиши билан изоҳланади.

Ишлов берилган намуналар мос вариантларининг қаршилиги, %: 1 - 60, 2 - 20, 3 - 50, 4 - 30, 5 - 40, 6 - 25, 7 - 40 ва 8 – 50, шу ишлов берилган матоларнинг чангли ҳаво оқимида нисбатан вақт мобайнида

қаршилигининг ўсиши: 3 - 10 баравар, 8 - 5 баравар; 4 - 30, 7 - 25% ва 8 - 2,5 баравар.

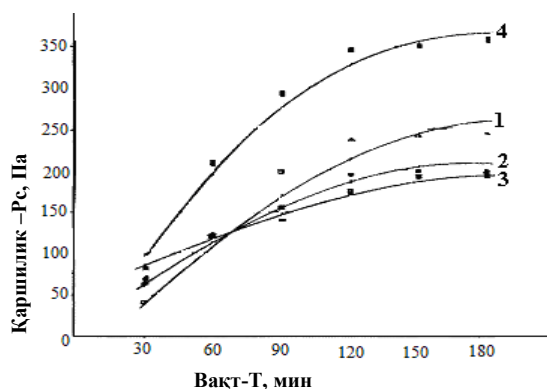
4-жадвал

Композицион матоларнинг доимий ҳаво оқими (ҳаво сарфи - 30 л/мин)га бошланғич қаршилиги катталиклари

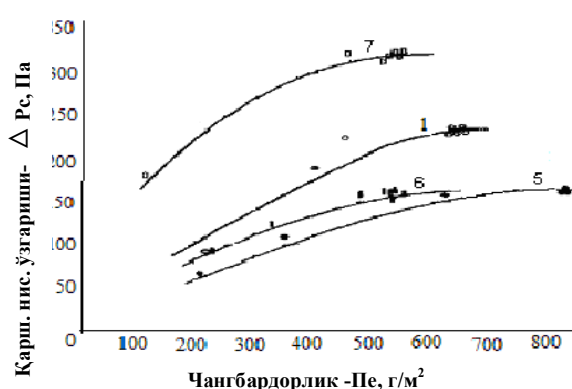
Вариант	Хом					Ишлов берилган				
	микронометр кўрсатиши, бўлақлар			қаршилик, Па	ушлаш сифати *, %	микронометр кўрсатиши, бўлақлар			қаршилик, Па	ушлаш сифати *, %
	P ₀	P ₁	P	P _c	з	P ₀	P ₁	P	P _c	з
1	4	9	5	10	97,73	4	12	8	16	98,36
2	4	9	5	10	92,5	4	10	6	12	93,8
3	4	5	1	2	81,9	4	6	2	4	85,46
4	4	14	10	20	97,66	4	17	13	26	98,73
5	4	17	13	26	99,04	4	22	18	36	99,5
6	4	16	12	24	99,15	4	19	15	30	99,8
7**	4	17	13	26	98,6	4	22	18	36	98,94
8	4	6	2	4	91,6	4	7	3	6	92,45

Изоҳ: *-ГОСТ 17804-72 асосида таркибида 15%дан кам бўлмаган 10 мкм диаметрли зарралар бўлган ишлаб чиқариш чанги ишлатилган; ҳаво сарфи $V=30 \text{ дм}^3/\text{мин}$ ва ўртача чанг концентрацияси $C_{\text{кф}}=150 \text{ мг/м}^3$; **-поливинилсукцинимид шимдирилган трикотаж қаршилиги 54 Па, ушлаш сифати 95,2%.

Чанг ушлаш кўрсаткичлари энг яхши 1, 5, 6 ва 7 вариант намуналарининг, бир қадар узоқ муддатли филтрлаши, яъни ресурс филтрацион таснифлари тадқиқ этилди (12-расм). Айнан шу намуналар учун чангбардорлигига боғлиқ қаршиликнинг ўсиш қонуниятлари тадқиқ этилди (13-расм).



1, 5, 6, 7 – тегишли вариантлар
12-расм. Филтрлашда композицион матоларнинг вақт давомида чангли ҳаво оқимида қаршилиги



13-расм. Филтрлашда композицион матолар қаршилигининг чангбардорликка боғлиқлиги

Трикотаж композицион матоларнинг бошланғич қаршилиги асосан ҳаво ўтказувчанликка, мос тарзда трикотажнинг структурасига, тўлдирғич

махсус хусусиятларига боғлиқдир. Вақт давомида композицион трикотажнинг ғоваксимон структураси тўлади, қаршилиқнинг ўсиши эса мўтадиллашади. Регенерация жараёнида чанг фақат сирт қисмидан тўкилади, трикотаж ғоваксимон структурасининг ички қатламларида эса чанг сақланиб қолади, бу омил филтрлаш жараёнига қоникарли таъсир кўрсатади, натижада тўқима матолардан устунлиқ тарзида ўта тозаланиш (переочистка) ҳолатлари кузатилмайди.

Тадқиқотлар натижасига кўра композицион мато ёки енглардан қуйидаги мақсадларда фойдаланиш мумкин:

механик филтрлаш жараёни учун мустаҳкам енгсимон асос;

таркибига адсорбентлари (шимдириш, сиртига бириктириш, ичига тўлдирғич тарзида киритиш) мавжуд зарарли ва захарли моддаларни, ишлатилган газ чиқиндиларини ушловчи адсорбцион композицион енглар;

ишлаб чиқариш ва майший кондеционерлар филтр пакетлари учун эгилувчан элемент;

био- ва кимёвий фаол модда ва ионлари бор эритмаларни филтрлашда қўлланиладиган таркибида тегишли сорбентлари мавжуд композицион филтрловчи элемент;

асоси махсус хом ашё (кислотабардош, ишқорбардош ва б.қ.)дан, тўлдирғичи эса гранула ёки дисперс материаллар билан шакллантирилган катализаторларни олиб юривчи;

музей экспонатларини ҳимояловчи дисперс тўлдирғичли эгилувчан композицион элемент ва б.қ.;

махсус кийимларни ва намликдан ҳимоя воситаларини тикишда фойдаланиладиган техник композицион мато ва енглар ва б.қ.

Якуний маҳсулотнинг ҳар бир аниқ фойдаланиш ҳолати учун алоҳида қатламлар, боғловчи қаторлар, тўлдирғич хом ашёси тури, уларнинг иссиқликбардошлиги, кислота ва ишқорий муҳитга ҳамда оксидловчи агентлар, эритмалар ва бошқаларга кимёвий чидамлилиги эътиборлидир.

ХУЛОСА

1. Тўрсимон, тўлдирғичли ва мустаҳкамловчи трикотаж структураларидан полифункционал трикотаж композитлар яратиш имконияти илмий асосланган. Трикотаж ҳолати геометрик моделлари ва қўзғалувчанлигини муқобиллаштириш услуги яратилган.

2. Белгиланган хусусиятли трикотаж билан мустаҳкамланган композитлар олиш концепцияси яратилган. Ёнғсимон композитлар асосида офсет матбаа машиналари учун қоплама ёнғлар, қўл ҳимоя воситалари, филтьрлар, пахта маҳсулотлари тойларини қадоқлари ва бошқалар яратилган.

3. Толали ва дисперс кимёвий фаол полимер, шу жумладан, модификацияланган адсорбцион тўлдирғичли трикотаж композитларни олиш имкониятлари аниқланган. Трикотаж композитлар технологик кўрсаткичлари ҳамда эксплуатацион хусусиятларини муқобиллаштириш услуги яратилган.

4. Мустаҳкамланган полимер композитлар хусусиятларининг материал тури, мустаҳкамловчи структура элементи шакли ва геометрик ўлчамлари, кимёвий мойиллиги ва олиниш усулига боғлиқлиги аниқланди. Тўрсимон трикотаж асосида мустаҳкамлик ва адгезив хусусиятлари яхшиланган намуналар олинган.

5. Полиэфир ва капрон ипларининг поливинилхлорид билан мустаҳкам бирикишига уларнинг юқори эластик ёки қовушқоқ оқувчанлик ҳолати, молекулалараро водород ва балки донор-акцептор боғларнинг мавжудлиги, матрицанинғ трикотаж ғоваксимон таркибига адсорбция ва диффузияси туфайлидир.

6. Мустаҳкамланган композитларнинг қиёсий тадқиқи ўтказилган ва унинг кўрсатишича капрон иплари билан ўрилган тўрсимон трикотаж ёнғ самарали, айниқса овал шаклидаги кўзчалисидир. Тўрсимон шиша тўқиманинғ йўналтирилган элементлари ясси мустаҳкамланган композитдан суғирилиб чиқади. Трикотаж афзалликлари структурасининг силжимаслиги, мустаҳкам тугунларининг эластиклиги, мустаҳкамловчи ва полимернинг қотиш ва суюқланиш температураси мослиги, адгезион ва адсорбцион боғлиқлик кучларининг мустаҳкамлиги кабилардир. Узилиш кучи таъсирида полимер композит ўзини монолит материалдек кўрсатди.

7. Капрон ипидан ўрилган тўрсимон трикотаж поливинилхлорид асосидаги томёпчиқ композитлар технологиясига жорий этилган. Физик-механик хусусиятлари яхшиланган, мустаҳкамланган трикотаж композит ишлаб чиқариш регламентли технологияси яратилган.

8. Яратилган технологик ечимларни жорий этиш хом ашё ва ёнерго ресурслар тежамкорлиги, меҳнат шарт-шароитлари ва ёкологик ҳафсизликни яхшиланиши билан боғлиқ катта ижтимоий ва иқтисодий самара беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК 16.07.2013.К/Т.14.01 ПРИ ИНСТИТУТЕ ОБЩЕЙ И
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ
ЦЕНТРЕ ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ, ТАШКЕНТСКОМ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ И ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

РАХИМОВ ФАРХАД ХУШБАКОВИЧ

**ТЕХНОЛОГИЯ ТРИКОТАЖНО-АРМИРОВАННЫХ
КОМПОЗИТОВ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**

**02.00.07. – Химия и технология композиционных материалов
(технические науки)**

АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Ташкент – 2014

Тема докторской диссертации зарегистрирована под номерам 30.09.2014/B2014.5.T268 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Докторская диссертация выполнена в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности.

Полный текст докторской диссертации размещен на веб-сайте Научного совета 16.07.2013.К/Т.14.01 при Институте общей и неорганической химии, Научно-исследовательском центре химии и физики полимеров, Ташкентском химико-технологическом институте и Ташкентском государственном техническом университете по адресу www.ionx.uz

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский) размещен на веб-странице по адресу www.ionx.uz и Информационно-образовательном портале «ZIYONET» по адресу www.ziyonet.uz

**Научный
консультант:**

Рафиков Адхам Салимович
доктор химических наук, профессор

**Официальные
оппоненты:**

Умаров Абдусалом Вахитович
доктор технических наук, профессор

Ибадуллаев Ахмаджон Собирович
доктор технических наук, профессор

Набиева Ирода Абдусаматовна
доктор технических наук, доцент

**Ведущая
организация:**

Бухарский Государственный Университет

Защита состоится 30 12 2014 г. в 14 часов на заседании Научного совета 16.07.2013.К/Т.14.01 при Институте общей и неорганической химии, Научно-исследовательском центре химии и физики полимеров, Ташкентском химико-технологическом институте и Ташкентском государственном техническом университете по адресу: 100170, г.Ташкент, Мирзо Улугбекский район, ул. Мирзо Улугбека, 77-а, Тел: (+99871) 262-56-60, факс: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionxanru@mail.ru

Докторская диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии за № 02, с которой можно ознакомиться в ИРИЦ (100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77 а. Тел: (+99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан 30 11 2014 года.
(протокол рассылки № 03 от 30.11 2014)



Б.С.Закиров
Председатель научного совета по
присуждению ученой степени доктора наук,
д.х.н.

Т.У.Разматкарнев
Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученой степени доктора наук,
д.х.н., профессор

С.С.Хамраев
Председатель научного семинара при
Научном совете по присуждению ученой
степени доктора наук, д.х.н., профессор

АННОТАЦИЯ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность и востребованность темы диссертации. Увеличение экспортного потенциала, сокращение потока импорта, экономия валютных средств и обеспечение растущей потребности населения требует разработки новых композиционных материалов и готовых товаров широкого потребления, в том числе, и на трикотажной основе. Трикотажная отрасль в республике является молодым, важным направлением текстильной промышленности и в современных условиях она ориентирована на увеличение экспортного потенциала страны на базе заверщенного цикла «сырьё - готовая продукция». Технический трикотаж может стать самым подходящим компонентом современных композиционных материалов.

Свойства различных материалов наиболее удачно реализуются в их композициях, когда недостатки одного материала покрываются достоинствами другого, или появляются новые свойства, не присущие отдельным компонентам. Успехи в развитии новейших композиционных материалов связаны с созданием и применением армированных полимеров в различных областях промышленности, сельского хозяйства и строительства. Однако, далеко не исчерпаны возможности разработки новых, упрочненных композитов, как по природе и строению составляющих элементов, так и по технологии их получения. Для упрочнения высокопрочных композитов перспектива видится в использовании трикотажных сеток с заданной структурой.

Текстильные полотна могут быть фильтрующими элементами в различных технологических процессах при улавливании промышленных выбросов. Улавливание вредных токсичных веществ возможно только при наличии адсорбентов, вводимых в фильтрующий материал пропиткой, напылением, нанесением на поверхность или во внутрь.

Нетрадиционные волокна (сорбируемые, антимикробные, базальтовые и др.), в частности, хемосорбируемые имеют низкие механические свойства, что затрудняет формирование из них пряжи. Все попытки повышения их механических свойств сопровождаются ухудшением сорбируемых свойств. Поэтому, перспективное направление видится в создании композиционных рукавов на базе трикотажа с наполнителем, что требует проведения специальных исследований по разработке способа формирования полифункциональных композитов с заданной структурой.

В соответствии с Постановлениями Президента Республики Узбекистан ПП-1590 от 29 июня 2011 года «О мерах по дальнейшему углублению локализации производства готовой продукции, комплектующих изделий и материалов на основе промышленной кооперации на 2011-2013 годы» и ПП-2120 от 04 февраля 2014 года «О программе локализации производства готовой продукции, комплектующих изделий и материалов на 2014-2016 годы» определены ряд задач, касающихся отраслям промышленности, в том числе, рассмотрены вопросы

обеспечения решения задач по направлению создания армированных композитов полифункционального назначения и технологии их производства в сфере химии и технологии композиционных материалов.

Таким образом, востребованность диссертации заключается в создании научных основ закономерностей формирования и освоении технологий трикотажно-армированных термопластичных композитов, наполненных полотен и рукавов полифункционального назначения, увеличении объема весьма необходимой продукции, расширении ассортимента, улучшении качества, а также уменьшении их себестоимости.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Диссертация выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии: ГНТП-12 - «Создание ресурсо- сберегающих, высокоэффективных технологий производства, переработка и хранение продукции технологических, зерновых, овощебахчевых, плодовых, лесных и др. культур»; ОТ-ФЗ - «Химия, биология и медицина»; ППИ-3 - «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение, транспорт, машино- и приборостроение»; ИП-2 - «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Обзор международных научных исследований по теме диссертации. Исследования по разработке технического трикотажа, фильтрующих материалов и текстильно-армированных пленочных материалов проводятся в таких странах, как США, Великобритания, Германия, Япония, Корея, Китай, Франция, Россия и др.

Ведущими научными центрами: School of Materials Science and Engineering at the Georgia Institute of Technology, Belleville Wire Cloth Co., Inc., Centre for Technical Textiles, Nonwovens Innovation & Research Institute, Department of Textiles, Royal College of Art, London, Technische Universitat Dresden, Institut fur Textilmaschinen und Textile Hochleistungs werkstofftechnik, Shinshu University, Korea Dyeing Technology Center, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), China Textile Academy, Department of Textile Engineering, Chinese Culture University, European Centre for Innovative Textiles и Академия наук России установлено влияние ряда факторов, как природа волокнистого наполнителя, способ формирования, форма и размеры, природа связующего, физическое, химическое и термодинамическое соответствие компонентов, а также адгезионное взаимодействие и монолитность на границу волокно-матрица при создании высокопрочных композитов с текстильным материалом, который является наполнителем.

В исследованиях научно и практически доказана роль текстильных материалов, как составляющего компонента. В не достаточной степени исследованы широкие возможности трикотажа, как компонента композиционных материалов.

Изученные материалы подтвердили актуальность направления производства и применения текстильных композиционных материалов, подбора наполнителей для полимеров в области технического текстиля и достижения высокой эффективности их создания на основе трикотажа с учетом структурных и своеобразных особенностей.

Степень изученности проблемы. Анализ литературных данных свидетельствует о возросшем внимании исследователей к созданию новых функциональных текстильных материалов и композитов, разработке технологии их производства. Создание multifunctional материалов, которые одновременно удовлетворяют множеству требований, часто противоречащих один другому, весьма сложно. Однако имеются возможности решения ряда вопросов созданием композиционных материалов.

Различным теоретическим и прикладным вопросам в этой области посвящено большое число монографий, сборников и статей. Например, имеются сведения об успешном применении опытно-промышленных установок с хемосорбируемыми волокнами¹: для очистки воздушной среды от токсичных выбросов; улавливания ионов металлов в процессах электролиза; очистки питьевой воды от ионов тяжелых металлов и радионуклидов, анионов сульфатов, нитратов, хлоридов, болезнетворных бактерий и т.п.

Сегодня на мировом рынке доступно множество функциональных текстильных материалов, которых условно можно включить в сектор рынка технического текстиля: барьерные (против микроорганизмов, химикатов, жидкости, радиации и др.); антистатические или электропроводящие; антимикробные или бактериостатические; крове- или водоотталкивающие; высокосорбционные и высококапиллярные; дышащие мембраны; phase change materials; металлизированные и со специфическими отделками².

Выявлены возможности целенаправленного управления деформационных и прочностных свойств текстильных материалов, в том числе трикотажно-армированных полимерных композитов³, введением до 35% твердых сорбционно-активных частиц из расплава термопластичных полимеров сформован нетканый материал⁴, в качестве армирующего компонента бетонном композите использованы тканые и вязаные полотна формованные из базальта⁵, установлен целесообразным использовать смесового нетканого полотна лубяных и термопластичных волокон при создании различных изделий и в области геотекстиля⁶, имеются технологии

¹ Зверев М.П. Химические волокна. 2002. -№6, -С.67.

² Власенко В., Ковтун С., Березненко Н. Возможности использования многослойных multifunctional текстильных композиций // Технический текстиль. Москва, 2005, - №12, -С.31-32.

³ Yamamoto Hiroshi, Terauti Fumio, Kubo Mitsunori, Aoki Hiroyuki. Dezaingaku kenkyu=Bull. Jap. Soc. Sci. Des. 2004 Spec. Issue. -p.74.

⁴ Юнусов Б.Х., Некрутенко Н.Д., Хакимов О. Композиционные материалы. –Ташкент, 2002. №3, -С.50.

⁵ Иманкулова А.С., Турсунбекова Н.К. Текстильная промышленность. –Москва, 2005. №7-8, -С.26.

⁶ Гафуров К., Ван де Велд, Жуманиязов К., Л.Ван Лангенхон, Гофуров Ж. –Ташкент, ГФНТ, 2000, с.20.

получения металлизированных электропроводящих волокон, пряжи из него и изделий с заданными электрофизическими характеристиками¹, поливинилхлоридных композиций с улучшенными показателями².

Однако, до настоящего времени не решена проблема создания материалов с более высоким содержанием химически активных групп, завершенных изделий соответствующей конструкцией сохраняющий комплекс механических свойств, многоразового пользования в технологических процессах. В неполной мере разработаны принципы формирования композитов из объемных волокнистых материалов с низкими механическими свойствами и дисперсными веществами. Также требуется развивать направления создания эффективных технологий получения термопластичных полимерных композитов с усиливающими компонентами.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ отражена в следующих проектах: государственные научно-технические проекты ОТ-ФЗ-147-2 - «Основы создания композиционных материалов на базе трикотажа» (2007-2011гг.); П.12.2 - «Разработка технологии производства слоистого материала технического назначения на основе трикотажа» (2003-2005гг.); ИТД-3-01 - «Разработка мягких контейнеров для упаковки кип хлопковой продукции» (2012-2014гг.); ИТД-3-09 - «Разработка трикотажно-композиционных материалов и изделий специального назначения» (2012-2014гг.); 2-ОТ-О-53941 - «Внедрение технологии производства текстильных материалов на основе местного сырья для фильтрующих элементов» (2014-2015гг.).

Цель исследования: создание армированных полифункциональных композиционных материалов с заданной структурой для реализации прочностных, упруго-деформационных, адгезионных свойств трикотажа и разработка эффективной технологии их получения.

Для достижения поставленной цели определены следующие **задачи исследования:**

создание концепции, позволяющей разработать технологии получения трикотажно-армированных композитов с заданной структурой и свойствами;

создание трикотажно-армированных термопластичных композитов, полотен и рукавов;

выявление закономерностей взаимосвязи элементов структур и процесса формирования наполненного и армированного трикотажа композита;

оптимизация технологических параметров и разработка способа получения трикотажно-армированных композитов;

исследование эксплуатационных свойств армированных композитов, наполненных полотен, рукавов.

¹ Akdarov D., baymuratov B., Westbroek Ph., Akbarov R. De. Clerck K., Kiekens P/ Jornal of Applied Electrochemistru. UK. 2005.

² Акрмов Э.М., Негматов С.С., Ибадуллаев А. Композиционные материалы. –Ташкент, 2002. №4.-С.23.

Объект исследования: наполненные и армированные трикотажные полотна, рукава, упрочненные термопластичные композиты.

Предмет исследования – комплекс теоретических, практических вопросов, связанных с разработкой структуры и технологии полифункциональных композиционных материалов.

Методы исследования: в диссертационной работе дифференциальные уравнения решены аналитическими и численными методами с применением ЭВМ, а в исследованиях использованы оптическая микроскопия, адгезионные, механо-, тепло-, гидро-, аэрофизические и технологические методы.

Научная новизна диссертационного исследования: научно обосновано создание технологии трикотажно-армированных композиционных материалов с заданной структурой и свойствами. Преимущества трикотажного способа реализованы в новых разработках композитов соответствующей структурой и свойствами:

установлены закономерности взаимосвязи составляющих компонентов наполненного и армированного композиционного трикотажа, предложены уравнения, определяющие равновесное состояние и разработана методика оптимизации степени их подвижности;

разработана и внедрена теория процесса формирования наполненных полотен, рукавов;

разработаны композиционные полотна и рукава с использованием химически активных N-виниловых полимеров, волокнистых, дисперсных и других наполнителей с функционально активными свойствами (UZ 1046, UZ 943, UZ FAP 00476, UZ FAP 00784);

обоснована целесообразность использования сетчатого филейного трикотажа в качестве армирующего элемента термопластичных композитов, получены армированные полиэтиленовые композиты (UZ 944, RU 2085396), разработана и внедрена регламентированная технология армированного кровельного композита на основе поливинилхлорида (UZ FAP 00426).

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны упрочненные трикотажно-армированные термопластичные полифункциональные композиты, используемые для различного назначения в зависимости от рода сырья, формы и соразмерности ячеек армирующего каркаса и вида полимерной матрицы;

разработан способ получения и ряд вариантов наполненных композиционных полотен и рукавов используемых как прочная композиционная подложка для механической фильтрации, адсорбционный композиционный рукав, гибкий элемент пакетного фильтра, фильтрующий композиционный элемент для очистки растворов, несущий каркас катализаторов, дисперсно-наполненный гибкий композиционный элемент

для защиты музейных экспонатов, для пошива специальной одежды, формирования влагозащитных покровных материалов и др.;

разработан способ получения композиционного шнура, наполненного волокнистыми и дисперсными веществами;

разработана конструкция и технология получения рукавной упаковочной тары;

разработаны рукава и рукавные изделия для покрова накатных валов офсетных полиграф машин;

разработаны специальные фильтрующие рукава малого диаметра и конструкции нарукавников для защиты рук от производственных загрязнений.

Достоверность полученных результатов обосновывается математическими моделями подвижности, пространственными моделями структуры компонентов композиции и их адекватностью критериям оценки, проведением экспериментальных исследований в сертификационном центре, институтских и производственных лабораториях современными методами с привлечением проверенных приборов и оборудования, воспроизводимостью результатов, получением опытно-промышленной партии продукции, имеющей те же эксплуатационные параметры, что и лабораторные внедрением результатов в производство.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. Теоретическая значимость результатов исследования заключается в том, что в диссертации научно обоснована подвижность структуры трикотажа, исследована теория процесса формирования малоподвижных переплетений, обогащены теоретические знания по формированию трикотажно-армированных термопластичных композитов, наполненных и армированных трикотажно-композиционных полотен, рукавов полифункционального назначения.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработаны новые трикотажно-армированные термопластичные композиты нового ассортимента с улучшенными качественными показателями, наполненные и армированные трикотажные полотна, устойчивые конструкции рукавов с относительно низким гидравлическим сопротивлением и освоена технология их получения.

Применение наполненных и армированных полотен, рукавных конструкций для улавливания механической пыли, токсичных веществ, для пошива спецодежды и формирования нетрадиционных изделий, позволяют рационально использовать ценные сырьевые ресурсы, улучшить условия труда, экологическую обстановку. А реализация технологии трикотажно-армированных термопластичных композитов расширяет сферу их применения для различных целей, сокращает объем импортируемой продукции.

Внедрение результатов исследования. Научные исследования по созданию наполненных и армированных композиционных полотен и

рукавов, армирующих компонентов из сетчатого филейного переплетения термопластичных полимеров, вязаных контейнеров для упаковки кип хлопкового волокна, покровных рукавов накатных валов офсетных полиграфических машин, нарукавников для производственных потребностей различных сфер промышленности внедрены на предприятиях Государственной акционерной компании «Узбекенгилсаноат» (справка Государственной акционерной компании «Узбекенгилсаноат» от 24 ноября 2014 года).

Нарукавники, служащие для улучшения и оздоровления условий труда внедрены на акционерном обществе «Навоиазот» (акт №13 от 30 мая 2014 года).

Вязаные контейнеры для упаковки кип хлопкового волокна соответствующей соразмерностью обоснованной подвижностью трикотажных полотен внедрены на акционерном обществе «Каттакурган пахта заводи» (акт №27 от 07 марта 2014 года) и расчетный экономический эффект от внедрения составляет 4,5 млрд. сум за один хлопковый сезон. Актуальность, востребованность, экономическая эффективность исследований и внедряемость результатов в данном направлении подтверждена ассоциацией «Узпахтасаноат» (справка ассоциации «Узпахтасаноат» от 15 октября 2014 года).

Апробация работы. Результаты исследований доложены на более 20 научно-технических конференциях, в том числе на 6 международных: «Пути совершенствования подготовки специалистов для текстильной промышленности», МГТУ им. А.Н.Косыгина, Москва-2002г.; «Проблемы интенсификации технологических процессов и энергосберегающих технологий в условиях национальной экономики» БухИПиЛП, Бухара-2003г.; «Инновация-2004» ТГТУ, Ташкент-2004г.; «Современные наукоёмкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности», «Прогресс-2008» Иваново-2008г.; «Новые композиционные материалы на основе местного и вторичного сырья», «Фан ва тараққиёт», ТГТУ, Ташкент-2011г.; «Ресурс- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные материалы», ТГТУ, Ташкент-2013, 11.11.2014 года обсуждена Научном семинаре Научного совета 16.07.2013.К/Т.14.01 при Институте общей и неорганической химии, Научно-исследовательском центре химии и физики полимеров, Ташкентском химико-технологическом институте и Ташкентском государственном техническом университете.

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано 57 научных трудов, в том числе 1 монография, 31 журнальная статья, из них 5 в международных журналах, получены четыре патента на изобретение и три патента на полезную модель.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 200 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (280 источников), 37 приложений. Работа содержит 91 рисунок и 17 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В композиционных материалах не подготовленная волокнистая масса является наполнителем, а подготовленные непрерывные волокна, жгуты, ленты, полотна играют роль усиливающей арматуры. Текстильные композиты обычно формируют из разнородного сырья введением в их структуру дисперсных и других веществ. Прогрессивность техники и технологии трикотажного производства, своеобразие свойств материалов, широкая варьированность параметрами дают возможность создания новых трикотажно-армированных композитов.

Комплексная схема постановки задач диссертационной работы и исследований в соответствии с целью и задачами представлена на рис.1.

В зависимости от структуры в трикотаже различают группы переплетений: главные, производные, рисунчатые и комбинированные. Трикотажные переплетения делят на поперечновязанные и основовязанные. В поперечновязанных – горизонтальные ряды петель образованы одной нитью, а в основовязанных – из большого числа нитей.

До настоящего времени филейный трикотаж, входящий в группу рисунчатых переплетений, как армирующий элемент композиционного материала не применялся. Использование такого трикотажа, в качестве армирующего, придает композиционным материалам новые свойства. Появляется возможность реализации в композитах таких свойств, как пористость, подвижность, не распускаемость петель трикотажа, эластичность и т.д.

В исследованиях комплексно проанализированы геометрические модели, состояние, свойства и подвижность трикотажа. Обоснована взаимосвязь ориентации его элементов со свойствами. Разработаны анимационные, трехмерные модели структуры во взаимосвязи с подвижностью или менее подвижностью, а также предложены методики их прогнозирования.

Результатами исследования установлено, что при разработке любого технического решения, направленного на расширение ассортимента, в том числе и трикотажно-армированного композита, следует найти характер всех компонентов, добиться их соподчинения и дополнения одного другим, добиться общей гармонии, приводящей к цели, что является следующей задачей нашей работы.

Создание трикотажно-армированных термопластичных композитов. При формировании высококачественных армированных композитов важным фактором являются вид полимера и структурное строение армирующего каркаса. Волокнистая и порошкообразная масса в



Рис. 1. Комплексная схема постановки задач диссертационной работы

композитах чаще играет роль модифицирующего наполнителя. Высоко ориентированные нитевидные материалы или полотна, с ориентированными элементами, одновременно являются армирующим каркасом – наполнителем внутри готового композита.

На практике чаще встречаются композиционные материалы, армирующим элементом которых является сетчатая ткань. Их используют при производстве изделий технического назначения и домашнего обихода, так как они более устойчивы к внешним нагрузкам, в отличие от обычных, не армированных.

В присутствии армирующего наполнителя физико-механические свойства полимерного композита в несколько раз улучшаются. Однако, сетчатая ткань имеет некоторые недостатки, прежде всего, раздвигаемость в местах перекрещивания основных и уточных нитей, вследствие чего, проявляются усилия, приводящие к расслаиванию. К тому же, просветы сетчатого каркаса не имеют однообразную форму. В листовых полуфабрикатах, за счет линейного расположения двух систем нитей основных и уточных нитей, наблюдается вытаскивание отдельных нитей сквозь материал под действием небольших усилий. При образовании шва отрицательное свойство тканей – «раздвигаемость нитей» проявляется и в композиционных материалах, что ухудшает их эксплуатационные показатели.

Трикотажно-армированные композиты сформированы на малой лабораторной установке посредством термообработки и дублирования слоев пленки и усиливающего сетчатого трикотажа, расположенного между ними.

При выборе режимов формирования трикотажно-армированного композита оценена прочность сцепления слоев, изменение внешнего вида и размера. При скорости подачи пленки 0,53 м/мин она будет соприкасаться с нагревательным валом в течение 8-10 секунд. В исследованиях с полиэтиленом температура нагревательного элемента изменялась в интервале 50-110 °С. При температуре ниже 60 °С межслойное связывание почти отсутствует, слоистый композиционный материал расслаивается при действии незначительного усилия. При температурах выше 60 °С слои полиэтилена связываются между собой. По прочности связывания слоев и внешнему виду пленки отмечены три температурных участка. Первый участок соответствует интервалу температуры от 60 до 75 °С, при таких температурах получен недостаточно прочный композиционный материал. При раздирании разрыв полимерных слоев происходит только по границе раздела слоев. Толщина материала равна сумме толщин слоев, линейные размеры пленки не изменяются.

Композит, полученный при температурах от 75 до 90 °С, имеет высокую прочность. При этом, слои разрываются также по площади их соприкосновения, а линейные размеры увеличиваются по сравнению с размерами предварительных слоев, но увеличение не превышает 3%. При

наблюдении площади разрыва слоев увеличительным прибором обнаружено, что на поверхности первого слоя в некоторых местах остаются следы другого слоя. Видимо, при исследованных температурах полиэтилен находится в высокоэластичном состоянии, под усилием смятия валиков происходит взаимное проникновение макромолекул слоев.

При температурах 90 – 105 °С прочность межслойного сцепления еще более высокая, но в этом режиме значительно изменяются линейные размеры. Физическое состояние полимера приближается к вязкотекучему, из-за чего происходит растяжение и уменьшение толщины.

При температуре выше 110 °С полиэтилен переходит в вязкотекучее состояние и усиленно плавится за время прохождения через нагревательный вал. При этом, пленка значительно растягивается, появляются неровности по толщине и шероховатости на ее поверхности.

По результатам проведенных исследований при скорости прохождения слоев 0,53 м/мин оптимальной температурой нагревательного элемента являлась 78 ± 5 °С.

С целью получения более прочных композитов с заданными эксплуатационными свойствами, проведены дальнейшие исследования по разработке трикотажно-армированных поливинилхлоридных покрытий. Получив предварительные лабораторные образцы, исследования были продолжены в опытно-промышленных условиях.

В акционерном обществе «Охангаронлипласт» производился листовой кровельный композиционный материал многолетнего использования на основе ПВХ. Матрицей кровельного композита является термопластичная пластическая масса, содержащая поливинилхлоридную смолу, диоктиловый эфир фталевой кислоты, мел, стеарат кальция и другие добавки. Армирующим элементом является «тканая стеклосетка». Серьезным недостатком стеклосетки является распускаемость и раздвигаемость нитей, легкость вытаскивания из межслойного пространства, недостаточная эластичность, особенно в поперечном направлении. С целью устранения этих недостатков и, опираясь на результаты исследований лабораторных образцов, нами предложено в качестве армирующего элемента использовать трикотажные сетки филейного переплетения, что внедрено в последующей технологии.

Для всех видов перерабатываемого сырья, разноразмерные просветы и геометрические формы сетчатого филейного трикотажа не распускаются, отсутствует раздвигаемость нитей. Вследствие нераздвигаемости и нераспускаемости нитей, в листовом полуфабрикате и, далее, в трикотажно-армированном композите, улучшается качество шва по краям при их соединении.

Технологический процесс и температурные режимы формирования трикотажно-армированного кровельного композита заключаются в следующем: загрузка → смещение → пластификация (I зона 175 ± 10 °С; II зона 170 ± 10 °С; III зона 165 ± 10 °С; IV зона 160 ± 10 °С) → гомогенизация и

дегазация (передний вал $-160\pm 5^{\circ}\text{C}$ и задний вал $-165\pm 5^{\circ}\text{C}$)→ каландрирование (1 валик $177\pm 5^{\circ}\text{C}$; 2 валик $175\pm 5^{\circ}\text{C}$; 3 валик $175\pm 5^{\circ}\text{C}$; 4 валик $173\pm 5^{\circ}\text{C}$)→ дублирование (верхнего, предварительно формованного нижнего слоя матрицы и промежуточного армирующего каркаса)→ вытягивание (1 группа валов $160\pm 10^{\circ}\text{C}$; 2 группа валов $155\pm 10^{\circ}\text{C}$; 3 группа валов $150\pm 10^{\circ}\text{C}$)→ разрезание краев→ намотка→ перемотка.

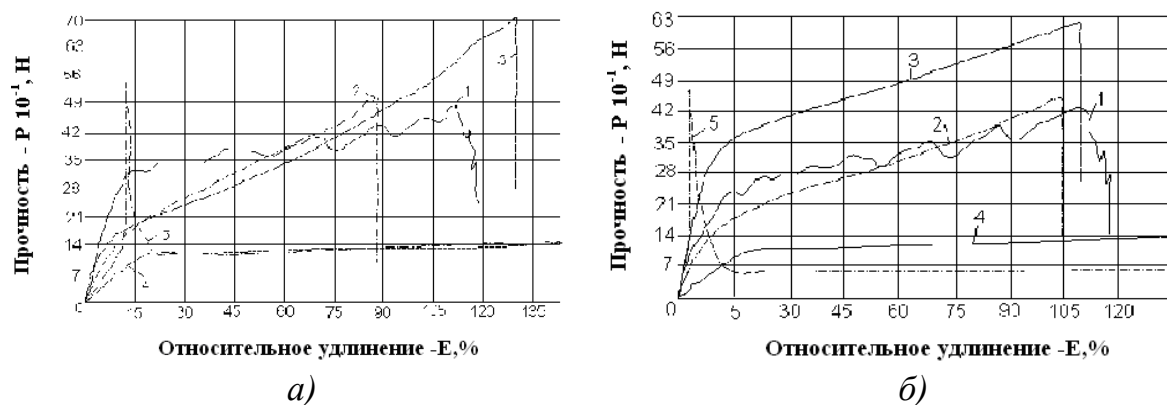
В процессе дублирования слои композита прижимаются друг к другу по всей площади. При этом, дублирующее устройство начинает работать и как тянущее устройство. Отдельно обмотанный и направляемый нижний слой полимерной матрицы и промежуточная трикотажная сетка разматываются и непрерывно дублируются с верхним слоем. Под воздействием температуры четвертого валика каландра и дублирования дублирующего валика, два слоя полимерной матрицы сквозь просветы сетчатого армирующего каркаса привариваются друг к другу по всей площади, образуя монолитный трикотажно-армированный композит.

Исследование физико-механических и эксплуатационных свойств трикотажно-армированных композитов. Для определения влияния природы армирующего материала исследованы усиливающие элементы тканой стеклосетки и трикотажной сетки с просветами одинаковой формы и размера из трех разновидностей сырья - хлопчатобумажной пряжи, полиэфирной и капроновой нитей. При изготовлении трикотажных сеток подобраны нити с одинаковой линейной плотностью.

При сравнении прочностных показателей композита тканевой стеклосетки с исходным полиэтиленом обнаруживается многократное увеличение прочности и уменьшение относительного удлинения в несколько раз в разных направлениях. Причем, прочность в поперечном направлении намного меньше, чем в продольном. Относительное удлинение в поперечном направлении в три раза больше. Полученные данные свидетельствуют о том, что при действии разрывающего усилия работает стеклосетка.

Тканая стеклосетка представляет собой обмотанные два пучка нитей основы в продольном направлении и прямой пучок нитей утка в поперечном направлении. При усилии обмотанные продольные нити распрямляются из-за наличия в них круток обмотки, в промежутках которых расположен пучок нитей утка, в результате, композиционный материал удлиняется. Двойной пучок выдерживает более высокие усилия. У поперечно расположенных стеклонитей предельно ограничено удлинение, к тому же, они рвутся при меньших усиливающих нагрузках.

Изучены прочностные характеристики трикотажно-армированных полиэтиленовых композитов, в которых армирующим средством является трикотажная сетка из хлопчатобумажной пряжи, полиэфирной и капроновой нитей (рис.2).



а) в продольном; б) в поперечном направлении; с трикотажной сеткой из –
1- хлопчатобумажной пряжи, 2- полиэфирной нити, 3- капроновой нити;
4-без армирующего элемента; 5-со стеклотканью

Рис. 2. Прочность и относительное удлинение полиэтиленовых композитов

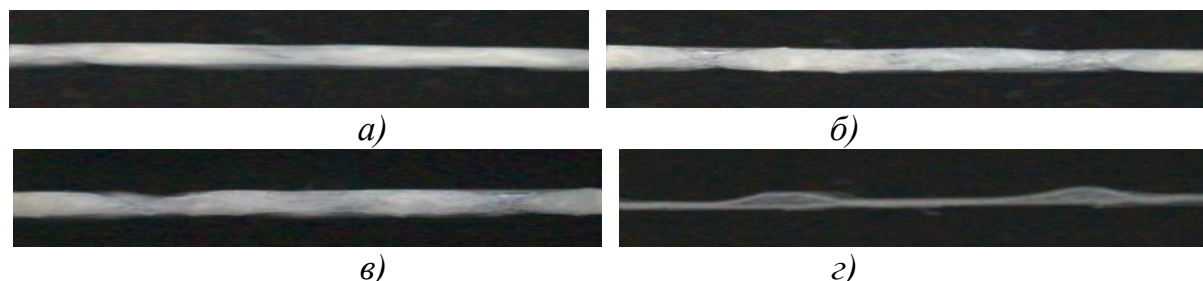
Одинаковые линейные плотности нитей и геометрические размеры просветов сеток позволяют осуществить сравнительную оценку их различным типом волокон. Во всех случаях прочность композитов намного больше, а величина относительного удлинения в несколько раз меньше, чем в исходной полиэтиленовой пленке. Причем, характер зависимости прочности от относительного удлинения отличается большей плавностью по сравнению с композитом тканой стеклосеткой. В графике зависимости трикотажно-армированного композиционного полиэтилена из хлопчатобумажной пряжи наблюдается волнистый характер приращения. Данное явление объясняется адгезией кончиков отдельных волокон, составляющих хлопчатобумажную пряжу.

Прочность трикотажно-армированных композитов в вариантах вязания их армирующего из хлопчатобумажной пряжи и полиэфирных нитей меньше, чем армированных тканой стеклосеткой, а прочность армированного капроновым трикотажем выше, чем при использовании тканой стеклосетки. Относительное удлинение, во всех случаях, трикотажных сеток намного больше, чем при применении тканой стеклосетки.

Суммарный эффект упрочнения оказывается предпочтительным в случае армирования полимерных композитов с сетчатым трикотажем. При температуре дублирования композита 60-80 °С хлопчатобумажные волокна пряжи остаются в кристаллическом состоянии, а полиэфирные и капроновые нити – в высокоэластичном состоянии. Причем, состояние полиэфирных нитей ближе к вязкотекучему, а состояние капроновых нитей ближе к стеклообразному. Видимо, это обстоятельство также влияет на конечный результат. Адгезионные силы взаимодействия полиэфирных нитей с полиэтиленом возникают из-за взаимного расплавления полимеров, а хлопчатобумажных волокон пряжи – из-за ворсистости и шероховатости их поверхности. Адгезионные силы взаимодействия

капроновых нитей с полиэтиленом менее прочны, но прочность при разрыве самой нити капрона выше, чем у других нитей. Отсюда, зависимость прочности трикотажно-армированных композитов из хлопчатобумажной пряжи и полиэфирных нитей от относительного удлинения имеют характер, коррелируемый с исходным полиэтиленом.

Оптические снимки поперечного среза армированных композитов показывают степень проникновения полимера в каркас (рис. 3).



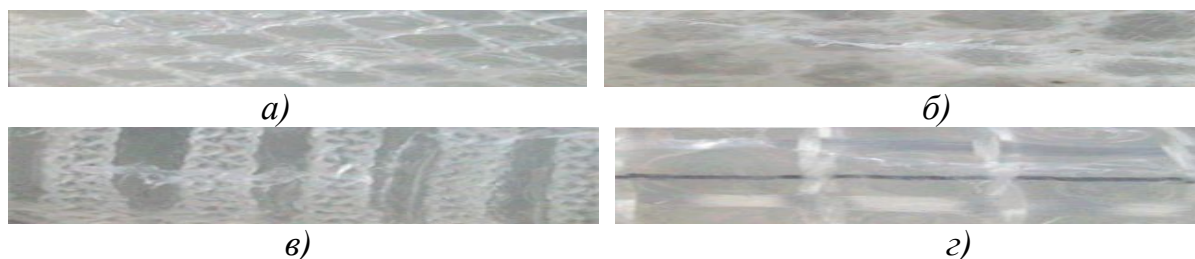
с трикотажной сеткой из – а) хлопчатобумажной пряжи, б) полиэфирной нити, в) капроновой нити; з) со стеклотканью

Рис. 3. Оптические снимки поперечного разреза армированных полиэтиленовых композитов

Как видно (рис. 3) в случае армирования со стеклотканью каркас остается раздельным от полимерного слоя, с видимой поверхностью раздела между компонентами. В случае армирования с трикотажной сеткой на основе хлопчатобумажной пряжи, капроновых и, особенно, полиэфирных нитей, поверхности раздела незаметны. Расплавленный полиэтилен проникает во внутрь трикотажной сетки и приваривается, образуя почти гомогенную массу. Полиэтилен является неполярным полимером и возможность образования межатомных связей с веществом армирующего каркаса исключается. При контакте полимера с поверхностью каркаса возникает Ван-дер-Ваальсовое межмолекулярное взаимодействие. В этом случае, на первый план выходят адсорбционные и диффузионные процессы в зоне контакта. Диффузионные процессы происходят во времени. Их инициируют давление и меры, увеличивающие подвижность макромолекулы, т.е., прежде всего, температура.

О характере адсорбционного взаимодействия можно судить по оптическим фотографиям межслойной поверхности после их раздирания на разрывной машине (рис. 4).

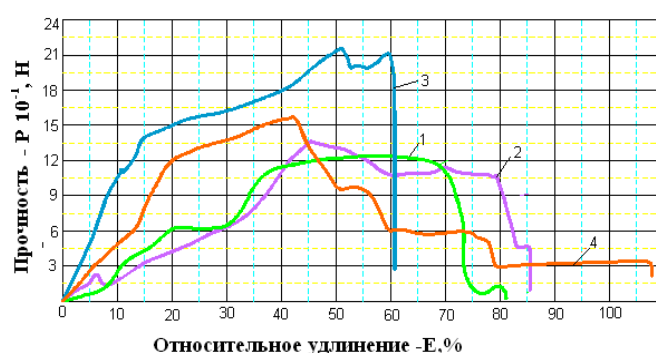
Стекловолокна остаются в кристаллическом состоянии в процессе переработки и, поэтому, диффузия и адсорбция даже расплавленного полиэтилена не происходит. Адгезионные силы взаимодействия полиэтилена с хлопчатобумажными волокнами пряжи возникают из-за ворсистости и шероховатости их поверхности. Адгезионные силы взаимодействия полиэфирных и капроновых нитей с полиэтиленом возникают из-за взаимной адсорбции и диффузии, в результате взаимного расплавления и пористой структуры армирующего каркаса.



с трикотажной сеткой из – а) хлопчатобумажной пряжи, б) полиэфирной нити, в) капроновой нити; г) со стеклотканью

Рис. 4. Оптические снимки поверхности раздела слоев армированного полиэтиленового композита

Мерой адгезионных сил может служить прочность при расслаивании слоев, которая изображена в виде адгезиограммы зависимости прочности расслаивания от относительного удлинения (рис. 5).



1- со стеклотканью;
с трикотажной сеткой из –
2 - хлопчатобумажной пряжи,
3 - полиэфирной нити,
4 - капроновой нити

Рис. 5. Межслойные адгезиограммы полиэтиленовых композитов

Как и ожидалось, наибольшей прочностью при расслаивании обладает композит, армированный трикотажной сеткой из полиэфирной нити. Причем, при достижении 60% удлинения, не выдержав усилия более 20 Н, разрывается сама пленка. Все же, суммарный эффект упрочнения оказался предпочтительным в случае армирования полиэтиленовых композитов с трикотажной сеткой из капроновых нитей.

Армированный капроновой трикотажной сеткой полиэтиленовый композит имеет высокую и почти одинаковую прочность, как в продольном, так и в поперечном направлениях.

На относительное удлинение композитов существенно влияет растяжимость трикотажного каркаса. Этот показатель в трикотажно-армированных композитах в 4-6 раз меньше, чем в исходном полиэтилене, но на порядок выше, чем в композитах, армированных стеклосеткой.

Усреднённые значения физико-механических свойств, армированных полиэтиленовых композитов, приведены в табл. 1.

Из данных видно, что толщина, поверхностная плотность, прочность и относительное удлинение при растяжении изменяются с изменением природы материала армирующего каркаса. Трикотажно-армированный композит из хлопчатобумажной пряжи получился более толстым. Однако, он имеет минимальные показатели по сравнению с другими композитами. Наименьшее значение относительного удлинения имеет армированный композит тканой стеклосеткой. Максимальное значение прочности при

разрыве, относительного удлинения при растяжении при меньших значениях толщины и поверхностной плотности имеет трикотажно-армированный полиэтиленовый композит из капроновой нити.

Таблица 1

**Физико-механические свойства армированных
полиэтиленовых композитов**

Армирующий элемент	Толщина, мм	Прочность, Н	Условная прочность, МПа	Отн. удлинение, %	Поверх. плотность, г/м ²
тканая стеклосетка *	0,37	530,0	28,60	12,65	223
		472,0	27,52	4,57	
трикотаж с шестигранным просветом	из хлопчатобумажной пряжи				
	0,6	480,0	12,0	118,0	200,3
		420,0	10,50	117,25	
	из полиэфирной нити				
	0,4	510,0	25,50	88,5	198,2
		445,0	22,25	105,0	
	из капроновой нити				
	0,4	690,0	34,50	131,0	198,2
		614,0	30,70	110,25	
Примечание: * числитель продольно, знаменатель поперечно по ориентации полимерной матрицы и образования армирующего каркаса.					

Представляет большой научный и практический интерес деформируемость трикотажно-армированных композитов при растяжении, особенно, при двухосном растяжении образца. Двухосное растяжение легко можно реализовать, например, при изгибе тонких прямоугольных пластин по цилиндрической поверхности. Оценка напряженного состояния при изгибе ведется, как известно, по одной из важнейших геометрических характеристик плоского сечения - осевому моменту сопротивления сечения, определяемому из соотношения:

$$W_x = bh^2/6, \quad (1)$$

где b - единичная ширина пластинки композита; h - высота в продольном сечении армирующего элемента.

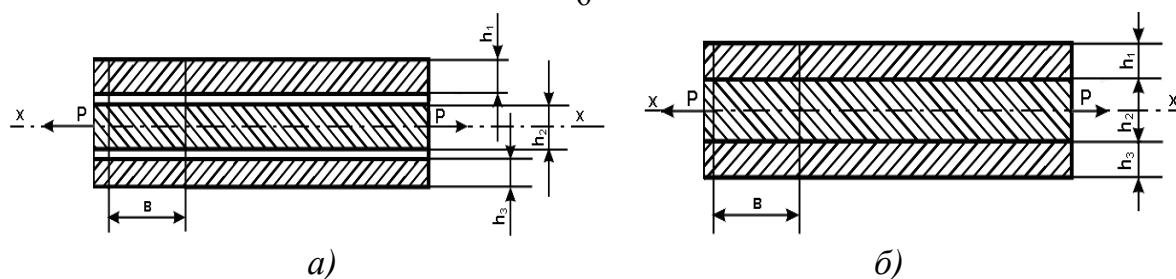
В случае армирования полиэтилена со стеклотканью, каркас практически остается отдельным от полимерного слоя с видимой поверхностью в разрезе между компонентами материала (рис. 6 а). Поэтому, при определении суммарного момента сопротивления сечения образца следует учесть момент сопротивления каждого участка в отдельности: $\sum W_x = W_1 + W_2 + W_3$,

$$\text{если } h_1 = h_3, \text{ то } W_1 = W_3 \text{ и } \sum W_x = 2W_1 + W_2, \text{ где } W_1 = \frac{bh_1^2}{6} \text{ и } W_2 = \frac{bh_2^2}{6} \quad (2)$$

Композит на основе полиэтиленовой матрицы и армирующего каркаса из сетчатого трикотажа представляет собой уже монолитное соединение (рис. 6, б), образованное под действием диффузионных и

адсорбционных процессов в зоне их контакта, при взаимном расплавлении. Момент сопротивления сечения, в данном случае, определяется по формуле:

$$W_x = \frac{b(h_1 + h_2 + h_3)^2}{6} \quad (3)$$

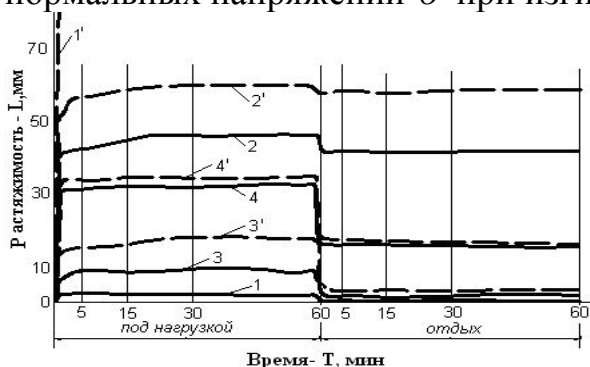


а) раздельное соединение; б) монокитное соединение

Рис. 6. Продольное сечение локального участка полимерного композита с армирующим каркасом

С целью количественного сравнения значений момента сопротивления сечения, определяемого по зависимостям (2) и (3), сделаем допущение о равенстве толщины слоев: $h_1 = h_2 = h_3 = h$, тогда для полиэтиленового композита со стеклотканью получим: $\sum W_x = W_x = bh^2/2$, (4) с сетчатым трикотажем: $W_x = 3bh^2/2$. (5)

Для рассматриваемых вариантов формирования композитов сравнение моментов сопротивления показывает, что величина W_x в 3 раза больше в случае использования в качестве армирующего каркаса сетчатого трикотажа, чем стеклоткани. Соответственно, уменьшается уровень нормальных напряжений σ при изгибе.



(1-4) по длине; (1' - 4') по ширине:
1, 1' – со стеклотканью; с сетчатым трикотажем из - 2, 2' –х/б; 3, 3' – полиэфирной нити; 4, 4' – капроновой нити
Рис. 7. Графики релаксации деформации армированного полиэтиленового композита

Из результатов исследований (рис. 7) видно, что армированный полиэтиленовый композит со стеклотканью по ширине (1) имеет наибольшее абсолютное удлинение 235 мм при нахождении под нагрузкой в течение 5 минут и дальнейшая деформация прерывается разрушением образца. Деформация по длине (1) незначительна и составляет не более 1 мм. Закономерность роста кинетики релаксации объясняется строением вертикально направленных двух взаимосвязанных основных нитей. При воздействии внешнего продольного усилия, как бы обмотанные, продольные нити распрямляются из-за наличия в них перевивки.

Сравнительный анализ деформации армированного полиэтиленового композита показывает, что для хлопчатобумажного сетчатого трикотажа уровень остаточной деформации весьма высок и составляет большую часть полной деформации. Эта закономерность относится к образцам и в поперечном и в продольном направлениях.

Общим для деформирования трикотажно-армированного полиэтиленового композита, состоящего из полиэфирных и капроновых нитей (рис. 7) является то, что почти половину полной деформации составляет пластическая. Этот уровень пластической деформации сравнительно меньше, чем при деформировании трикотажно-армированного полиэтиленового композита из хлопчатобумажной пряжи.

Разность значений кинетики релаксации деформации по длине и ширине трикотажно-армированных образцов композита из хлопчатобумажной пряжи, полиэфирной и капроновой нити соответственно составляют: 25%, 100% и 6%. Сравнительная оценка деформируемости по роду сырья показала, что максимальная разность величины деформации наблюдается для образца из полиэфирной нити.

Из анализа физико-механических свойств ткано-армированного поливинилхлоридного кровельного композита в продольном направлении выявлен скачкообразный характер графика зависимости прочности от относительного удлинения. Данная закономерность показала, что максимальная прочность более 700 Н соответствует относительному удлинению 4%, тогда как, при таком удлинении, неармированная поливинилхлоридная пленка имеет прочность всего 150 Н. Тканая стеклоткань, являясь прочным материалом, имеет ограниченную упругость. Выдерживает значительное разрывное усилие, но при определенном её значении происходит обрыв недостаточно удлиняющихся нитей. Поэтому, в максимальной точке графика зависимости наблюдается резкое снижение разрывного усилия. В дальнейшем, график зависимости имеет восходящий характер, что свидетельствует о работе поливинилхлоридного слоя.

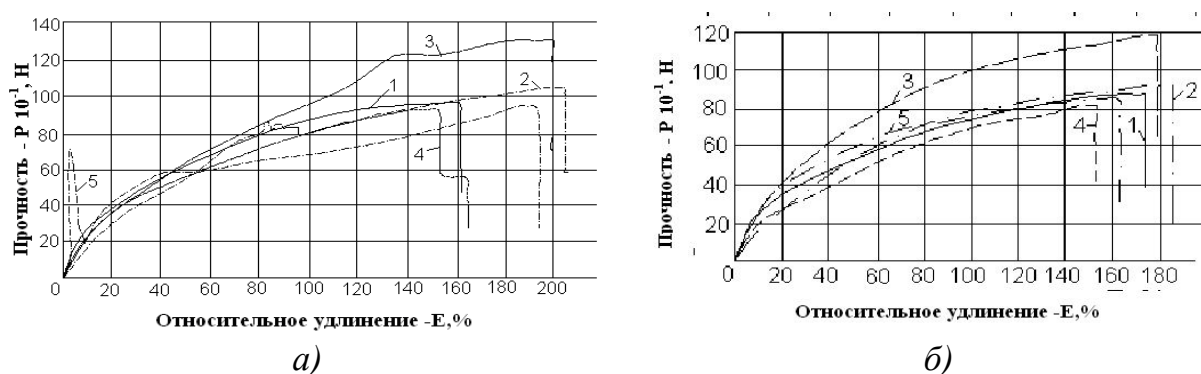


Рис. 8. Прочность и относительное удлинение поливинилхлоридных композитов

При армировании поливинилхлоридного композита с сетчатым трикотажем прочностные свойства заметно улучшаются, по сравнению с неармированными и армированными тканой стеклотканью (рис. 8).

Из графиков видно, что улучшается прочность во всех образцах относительно армированного поливинилхлоридного композита с тканой стеклотканью: соответственно, для трикотажа из хлопчатобумажной пряжи, полиэфирных нитей и капроновых нитей в продольном направлении - на 3,1%, 9,7%, 29,3% и в поперечном - на 0,1%, 5,5%, 26,3%. Трикотажная сетка, имеющая пористую структуру, прочно связывается с поливинилхлоридом. При действии разрывного усилия композит ведет себя как монолитная композиция.

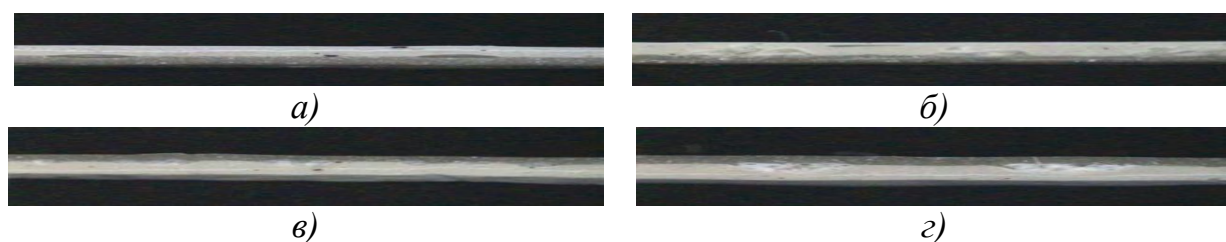
Прочность композита с равномерным шестигранным просветом сеток из капрона наиболее высокая (табл. 2).

Таблица 2

Физико-механические свойства армированных поливинилхлоридных композитов

Армирующий элемент	Толщина , мм	Прочность, Н	Условная прочность, МПа	Отн. удли- нение, %	Поверх. плотность, г/м ²
тканая стеклосетка *	1,14	921,0	16,163	195,85	1444,6
		869,10	15,29	172,09	
трикотаж с шестигранным просветом	из хлопчатобумажной пряжи				
	1,45	950,0	13,10	163,5	1485,5
		870,0	12,00	176,09	
	из полиэфирной нити				
	1,30	1020,0	15,60	206,5	1465,3
		920,0	14,10	186,0	
	из капроновой нити				
	1,43	1300,0	18,13	200,2	1468,2
		1180,0	16,46	180,0	
	Примечание: * числитель продольно, знаменатель поперечно по ориентации полимерной матрицы и образования армирующего каркаса				

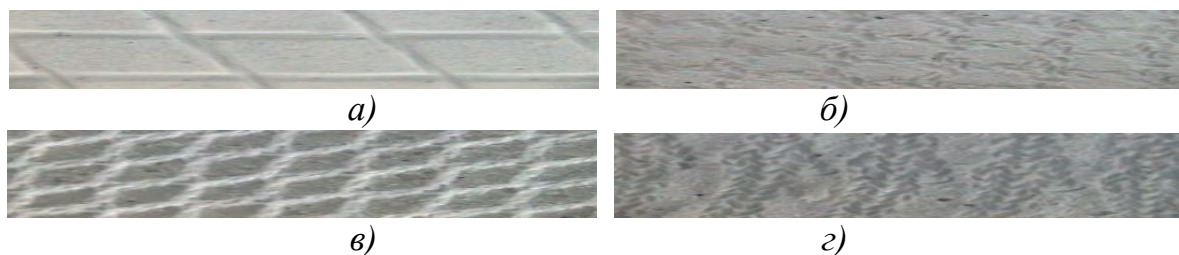
О взаимном проникновении макромолекул поливинилхлорида и армирующего каркаса можно судить по оптическим снимкам продольного разреза композита (рис. 9) и межслойной поверхности после расслаивания на разрывной машине (рис. 10).



а) со стеклотканью; с трикотажем из б) хлопчатобумажной пряжи, в) полиэфирной нити, г) капроновой нити

Рис. 9. Оптические снимки поперечного разреза армированных поливинилхлоридных композитов

Адсорбция и диффузия макромолекул поливинилхлорида в стеклоткань не происходит, на снимках четко видны границы раздела между компонентами. Стекловолокна и поливинилхлорид химически не совместимы, к тому же, стекловолокна не плавятся при температуре переработки поливинилхлорида. Поэтому, адгезионная прочность сцепления стекловолокон с поливинилхлоридом низкая, даже ниже, чем прочность при расслаивании двух слоев поливинилхлорида (рис. 10).



а) со стеклотканью; с трикотажем из *б)* хлопчатобумажной пряжи;
в) полиэфирной нити; *з)* капроновой нити

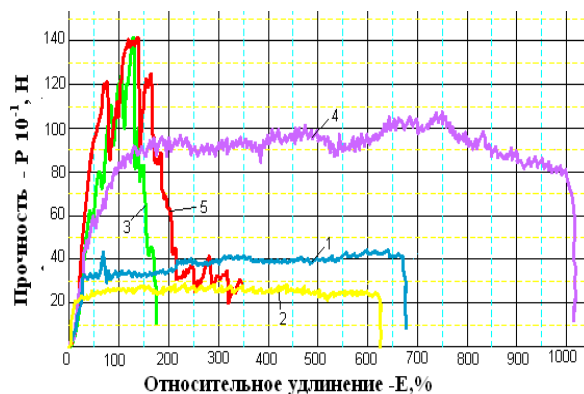
Рис. 10. Оптические снимки поверхности раздела армированных поливинилхлоридных композитов

Диэлектрическая проницаемость поливинилхлорида в четыре раза больше, чем полиэтилена. Поэтому, для систем поливинилхлорида с целлюлозой и полиэфиром, наряду с адсорбционными и диффузионными процессами, приобретает значение возможность химического межмакромолекулярного взаимодействия. Пористая структура трикотажа способствует адсорбции и диффузии расплава поливинилхлорида в их внутрь, что зафиксировано на оптических снимках (рис. 9 и 10).

Адгезионная прочность поливинилхлорида с трикотажем из хлопчатобумажной пряжи, возможно, усиливается из-за возникновения межмолекулярных взаимодействий на уровне водородных и донорно-акцепторных связей. При температурах переработки поливинилхлорида полиэфирные нити находятся в вязкотекучем состоянии, что обеспечивает их взаимное проникновение. Капрон еще больше связывается с поливинилхлоридом. Этому способствует нахождение волокон капрона в высокоэластичном состоянии и возможное возникновение межмолекулярных водородных и донорно-акцепторных связей. Адгезионная прочность трикотажа из капроновой нити оказалась настолько высокой, что, в некоторых случаях, при межслойном расслаивании разрыв происходит по полимерной пленке (рис. 11).

Из адгезиограммы (рис. 11) видно, что адгезионная прочность при расслаивании поливинилхлоридных композитов в случае армирования трикотажными сетками оказалась в 4-6 раз больше, чем при армировании тканой стеклосеткой. Сравнительно плавный характер зависимости при большем удлинении свидетельствует об относительной однородности характера взаимодействия по всей площади соприкосновения. Скорее всего, в процессе переработки с возникновением адсорбционного и

диффузионного взаимодействия весь каркас находится в одинаковом состоянии. Характер зависимости в случае армирования с трикотажем из хлопчатобумажной пряжи и капроновых нитей имеет несколько экстремальных перегибов, что свидетельствует о возникновении разнородного взаимодействия между материалами.



- 1 - без армирующего элемента;
2 - со стеклотканью; с сетчатым трикотажем из – 3 – х/б пряжи;
4 - полиэфирной нити;
5 - капроновой нити

Рис. 11. Межслойные адгезиограммы поливинилхлоридных композитов

Проведены сравнительные исследования комплекса физико-механических свойств армированных поливинилхлоридных композитов, упрочненных усиливающими элементами тканой стеклотканью и трикотажной сеткой из капроновых нитей в производственных условиях акционерном обществе «Охангаронлипласт» (табл. 3).

Таблица 3

Физико-механические свойства армированных поливинилхлоридных кровельных композитов

Наименование показателей	Значение показателей	
Вид усиливающего каркаса	тканая стеклоткань	сетчатый трикотаж
Толщина, мм	1,2±0,2	1,15
Условная прочность при разрыве, кгс/см ² в продольном направлении	160, не менее	181
Относительное удлинение при разрыве, %	200, не менее	225
Воздухопроницаемость при давлении 0,08 МПа в течение 30 с	не проницаемая	не проницаемая
Водопроницаемость при 2000 мм/в.ст.	не проницаемая	не проницаемая
Гибкость при изгибании образца на стержне радиусом (5±0,2) мм при температуре -25°С	не должно быть трещин и отслаивания	трещин и отслаивания нет
Водопоглощение, г/см ²	0,1; не более	0,07
Теплостойкость, °С в течение 24 часов	100, не менее	100
Паропроницаемость, кг/(м·с·Па)	0,13·10 ⁻¹² , не более	0,11·10 ⁻¹²
Относительное остаточное удлинение, %	80	80
Сопротивление статическому продавливанию в течение 24 часов при давлении не менее 0,001 МПа	отсутствие воды на поверхности образца	отсутствие воды на поверхности образца

Превосходство показателей физико-механических свойств поливинилхлоридных композитов, армированных сетчатым трикотажем от

регламентированных в технических условиях подобных материалов, доказано по результатам производственных испытаний.

По результатам производственных исследований, трикотажная сетка с равносторонними размерами просвета от 4 до 7 мм и поверхностной плотностью от 50 до 100 г/м² рекомендуется для использования в качестве армирующего каркаса при изготовлении кровельного композита на основе поливинилхлорида, а с равносторонними размерами просвета от 1,5 до 3 мм и поверхностной плотностью от 10 до 30 г/м² – для производства других полимерных композитов. При этом, форма просвета может быть как круглой, так и другой геометрической формы с гранями.

Создание композиционных полотен и рукавов. Композиционные полотна и рукава являются несущей основой или прочной подложкой, например, в процессах механической фильтрации промышленных выбросов. Улавливание вредных токсичных веществ осуществляется при наличии адсорбентов, вводимых в композиционный материал.

Традиционные способы увеличения сорбционных свойств фильтрующих материалов – изготовление их из функционально-активных веществ, обычное наполнение и химическая обработка – приводит к уменьшению механических свойств. Попытки улучшения механических свойств – увеличение количества проколов, содержания связующего клеевого состава или более прочных волокон в нетканых полотнах – сопровождается спадом сорбционных свойств.

С целью устранения этих недостатков разработана технология производства наполненных композиционных рукавов на базе трикотажа. Сущность предлагаемого решения заключается в формировании ячеистого композиционного полотна на двухфонтурных кругловязальных машинах. Размеры и параметры ячеек вполне регулируемы в рамках технологических возможностей машин, они образуются чередованием отдельных слоев одинарных переплетений и их соединительных двойных рядов, причем, до вязания соединительного переплетения, между одинарными слоями в ячейку подается наполнитель. Наполнитель может быть в виде разнородной пористой ленты, объемной нити или вязаного композиционного шнура, предварительно наполненного волокнистыми, либо дисперсными веществами.

В данном решении особый интерес представляет широкий диапазон сырьевого состава композиционного рукава, особенно наполнителя (волокнистого или дисперсного) и образование цельной рукавной формы, что, практически, недостижимо в ткацком производстве.

Апробация способа формирования волокнисто- или дисперсно-наполненного трикотажно-композиционного рукава при использовании наполненного шнура осуществляется поэтапно. Предварительно в кругловязальных беечных машинах малого диаметра получается вязаный композиционный шнур, наполненный имитирующими волокнами, гранулами или порошкообразными веществами (активированный уголь,

Al₂O₃ и др.). Далее осуществляется вязание бесшовного композиционного наполненного рукава на двухфонтурной кругловязальной машине.

Придание хемосорбирующей способности композиционным полотнам возможно при наличии наполнителя - объемных нитей, полученных из волокон химически активных сополимеров. Химически активные сополимеры на основе акрилонитрила, N-винилсукцинимиды, N-винилпирролидона, N-винилкапролактама имеют третичный атом азота с неподеленной парой электронов и карбонильную группу, способные к координационному взаимодействию с различными веществами. Лактамный цикл этих соединений придает им термо- и термостойкость, подвергается химической модификации за счет раскрытия и образования карбоксильных и аминных групп. Поэтому, они являются как анионными, так и катионными хемосорбентами. Установлено, что при наличии композиционно-фильтрующего элемента, т.е. наполнителя повышаются прочностные характеристики, а сорбционная способность полотна увеличивается в 2 - 2,5 раза.

С учетом потребностей промышленных предприятий в рукавных композитах малого диаметра, как отдельное направление, разработаны принципы создания композиционных рукавов и изделий на круглочулочных автоматах.

Созданы новые бесшовные композиционно-фильтрующие рукава постоянного и переменного сечения, нарукавники, покровные рукава, в том числе, с универсальной соразмерностью по ширине для накатных валов увлажняющего аппарата офсетных полиграфических машин типа «Ромайр», «Даминант» и «Планета».

Разработка трикотажно-композиционных изделий начинается с проектирования их технологических параметров. Технологические параметры и показатели расхода сырья на единицу изделия являются основными факторами, определяющими себестоимость продукции. Особенности проектирования технологических параметров материалов и изделий рассмотрены с применением компьютерных технологий, в частности, систем программирования «Microsoft EXCEL», Borland Delphi 7 и других.

Исследование эксплуатационных свойств трикотажно-армированных композитов. Основными свойствами трикотажно-армированных композиционных полотен и рукавов являются прочностные характеристики и они же, обычно, определяют их сферу использования. Физико-механические свойства композиционных полотен зависят, в основном, от вида сырья, переплетения, технологических параметров и все эти факторы определяют их эксплуатационные свойства.

Из результатов исследований видно, что композиционные полотна по ширине менее удлиняются, чем по длине, в связи с наличием высокоориентированных наполнителей. Разность показателей отделанных и

суровых полотен объясняется их усадкой в процессе отделки. Перепад давления в суровых и отделанных образцах растет, фактически, пропорционально времени фильтрации.

Таблица 4

**Величины начальных сопротивлений композиционных полотен
воздушному потоку (при расходе воздуха 30 л/мин)**

Вариант	Суровые					Отделанные				
	показание микроманометра, деление			сопротивление, Па	задерживающая способность *, %	показание микроманометра, деление			сопротивление, Па	задерживающая способность, %
	P ₀	P ₁	P	P _c	з	P ₀	P ₁	P	P _c	з
1	4	9	5	10	97,73	4	12	8	16	98,36
2	4	9	5	10	92,5	4	10	6	12	93,8
3	4	5	1	2	81,9	4	6	2	4	85,46
4	4	14	10	20	97,66	4	17	13	26	98,73
5	4	17	13	26	99,04	4	22	18	36	99,5
6	4	16	12	24	99,15	4	19	15	30	99,8
7**	4	17	13	26	98,6	4	22	18	36	98,94
8	4	6	2	4	91,6	4	7	3	6	92,45

*-согласно ГОСТа 17804-72 использована промышленная пыль, в составе которой не менее 15% частиц диаметром менее 10 мкм; при расходе воздуха V=30 дм³/мин и средней концентрации пыли C_{кф}=150 мг/м³;

** -для трикотажа, пропитанного поливинилсукцинимидом сопротивление составляло 54 Па, задерживающая способность 95,2%.

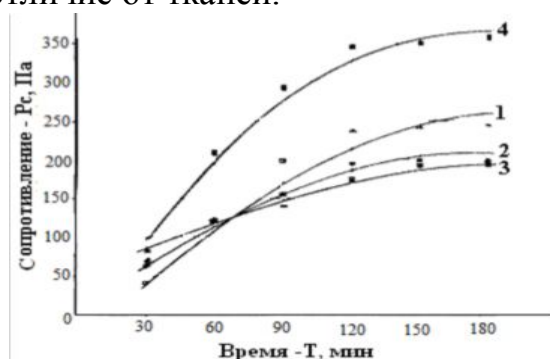
Установлено, что отделка во всех вариантах образцов приводит к повышению величины начального сопротивления. Такая закономерность сохраняется почти во всех образцах и при росте эффективности фильтрации. Данное явление объясняется усадкой составляющих волокон и нитей трикотажа, что, в свою очередь, сопровождается уменьшением пористости и ростом величины сопротивления.

Рост величин начального сопротивления отделанных образцов соответствующих вариантов составляло в %: 1 - 60, 2 - 20, 3 - 50, 4 - 30, 5 - 40, 6 - 25, 7 - 40 и 8 – 50, а рост сопротивления пылевоздушному потоку во времени увеличивался в отделанных полотнах: 3 - 10 раз, 8 - 5 раз; 4 - 30%, 7 - 25%, и 8 - 2,5 раз.

Ресурсные фильтрационные характеристики экспериментальных образцов вариантов 1, 5, 6 и 7 с наилучшими показателями задерживающей способности, исследованы в течение более длительного времени фильтрации (рис. 12). Для этих же образцов исследованы закономерности приращения сопротивления от пылеемкости (рис. 13).

Установлено, что величина начального сопротивления трикотажных композиционных полотен, в основном, зависит от их воздухопроницаемости, связана со структурой трикотажа и со специфическими свойствами наполнителя. По истечении времени пористая структура композиционного трикотажа заполняется, рост величины

сопротивления стабилизируется. При регенерации пыль удаляется только из верхнего слоя, так как в пористой структуре трикотажа частично остается пыль в промежуточных слоях, что благоприятно влияет на процесс фильтрации, отсутствует переочистка и это является достоинством, в отличие от тканей.



1, 5, 6, 7 – соответствующие варианты

Рис. 12. Сопротивление композиционных полотен пылевоздушному потоку во времени при фильтрации

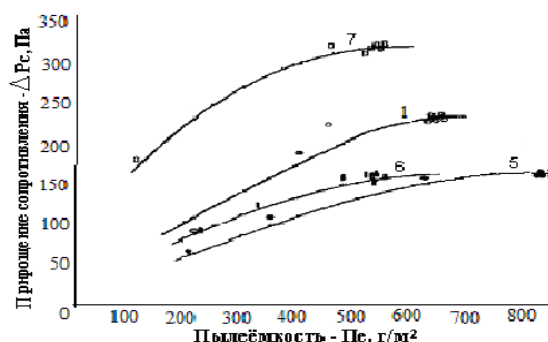


Рис. 13. Приращения сопротивления композиционных полотен от пылеемкости при фильтрации

По результатам исследований установлено, что композиционные полотна или рукава используются как:

прочная композиционная рукавная подложка для механической фильтрации;

адсорбционный композиционный рукав, улавливающий вредные токсичные вещества, примеси отработанных газов при наличии адсорбентов (вводимых пропиткой, нанесением на поверхность, введением во внутрь, как наполнитель);

гибкий элемент пакетного фильтра для установок в промышленных и бытовых помещениях;

фильтрующий композиционный элемент для очистки растворов, содержащих био- или химические активные вещества и ионы, при наличии соответствующих сорбентов в структуре;

несущий каркас катализаторов при образовании основы из специального сырья (кислотостойкого, щелочестойкого и т.п.), а наполнителя – из грануловидного или дисперсного вещества;

дисперсно-наполненный гибкий композиционный элемент для защиты музейных экспонатов и др.;

технические композиционные полотна и рукава, используемые при пошиве специальных одежд и формовании влагозащитных покровных материалов и др.

Установлено, что в каждом конкретном случае использования конечной продукции, целесообразно учитывать род сырья отдельных слоев, соединительных рядов, наполнителя, их термостойкость, химическую устойчивость к кислотным и щелочным средам, окисляющим агентам, растворителям и т.п.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Научно обоснована возможность использования сетчатых, наполненных и армированных структур при создании армированных трикотажных композиционных материалов полифункционального назначения. Разработаны геометрические модели состояния структуры и методика оптимизации подвижности трикотажа.

2. Разработана концепция создания трикотажно-армированных композитов с заданными свойствами. На основе композиционных рукавов созданы новые бесшовные покрытия для офсетных полиграфических машин, нарукавники, фильтры, тара для упаковки кип хлопковой продукции и др.

3. Установлены особенности создания адсорбционных наполненных трикотажных композитов с дисперсными и волокнистыми химически активными полимерами, в том числе и с последующей модификацией. Разработана методика оптимизации технологических параметров и эксплуатационных свойств трикотажных композитов.

4. Установлена зависимость свойств армированных композитов от природы материала, формы и геометрических размеров усиливающих структурных элементов, химической совместимости и способов формирования. Получены образцы с улучшенными прочностными и адгезионными свойствами на основе сетчатого трикотажа.

5. Прочному связыванию полиэфирных и капроновых нитей с поливинилхлоридом способствует нахождение их в высокоэластичном или вязкотекучем состоянии, возможно возникновение межмолекулярных водородных и донорно-акцепторных связей, адсорбция и диффузия матрицы во внутренние слои трикотажа из-за его пористой структуры.

6. Проведен сравнительный анализ армированных композитов и при этом показана, что самым эффективным является трикотажная сетка из капроновой нити, особенно с просветом овальной формы. Высоко ориентированные элементы тканой стеклосетки легко вытаскиваются из листового композита. Преимущество трикотажа реализуется вследствие нераздвигаемости структуры, прочности с одновременной эластичностью узлов, соответствия температур стеклования и плавления материала каркаса и полимера, прочности адгезионных и адсорбционных сил взаимодействия. При действии разрывного усилия полимерный композит ведет себя как монолитный материал.

7. Сетчатый трикотаж из капроновой нити внедрен в технологию кровельного композита на основе поливинилхлорида. Разработана регламентированная технология производства трикотажно-армированного композита с улучшенными физико-механическими свойствами.

8. Внедрение разработанных технологических решений даёт значительный социальный и экономический эффект, выраженный в рациональном использовании сырьевых, энергетических ресурсов, а также, в улучшении условий труда и экологической безопасности.

**SCIENTIFIC COUNCIL ABOUT THE GRADUATION OF
DOCTOR OF SCIENCES 16.07.2013.K/T.14.01 AT THE INSTITUTE OF
GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY, SCIENTIFIC RESEARCH
CENTER OF CHEMISTRY AND POLYMERIC PHYSICS, TASHKENT
INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY, TASHKENT
STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

TASHKENT INSTITUTE OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

RAKHIMOV FARKHAD HUSHBAKOVICH

**TECHNOLOGY OF KNIT-REINFORCED
COMPOSITES OF POLYFUNCTIONAL
PURPOSES**

**02.00.07. - Chemistry and technology of composite materials
(technical sciences)**

ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION

Tashkent – 2014

The subject of doctoral dissertation is registered under No 30.09.2014/B2014.5.T268 at Higher Attestation Commission under Cabinet of Ministers of Republic of Uzbekistan.

Doctoral dissertation is carried out at Tashkent Institute of textile and light industry.

The full text of the doctoral dissertation is placed on web page of Scientific council 16.07.2013. K/T.14.01 at the Institute of general and neorganic chemistry, Scientific research center of chemistry and polymeric physics, Tashkent institute of chemical-technology and Tashkent state tehnikal university to the address www.ionx.uz.

Abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English) is placed on web page www.ionx.uz and Information-educational portal «ZIYONET» to address www.ziyonet.uz

**Scientific
consultant:**

Agkham Salimovich Raficov
doctor of technical sciences, professor

**Official
opponents:**

Umarov Abdusalom Vahitovich
doctor of technical sciences, professor

Ibadullaev Akhmadjon Sobirovich
doctor of technical sciences, professor

Nabieva Iroda Abdusamatovna
doctor of technical sciences, dotsent

**Leading
organization:**

Bukhara State University

The defense will take place «30» 12 2014 at 15 at the meeting of scientific council number 16.07.2013.K/T.14.01 at Institute of general and neorganic chemistry, Scientific research center of chemistry and polymeric physics, Tashkent institute of chemical-technology and Tashkent state tehnikal university. Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulug'bek str. 77a. Phone: (+99871) 262-56-60; fax: (+99871) 262-79-90; E-mail: ionxanruz@mail.ru.

Doctoral dissertation is registered in Information-resouree centre at the Institute of general and neorganic chemistry N 02, it is possible to review it in IRC (100170, Tashkent, Mirzo Ulug'bek str. 77a. Phone: (+99871) 262-56-60).

Abstract of dissertation sent out on «30» 11 2014 year.
(mailing report № 03 on 30.11 2014 year).



B.S.Zakirov

Chairman of scientific council on award of
scientific degree of doctor of sciences, d.ch.s.

G.U. Rakhmatkariev

Scientific secretary of scientific council on
award of scientific degree of doctor of sciences
d.ch.s., professor

S.S.Xamraev

Chairman of scientific seminar under scientific
council on award of scientific degree of doctor of
sciences, d.ch.s., professor

ANNOTATION OF DOCTOR DISSERTATION

Topicality and demand of the subject of dissertation. Increasing the export potential, reducing the flow of imported goods, saving foreign currency assets and ensuring the growing needs of the population requires the development of new composite materials and finished consumer goods, including on the basis of knitting. Knitting industry in the country is young, an important focus of the textile industry and in modern conditions it is oriented to increase the export potential of the country and offers complete cycle of «from raw materials to finished products». Technical jersey/knitted material may be the most suitable component of modern composite materials.

The properties of various materials most successfully implemented in their compositions, when the shortcomings of one material covered by other virtues, or there are new properties that are not inherent in the individual components. Advances in the development of new composite materials associated with the creation of reinforced polymers. In recent years there has been significant progress in the use of reinforced films with reinforcing structures in different fields of industry, agriculture and construction. However, far from being exhausted opportunities to develop new reinforced composite polymeric materials like nature and structure of the constituent elements and their production technology. The prospect of highly strengthened composites is seen in knitted nets for this strengthening.

Textile fabrics can be used as a filtering element in various processes in capturing industrial emissions. Capturing harmful toxic substances is possible only with the adsorbents introduced into the filter material by impregnating, spraying, applying to the surface or into the material.

Unconventional fibers (sorption, antimicrobials, basalt, and others), in particular the chemisorptions have low mechanical properties, which makes hard the formation of these yarns. All attempts to improve the mechanical properties decrease the sorption properties. By this reason the perspective way in developing composite sleeves is to perform on the basis of knitting material with based filler.

Under Presidential Decrees PP-1590 from June 29, 2011 «About further extension of localization of production of finished products, components and materials on the basis of industrial cooperation for 2011-2013» and PP-2120 from February 4, 2014 «On the program of localization of production of finished products, components and materials for 2014-2016» identified a number of problems related industries, including light industry of the Republic of Uzbekistan it was defined several missions to the industrial sectors including the sector of chemistry and technology of composite materials.

Thus, the relevance of the thesis topic is to establish the scientific foundations regularities of formation and development of technologies knit-reinforced thermoplastic composites, filled fabrics and sleeves of multifunctional purpose, a much-needed increase in the volume of production, broadening the assortment range, improving the quality and reducing their cost.

Conformity of research to priority directions on development of science and technologies of the Republic of Uzbekistan. The dissertation is carried out according to the advanced ways of development of science and technology: SPST-12 – «Developing of resource saving and high efficient technologies to manufacture, to process and to storage cereal crop, cucurbitaceous, fruit, sylvula and other cultures»; OT-F3 – «Chemistry, biology, and medicine»; PPI-3 – «Energy, and resoursaving, transport, machinery and instrument engineering»; IP-2 – «Energy and resoursaving».

International review of scientific researches on theme of dissertation. The investigations on developing technical knit-fabric, filtering textile materials, textile reinforced films are being carried out by scientists from USA, UK, Germany, Japan, Korea, China, France, Russia and others.

By leading research centers: School of Materials Science and Engineering at the Georgia Institute of Technology, Belleville Wire Cloth Co., Inc., Centre for Technical Textiles; Nonwovens Innovation & Research Institute, Department of Textiles, Royal College of Art, London, Technische Universitat Dresden, Institut fur Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik, Shinshu University; Korea Dyeing Technology Center, Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), China Textile Academy; Department of Textile Engineering, Chinese Culture University, European Centre for Innovative Textiles, Russian Academy of Sciences and others are set, the influence of several factors such as the nature of the fibrous filler, the method of formation, the shape and size, the nature of the binder, the physical, chemical and thermodynamic matching components and adhesive interaction on the boundary and the monolithic matrix fiber while creating high strength composites with textile material, which is excipient.

In the studies scientifically and practically proved the role of textile materials, as an integral component. It is unsufficiently explored opportunities of knitted material as a component of composite materials.

The researches confirm the relevance of the line of activity and application of textile composite materials, developing fillers for polymers in the area of technical textile, confirm the high efficiency of their production on the basis of knitting materials taking into consideration their structural and technological properties.

Degree of study of problem. Analysis of the literature reflects the increasing attention of researchers to create the new knitted composites and the development of technology of their production. It is hard to create multifunctional materials which simultaneously satisfy the set of requirements which often contradict one another. However, there is the possibility of solving a number of issues by creating composite materials.

Various theoretical and practical issues in this area the subject of many monographs, and articles. For example, there is evidence of the successful use of pilot plants with hemosorbntional fibers¹: to clean up air pollution from toxic

¹ Zverev M.P. Himicheskie volokna. 2002. -№6, -P.67.

emissions; capturing metal ions in the electrolysis process; purification of drinking water from ions of heavy metals and radionuclides, anions sulfates, nitrates, chlorides, bacteria, etc.

Today, in the global market is available a set of functional textile materials, which can be conditionally included in the market sector of technical textiles: barrier (against microorganisms, chemicals, liquid, radiation, etc.). antistatic or conductive; antimicrobial or bacteriostatic; blood- or water-repellent; high sorptional and high capillary; breathable membrane; phase change materials; metallized and with specific finishes¹.

There are the capabilities of purposeful control of deformation and strength properties of textile materials, including knitted-reinforced polymeric composites² by introducing up to 35% of active sorptive solid particles from molten thermoplastics was produced nonwoven fabric³ as a reinforcing component as a reinforced composite of concrete used woven and knitted fabric formed from basalt⁴, set appropriate to use non-woven fabric blends with bast fibers termoplastinyh and the creation of various products in the field of geotextiles⁵, available technology for production of metallic conductive fibers, yarn and products thereof with given electrophysical characteristics⁶, polyvinyl chloride compositions with improved performance⁷.

However, so far not solved the problem of creating materials with a higher content of reactive groups finished product complies with the structure to maintain the mechanical properties of complex, multiple-use in industrial processes. In a limited way, the principles of formation of the bulk composite fiber materials with low mechanical properties and particulate matter. Also requires to develop towards the establishment of effective technologies for the production of thermoplastic polymer composites with reinforcing components.

Connection of dissertational research with the thematic plan of scientific-research works is reflected in following projects:

this research work was carried out within the framework of application of RT-F3-147-2 - «Basics of composite materials based on the jersey» (2007-2011yy.); P.12.2 – «Development of technology of layered materials is based on knitwear» (2003-2005yy.); ITD-3-01 - «Development of flexible containers for packaging bales of cotton products» (2012-2014yy.); ITD-3-09 - «Development of knitting - composite materials and products for special purposes» (2012-2014yy.); 2-RT-O-53941 - «The introduction of production of textile materials based on local raw materials for the filter elements» (2014-2015yy.).

¹ Vlasenko V., Kovtun S., Berezenko N. Vozmozhnosti ispol'zovaniia mnogoslou'ny'kh mnogofunktsional'ny'kh tekstil'ny'kh kompozitsii' // Tekhnicheskii' tekstil'. Moskva, 2005, - №12, -P.31-32.

² Yamamoto Hiroshi. Terauti Fumio, Kubo Mitsunori, Aoki Hiroyuki. Dezaingaku kenkyu=Bull. Jap. Soc. Sci. Des. 2004 Spec. Issue. -p.74.

³ Yunusov B.H., Nekrutenko N.D., Hakimov O. Kompozitsionni'e materiali'. -Tashkent, 2002. №3, -P.50.

⁴ Imankulova A.S., Tursunbekova N.K. Tekstil'naya promi'shlennost'. -Moscow, 2005. №7-8, -P.26.

⁵ Gafurov K., Van de Veld, Jumaniyazov K., L.Van Langenhon, Gofurov J. -Tashkent, GFNT, 2000, p.20.

⁶ Akdarov D., Baymurotov B., Westbroek Ph., Akbarov R. De. Clerck K., Kiekens P/ Journal of Applied Electrochemistry. UK. 2005.

⁷ Akromov E.M., Negmatov S.S., Ibadullaev A. Kompozitsionni'e materiali'. -Tashkent, 2002. №4.-P.23.

Purpose of research: to create reinforced polyfunctional composite materials with required structure, for implementation of strength, elastic-deformation, adhesion properties of knitted fabrics and developing effective technology of production.

To achieve this goal, there were defined the following **objectives**:

to create the concept, which allows developing the technology of producing knitting-reinforced composites with required structure and properties;

to create knitting-reinforced thermoplastic composites, fabrics and sleeves;

to identify the patterns and relationships of elements of the formation of structures filled or reinforced composite knitwear;

to optimise the technological parameters and to develop methods of producing knitting-reinforced composites;

to study operational properties of reinforced composites filled or reinforced panels and sleeves.

Object of research. The research object is filled with or reinforced knitted clothes, sleeves, strengthened thermoplastic composites.

Subject of research. The subject of this study is a set of theoretical and practical issues related to the development of the structure and technology of multifunctional composite materials.

Methods of research: in the thesis differential equations are solved by analytical and numerical methods using computers, and research use optical microscopy, adhesion, mechanical, thermal, hydro, aerophysical and technological methods.

Scientific novelty of dissertational research. It is scientifically founded creating technology of knitting-reinforced composite materials with required structure and properties. Benefits knitting method implemented in new developments of composites according to the structure and properties:

it is studied the relationship patterns of the constituent elements of the structure filled and reinforced knitted material, proposed equation determining their equilibrium state and developed a method of optimizing the degree of mobility;

it is developed a theoretical process of the formation of filled and reinforced fabrics, sleeves and they have been practically implemented;

developed composite fabrics and sleeve with reactive N- vinyl polymers, fibrous and particulate fillers with other functionally active properties (UZ 1046, UZ 943, UZ FAP 00476, UZ FAP00784);

proven the advisability of using a mesh jersey/knitted material as a reinforcing element of thermoplastic composites reinforced plastic composites (UZ 944, RU 2085396), designed and developed the technology reinforced roofing composite based on polyvinyl chloride (UZ FAP 00426).

Practical results of research consist in the following:

it is developed strengthened knitted-reinforced thermoplastic and multifunctional composites which are being used for different purposes

depending on the type of raw material, shape and proportion of cells of the reinforcing frame and the type of polymer matrix;

it is developed a method of producing a range of options of filled composite fabrics and sleeves used as durable composite substrate for mechanical filtration, adsorption composite hose, flexible element of packet filter, a composite filtering element for cleaning solutions, bearing skeleton of catalysts, particulate-filled composite flexible element for protection of museum exhibits, special sewing clothes, forming moistureproof coating materials, and others;

it is developed a process for producing composite cord filled with fibrous or particulate matter; it is designed a construction of bag packaging products;

it is designed sleeves and hose products for covering rolling shaft of offset printing machines;

it is developed special filter bags of small diameter and design of sleeves for hand protection against industrial pollution.

Reliability of obtained results substantiated by mathematical models of mobility, a spatial model of the structure of components of the composition and their adequacy to evaluation criteria; by the pilot studies in the certification center, institutial and industrial laboratories using modern methods with involving validated instruments and equipment; by reproducibility of results; by obtaining experimental and industrial products that have the same performance attributes as the laboratorial ones, by implementing the results into production.

Theoretical and practical value of results of research. The theoretical significance of the results of the study is that the thesis is scientifically proved mobility knitted structure, studied the theory of the formation of inactive interlacing, enriched with theoretical knowledge on the formation of the knitted-reinforced thermoplastic composites filled and reinforced composites, the knitted fabrics, sleeves of multifunctional purpose.

The practical significance of the results of the study is that the knitted developed new reinforced thermoplastic composites, a new range with improved quality indicators, filled and reinforced knitted fabrics, sustainable design sleeveless with a relatively low hydraulic resistance and mastered the technology of their production.

The use of filled and reinforced fabrics, sleeve designs for mechanical capture dust, toxic substances for workwear and forming non-traditional products enable efficient use of valuable raw materials, improve working conditions, the environment. A realization of technologies knit-reinforced thermoplastic composites expands the scope of their application for various purposes, decreases the volume of imported products.

Realization of results. Research on the creation of filled and reinforced composite fabrics and sleeves, reinforcing components of a mesh weave loin thermoplastic polymers, knitted containers for packing bales of cotton fiber, cover sleeves of rolling shaft of offset printing machines, armlets for production needs of various spheres of industry implemented in enterprises of the State

Joint Stock Company «Uzbekengilsanoat» (reference of the state joint-stock company «Uzbekengilsanoat» dated November 24, 2014).

Armlets, serving to improve and improvement of working conditions introduced at the joint stock company «Navoiyazot» (№13 act of May 30, 2014).

Knitted containers for packaging bales of cotton fiber corresponding proportionality-based mobility knitted fabric are introduced at the joint stock company «Kattakurgan ginning plant» (act №27 from March 7, 2014), and the estimated economic impact of the introduction of 4.5 bln. UZS for one cotton season. Relevance, actuality, cost-effectiveness of the studies and embeddable results in this direction proven by the Association «Uzpahtasanoat» (reference of the association «Uzpahtasanoat» dated October 15, 2014).

Approbation of work. The results of the researches of the thesis presented and approved at over 20 international scientific conferences including 6 international ones: «Ways to improve training for the textile industry», Moscow - 2002; «Problems of the intensification of technological processes and energy-saving technologies in the context of the national economy», BukhPiLP, Bukhara - 2003; «Innovation 2004», TGTU, Tashkent - 2004; «Modern high technologies and advanced materials for textile and light industry» and «Progress 2008», Ivanovo, Russia - 2008; «New composite materials based on local and secondary raw materials» and «Science and development», TGTU, Tashkent - 2011; «Resource- saving, environmentally friendly composite materials», TGTU, Tashkent – 2013, at a scientific seminar in the specialty 02.00.07.-«Chemistry and technology of composite materials» at Scientific council 16.07.2013.K/T.14.01 at Institute of the general and neorganic chemistry, Scientific research center of chemistry and polymeric physics, Tashkent institute of chemical-technology and Tashkent state tehnikal university (11.11.2014).

Publication of results. According to the content of the dissertation it is published 57 works, including one monograph, 31 journal articles 5 of which are published in international journals, received four patents for invention, two inventors certificates, two provisional patents and three utility model patent.

Structure and volume of dissertation. The thesis is set out on 200 pages and consists of an introduction, five chapters, conclusion, bibliography (280 sources), 37 applications. The work contains 91 drawing and 17 tables.

MAIN CONTENT OF DISSERTATION

In composite materials raw (not prepared) pulp is as filler and prepared (ready) continuous fibers, yarns, ribbons, fabrics act as reinforcements. Textile composites are typically formed from dissimilar materials introducing into their structure and other particulate matters in the subsequent processes. Progressiveness of art technology of knitwear production, originality of the properties of materials, widely variable parameters make it possible to create new knitting-reinforced composite materials.

The comprehensive structure of the thesis and research in accordance with the purpose and objectives are presented in Fig. 1.

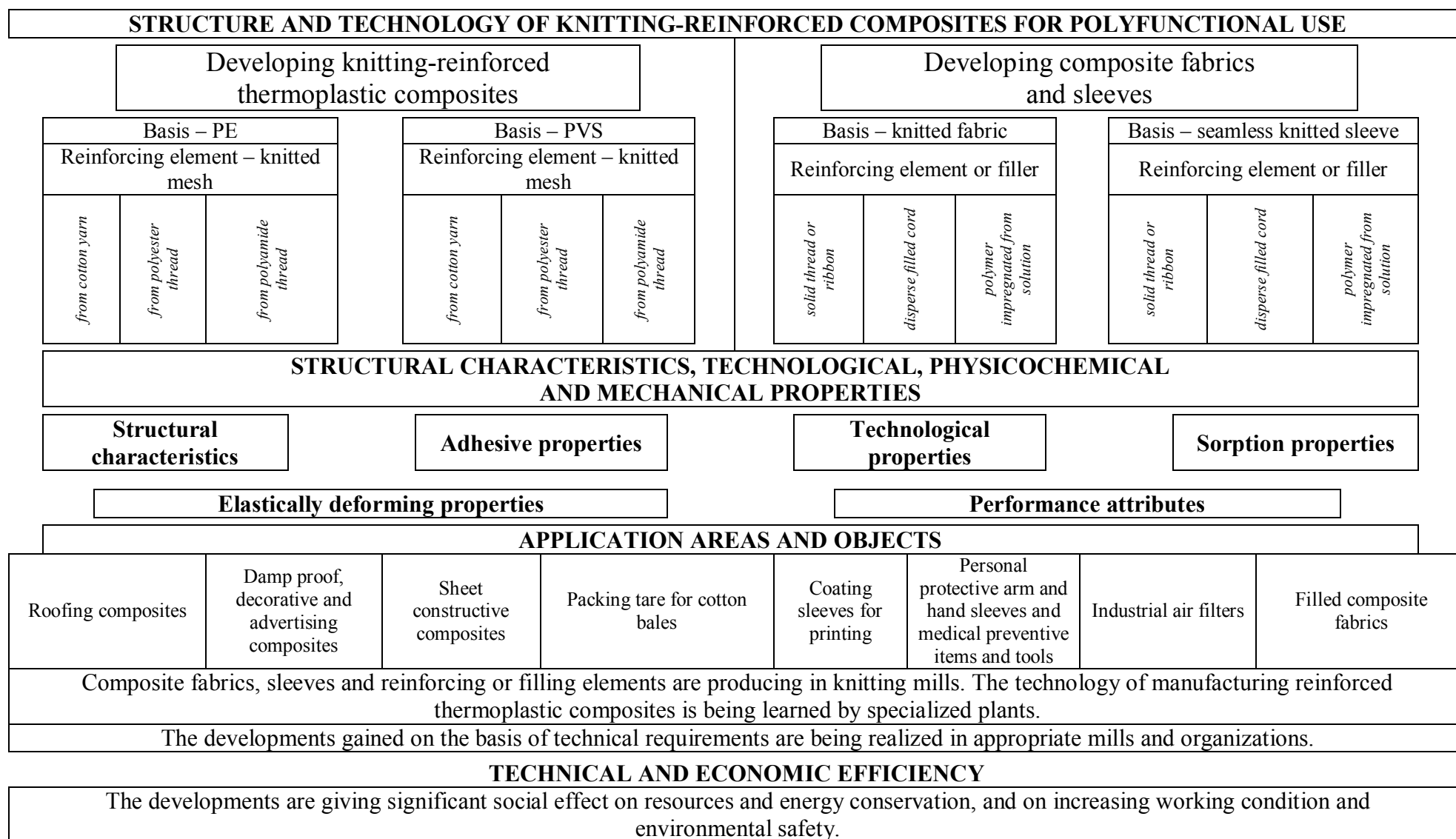


Fig. 1. Comprehensive chart for target setting of the dissertation

The structure of fibrous filler or reinforcing element is the determining factor for the properties of composite materials. The interweaving of fibers characterized obligatory presence of mutually perpendicular systems of threads - the warp and weft. In nonwovens linen fabric has a flat shape and is prepared by lashing, stitching or gluing canvas or web. In knitwear basic element is a loop. Knitted interlacing is divided into cross-knitting and warp-knitting. In the cross knitting - horizontal rows of loops are formed by a single thread, and in warp – by a large number of threads. Depending on the structure in knitting there are group of interlacing: principal (basic), derivatives, pictured (patterned) and combined.

Until this time the filet knitwear which is in the group of patterned interlacing is not used as a reinforcing element of the composite material. Meanwhile, the use of such knitted fabric imparts new properties to the reinforcing composite materials. It appears an opportunity to implement in the composites porosity, mobility structure with nondissolved knitted stitches, elasticity and etc.

The studies analyze complex geometric models, state properties and mobility of knitted fabrics, proved the relationship of orientation of its elements with their properties. It is designed animated, three-dimensional models of the structure in conjunction with mobility or less mobility patterns, as well as methods to predictions of the same.

With the results of the study it is found out that in the process of developing any technical solutions aimed at broadening the range, including knitting-reinforced composite, it is required to find a character of all components to achieve their subordination and complement one another, to achieve overall harmony, leading to the goal, which is the next stem of our work.

Creating knitting-reinforced thermoplastic composites. In developing high quality reinforced composites an important factor is the type of polymer and the structural composition of the reinforcing cage. Fibrous and powdery mass in composites often plays the role of modifying filler. Highly oriented filamentary materials or web-oriented elements are simultaneously reinforcing frame – as filler inside the finished composite.

In practice, it is more popular composite materials, reinforcing element of which is mesh fabric. It is used in the manufacturing of products for industrial purposes, and household items, as they are more resistant to external loads, unlike conventional not reinforced ones.

By using of reinforcing filler the physico-mechanical properties of the polymer composite are improved by several times. However, the mesh fabric has some limitations, especially in sliding of the threads/yarns in the area of crossing the warp and weft, whereby occurs a force resulting in layer breaking. In addition, the gaps of mesh skeleton do not have a monotonous form. In semi-finished sheets by the linear arrangement of two systems of warp and weft threads, there is a possibility to pull the individual threads through the material under the action of small efforts. In formation of the joint the negative properties

of the fabrics – «sliding threads» occurs in composite materials that impairs their performance indicators.

Knitting-reinforced composites is formed on small laboratory setup by heat treatment and duplicating film layers and reinforcing mesh jersey/knitted material disposed there-between.

In selecting the modes of forming knitting-reinforced composite layers it is measured the adhesion strength, change in appearance and size. In the film feed rate of 0.53 m/min it will be in contact with the heat roller for 8-10 seconds. In studies with polyethylene the temperature of heating element was varied in the range of 50-110 °C. At temperatures below 60 °C interlayer binding is almost absent – the layered composite material is delaminating under the action of minor effort. At temperatures above 60 °C polyethylene layers are interconnected. By strength grade of the adhesion and by the appearance of the film it is noted three temperature areas. The first area corresponds to the range of temperature from 60 to 75 °C, at such temperatures it is obtained insufficiently durable composite material. When tear the brakage of polymer layers occurs only on the boundary between the layers. Thickness of the material is the sum of the thickness of the layers, and the linear dimensions of the film are not changed.

The composite obtained at temperatures from 75 to 90 °C, has a high strength. The layers are also broken in the area of contact. A linear dimensions are increased as compared with the dimensions of the preliminary layer, but the increase did not exceed 3%. In observing the area of break layers by a magnifying device it is found that on the surface of the first layer there are traces of another layer in some places. Apparently, in the observed temperature rates the polyethylene is in rubbery state, under the stress of crushing of the rollers it occurs a mutual penetration of macromolecules from one layer to another.

At temperatures of 90 - 105 °C the interlayer adhesion strength is even higher. However, in this mode the linear dimensions vary considerably. Physical condition of the polymer is close to viscous flow, which occurs due to a stretching and decreasing the thickness.

At temperatures above 110 °C the polyethylene becomes viscous state and intensively melts during the passage through the heat roller. When this film is substantially stretched, appears irregularities in thickness and roughness in its surface.

By the results of the research at the rate of passage of layers on 0.53 m/min, the optimum temperature of the heating element was 78 ± 5 °C.

In order to obtain stronger composites with desired performance properties further studies on the development of knitting - reinforced polyvinyl chloride coatings. Received preliminary laboratory samples, research continued in pilot conditions.

In JSC «Ohangaronlinplast» produced sheet roofing composite material on the basis of long-term use of PVC. Roofing composite matrix is a thermoplastic plastic mass containing a vinyl chloride resin, dioctyl phthalic

acid ester, chalk, calcium stearate, and other additives. Reinforcing element is woven fiberglass. A serious drawback are loosing fiberglass filaments and sliding, ease of pulling the interlayer space, lack flexibility, particularly in the transverse direction. In order to address these shortcomings, and relying on the results of studies of laboratory samples, we proposed to use as a reinforcing element knitted mesh weave fillet, which is implemented by subsequent technology.

For all kinds of raw materials, size and geometric shape gleams mesh jersey/knitted fillet material is not dissolved, there are no sliding threads. Due the absence of sliding and loosing threads in sheet and latterly semifinished in knitting - reinforced composite improves weld quality at the edges of the connection.

The process and temperature conditions of formation of knitting - reinforced composite roofing are as follows: load → displacement → plasticization (I zone 175 ± 10 °C; II zone 170 ± 10 °C; III area 165 ± 10 °C; IY area 160 ± 10 °C) → homogenization and degassing (front axle -160 ± 5 °C and rear shaft -165 ± 5 °C) → calendering (1 roller 177 ± 5 °C, 2 roller 175 ± 5 °C, 3 roller 175 ± 5 °C, 4 roller 173 ± 5 °C) → overlap (upper, lower the deformed pre- matrix layer and intermediate reinforcing frame) → stretching (group 1 shaft 160 ± 10 °C, 2 shafts group 155 ± 10 °C; group 3 shafts 150 ± 10 °C) → cutting edges → winding → Forward.

In the process of duplication of composite layers are pressed together over the entire area. At the same time a duplicate device starts to work and as a pulling device. Separately wrapped and directed the lower layer of the polymer matrix and knitted middle mesh continuously unwound and duplicated with the top layer. Under the influence of the temperature of the fourth calender roll and the backup roll tanning two layers of matrix polymer through the holes of the mesh of the reinforcing frame are welded together over the entire area. This forms a solid knitting-reinforced composite.

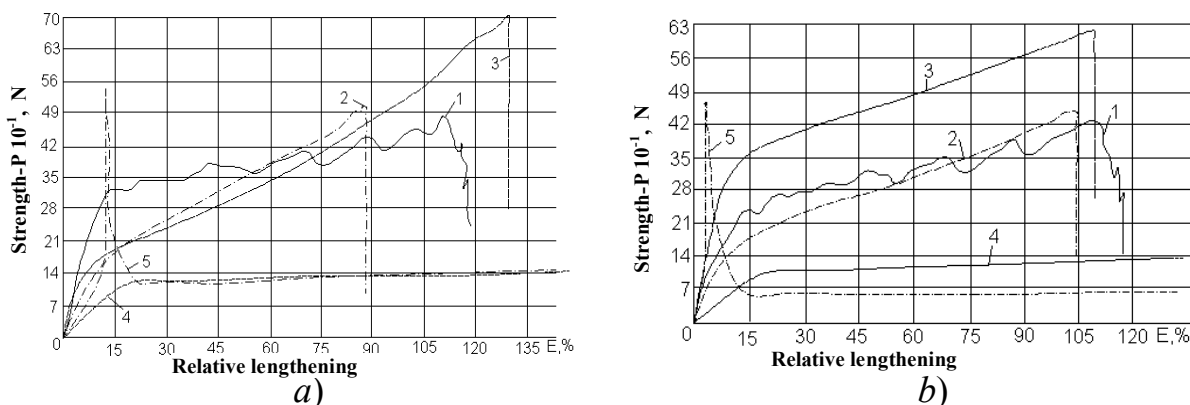
Investigation of the physical and mechanical properties and performance knitting - reinforced composites. To determine the influence of the nature of the reinforcing material investigated reinforcing elements made of woven fiberglass, of knitted mesh with glimpses of the same shape and size, knitted cotton yarn, polyester yarns and cord. In the manufacture of knitted yarn meshes are selected with the same linear density.

When comparing the strength characteristics of the composite fiberglass cloth with the original polyethylene found multiple increase in strength and decrease in elongation several times in different directions. Moreover, the strength in the transverse direction is much less than in the longitudinal. Elongation in the lateral direction is more than three times. The findings suggest that the action of tearing force works fiberglass.

Woven fiberglass is wrapped two beams of warp yarns in the longitudinal direction of the direct beam and weft yarns in the transverse direction. In an effort to straighten the longitudinal threads wrapped due to the presence in them

of twists coil, which is located in between the beam of weft yarns, resulting elongated composite material. Dual beam withstand higher forces. And transversely extending glass strands extremely limited extension, besides they are torn at lower increases the load.

It is studied the strength characteristics of knitting - reinforced plastic composites in which the reinforcing mesh is knitted from cotton yarn, polyester yarn and cord (Fig. 2).



in longitudinal (a) and cross-section (b) direction with a knitted: 1-from a cotton yarn, 2-from a polyester thread, 3-from a caprone thread; 4-without a reinforcing element; 5-with fibreglass

Fig. 2. Strength and relative lengthening of PE composites

The same linear density of threads and the geometrical sizes of gleams of cloths allow carrying out a comparative estimation of cloths various type of fibres. In all cases strength reinforced layers is much more, and the size of relative lengthening in some times is less than in an initial polyethylene layer. The strength from relative lengthening differs with greater smoothness in comparison with a layer reinforced woven fibreglass mesh. In the schedule of dependence reinforced PE the knitted mesh from a cotton yarn observes wavy character of an increment. The given phenomenon speaks adhesion of tips of separate fibres, i.e. components of a cotton yarn.

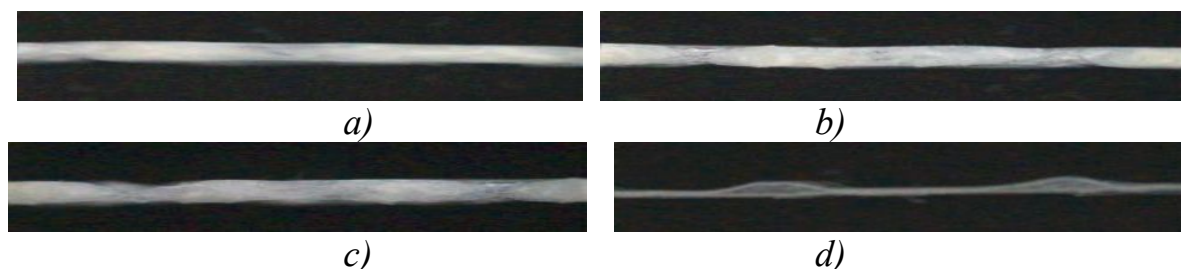
The strength of knitted-reinforced layers in variants of their knitted cotton yarn and polyester threads is less, than layers reinforced woven fibreglass mesh. In addition, the strength of a final material reinforced by caprone jersey knitted material is above than the woven fibreglass mesh. Relative lengthening in all cases knitted meshes is much more than the woven fibreglass mesh.

The total effect of hardening appears preferable in case of reinforcing polymeric layers with a mesh knitted cloth. On temperature of laminating the composite under $60-80^{\circ}\text{C}$ of cotton fiber the yarns remains in crystalloid manner but the polyester and capron threads – in high elastical manner. Though, the manner of polyester threads is near to soft-melt-kind and the manner of capron thrads is near to glass-kind. It is probably influencing to the end result.

Adhesion strength polyester filaments interact with polyethylene arise because of mutual melting polymers, and cotton fiber yarn - due to its hairiness and surface roughness. Adhesion strength nylon yarns interactions are less

strong and polyethylene, but strength at break of the filament of nylon itself is higher than that of other filaments. Hence, depending on the strength of knitting - reinforced composites and of cotton yarn and polyester yarn from elongation have character, correlated with the initial polyethylene.

Optical images of the cross section of reinforced films and coatings show the degree of penetration of the polymer in the reinforcing cage (Fig. 3).



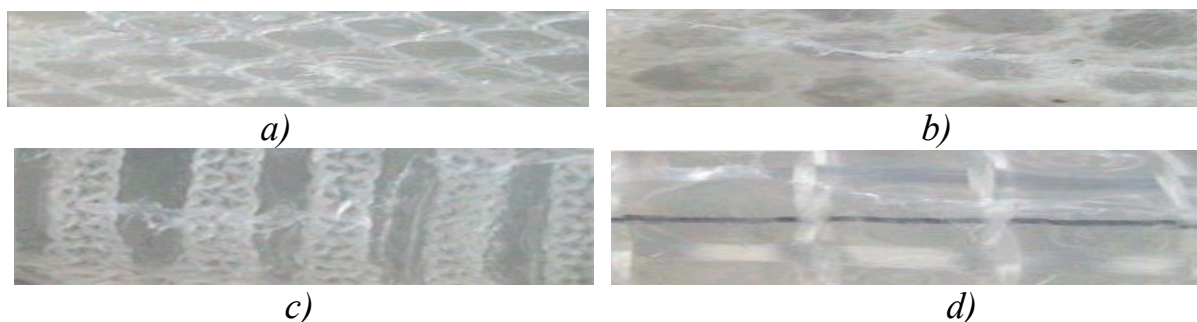
with a knitted net: *a)* from a cotton yarn, *b)* from a polyester thread, *c)* from a caprone thread; *d)* with fibreglass

Fig. 3. Optical images of cross-section of the reinforced PE of coverings

According to the Fig.3 in case of reinforcing the PE with fibreglass the element remains separate from the polymeric layer with a visible interface between components. In case of reinforcing with knitted textile grid on the basis of cotton yarn, caprone and especially polyester filamen the interfaces are imperceptible.

The fused PE gets into internal layers of knitted grid and it is welded, forming almost homogeneous mass. PE is not a polar polymer, and the opportunity of formation of internuclear connections with the substance of the reinforcing element is excluded. In the contact process of the polymer to a surface of the element arises Van der Waals intermolecular interaction. In this case the adsorptive and diffusive processes come on the foreground in the zone of contact. The degree of the diffusive processes depends on time. They are initiated by pressure and the measures of increasing the mobility of a macromolecule, i.e. first of all the temperature.

About the character of adsorptive interactions of the reinforcing element and the polymeric matrix can be judged according to the following images of the interlayer surface (Fig. 4) after their tearing by the tensile-testing machine.

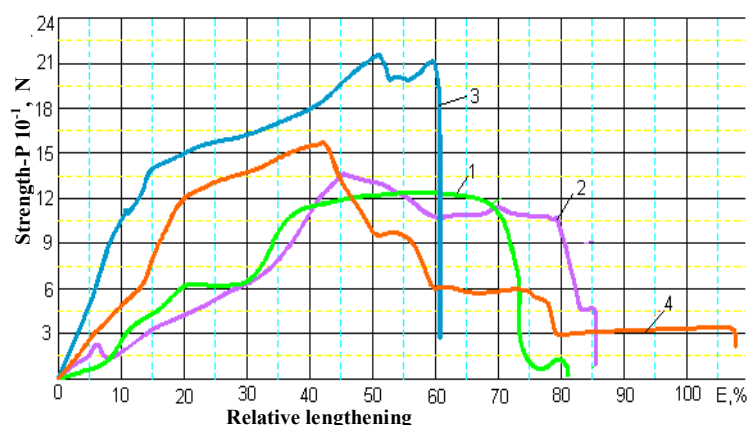


with a knitted net: *a)* from a cotton yarn, *b)* from a polyester thread, *c)* from a caprone thread; *d)* with fibreglass

Fig. 4. Optical images of interface of layers reinforced PE

The fiberglass grid remains in a crystal condition during the process of working the layers and consequently the diffusion and adsorption of even the fused polythene does not occur. Adhesive strength of interaction of polythene with fibers of the cotton yarn arises because of hairiness and roughness of their surface. Adhesive strength of interaction of polyester and caprone threads with PE arise because of mutual adsorption and diffusion as a result of mutual fusion and porous structure of the reinforcing element.

Measure adhesion forces can serve strength by splitting layers, which is shown as a adhesiogram depending delamination strength of the elongation (Fig.5).



1 - with fibreglass; with a knitted net: 2 - from a cotton yarn, 3 - from a polyester thread, 4 - from a caprone thread

Fig. 5. Interlaminar adhesiograms of layered PE materials

Predictably, in layered PE materials the greatest peeling strength is in the reinforced knitted mesh of a polyester thread. And, at the level of 60% of lengthening, the layer is broken off unable to bear the strength of 20N. Yet the cumulative effect of hardening proved advantageous in the case of reinforcement polyethylene composites with knitted mesh of nylon threads.

Caproic reinforced plastic composite knitting mesh has a high and almost the same strength as the longitudinal and transverse directions.

Essentially the elongation of composites affects stretch knit frame. This figure knitting-reinforced composites is 4-6 times less than in the original polyethylene, but an order of magnitude higher than in the composites reinforced with fiberglass.

Averaged values of physical and mechanical properties of reinforced polyethylene composites are shown in table 1.

Table 1 shows that thickness, surface density, strength and relative lengthening at a stretching change with change of the nature of a material of a reinforcing skeleton. The reinforced layer with knitted mesh of cotton yarn has turned out thicker. However, it has the minimal parameters in comparison with others. The reinforced layer with woven fibreglass mesh has the least value of relative lengthening. At break, relative lengthening at a stretching at smaller values of thickness and superficial density the layer reinforced by a knitted mesh of caprone thread has the maximal value of strength PE.

Table 1

Physico-mechanical properties of reinforcing PE coverings

Reinforcing element	Thickness, mm	Strength, H	Conditional strength, MPa	Relative lengthening, %	Yield, g/m ²
woven fibreglass mesh	0,37	530,0	28,60	12,65	223
		472,0	27,52	4,57	
Jersey/knitted material with hexahedral gleam	from cotton yarn				
	0,6	480,0	12,0	118,0	200,3
		420,0	10,50	117,25	
	from polyester thread				
	0,4	510,0	25,50	88,5	198,2
		445,0	22,25	105,0	
	from caprone thread				
	0,4	690,0	34,50	131,0	198,2
614,0		30,70	110,25		
Note: * numerator is longitudinal, denominator cross-section on orientation of a polymeric matrix and formation of reinforcing skeleton.					

It is of great scientific and practical interest deformability of the knitted-reinforced composites in tension, especially during biaxial stretching of the sample. The biaxial stretching can be easily implemented, for example, during bending of thin rectangular plates of a cylindrical surface. Assessment of the state of stress in bending is carried out, as is well known, one of the most important geometric characteristics of the plane section - axial modulus section defined by the relation:

$$W_x = bh^2/6, \quad (1)$$

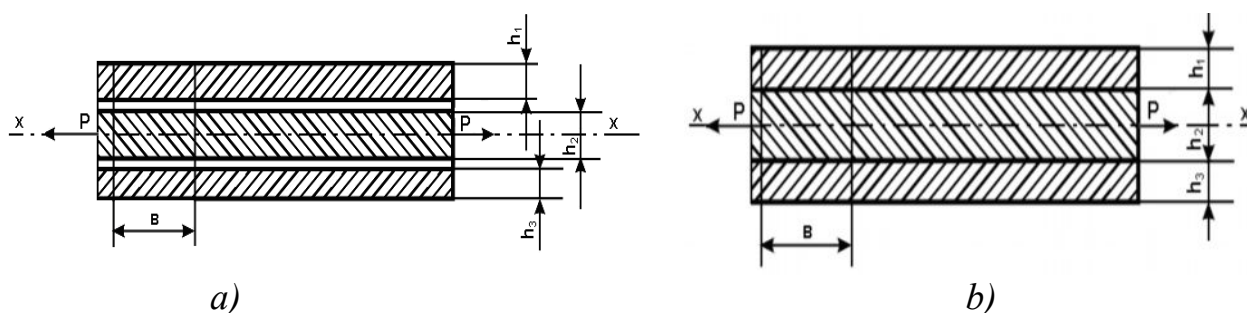
where W is the axial moment of resistance, b is individual width of plate of layered material, h is height in longitudinal section of an element of reinforcing skeleton.

In case of polyethylene with glass fiber reinforcement, the frame remains practically separate from the polymer layer with the apparent surface in the section between the components of the material (Fig. 6 a). Therefore, in determining the total section modulus of the sample should be considered the moment of resistance of each section separately: $\sum W_x = W_1 + W_2 + W_3$,

$$\text{если } h_1 = h_3, \text{ то } W_1 = W_3 \text{ и } \sum W_x = 2W_1 + W_2, \text{ где } W_1 = \frac{bh_1^2}{6} \text{ и } W_2 = \frac{bh_2^2}{6} \quad (2)$$

The layered material on the basis of PE matrix and the reinforcing element from knitted cloth represents a ready monolithic connection formed under action of diffusion and adsorptive processes in a zone of their contact at a mutual fusion. The moment of resistance of section in this case is defined under the formula:

$$W_x = \frac{b(h_1 + h_2 + h_3)^2}{6} \quad (3)$$



a) separate connection; b) monolithic connection

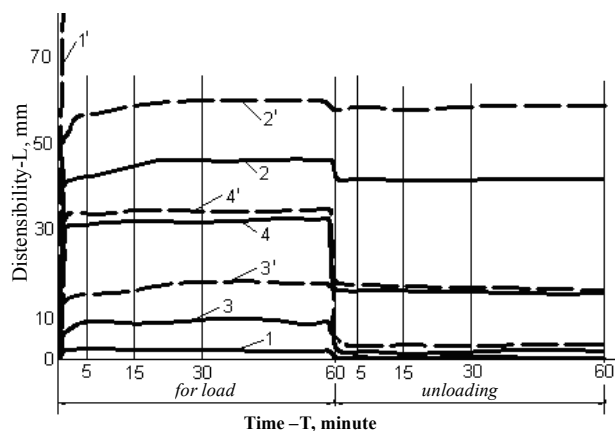
Fig. 6. Longitudinal section of a local area of a polymer composite with reinforcing frame

In order to quantitatively compare the values of the moment of resistance of the section, defined on dependences Equations (2-3), we will make an assumption of an equal thickness of the layers: $h_1 = h_2 = h_3 = h$

$$\Sigma W_x = W_x = bh^2 / 2, \quad (4)$$

$$W_x = 3bh^2 / 2 \quad (5)$$

The comparison of the moments of resistance for considered variants of formation of layered materials shows, that the value W_x in 3 times is more in case of use of the knitted grid as a reinforcing element, than the fiber glass fabric. Accordingly the level of normal pressure σ is decreasing at the bend.



(1-4) in length; (1'- 4') in width,
1, 1'- with glass fiber; with the
jersey/knitted material from:
2, 2'- cotton; 3, 3'- polyester yarn;
4, 4'- caprone yarn

Fig. 7. Charts of relaxation deformation of reinforced plastic composite

From the Fig. 7, we can see the ability to deformation of layered materials as «polymer - mesh cloth» is considerably high, than the not reinforced samples. The sample of reinforced PE with fiber glass fabric on width (1') has the greatest absolute lengthening of 235 mm at a finding under loading within 5 minutes and the further deformation interrupts destruction of the sample. Deformation on length of the sample (1) is insignificant and makes no more than 1mm. This law of kinetic relaxations growth can be explained by a structure of vertically directed two interconnected basic threads. At influence of external longitudinal effort as though wound longitudinal threads are straightened because of presence of leno interlacing.

The comparative analysis of deformation of the reinforced PE shows, that the knitted cloth made of cotton yarn the level of residual deformation is rather

high and makes the most part of full deformation. This law is concerning the samples in two directions.

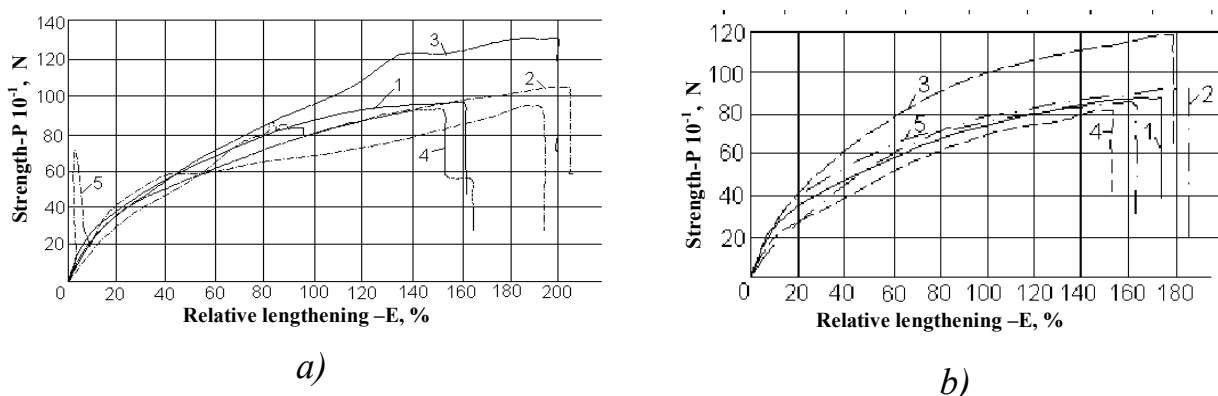
There is a common part for deformation of reinforced PE with polyester and caprone thread, that is almost half of full deformation is residual deformation. This level of residual deformation rather is less, than at deformation of reinforced PE with cotton knitted cloth.

Kinetics deformation relaxations on length and width of the knitted-reinforced samples from cotton yarn, polyester thread, and caprone thread accordingly make difference of value: 25, 100 and 6% respectively. The comparative estimation of deformability of mesh cloths on raw materials sort has shown, that the maximum difference of value of deformation is observed for polyester thread.

Stick-slip nature of the graph of dependence of strength from relative lengthening is revealed at a stretching in longitudinal direction of material reinforced woven fibreglass mesh. The given law has shown, that the maximal strength more than 700N corresponds to relative lengthening of 4% whereas at such lengthening not reinforced PVC layer has strength only 150N. Woven fibreglass mesh, being a strong material, has the limited elasticity and maintains significant breaking strength. However, at certain value there is a breakage. Therefore the maximum point of the plot of sharp decreases in breaking strength.

Further a plot of a bottom-up nature of that evidence on PVC layer. At reinforcing PVC of layered material with a mesh knitted skeleton stress-strain properties noticeably improve in comparison with not reinforced and reinforced woven fibreglass mesh with samples (Fig. 8).

Improvement of strength properties of the compared PVC with woven fibreglass mesh is observed in all samples: accordingly from a cotton yarn, polyester threads and caprone threads in a longitudinal direction 3,1, 9,7, 29,3% and in cross-section 0,1, 5,5, 26,3% respectively. The knitted mesh skeleton having porous structure, strongly contacts with PVC layer.



in longitudinal (a) and cross-section (b) direction with a knitted net hexahedral gleams: 1-from a cotton yarn, 2-from a polyester thread, 3-from a caprone thread; 4-without a reinforcing element; 5-with fibreglass

Fig. 8. Strength and relative lengthening of PVC composites

Strength of the composite with a uniform hexagonal nets of nylon clearance highest (Table 2).

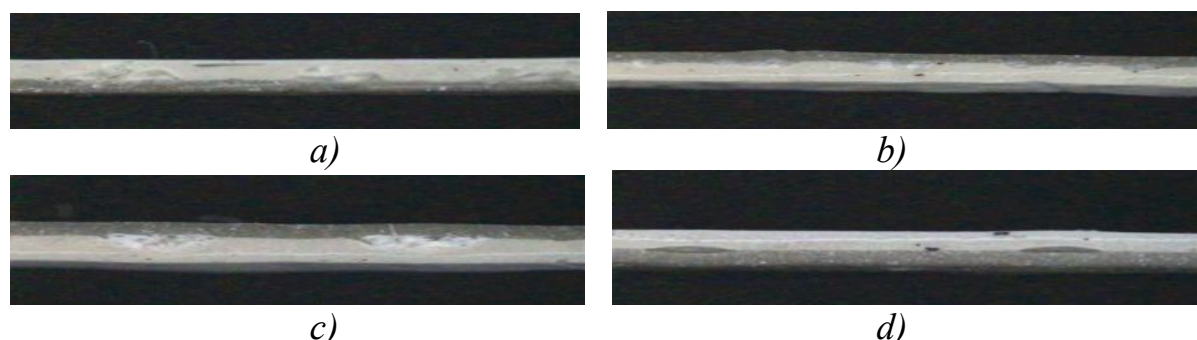
Table 2

Physico-mechanical properties of reinforcing PVC coverings

Reinforcing element	Thickness, mm	Strength, H	Conditional strength, MPa	Relative lengthening, %	Yield, g/m ²
woven fibreglass mesh	1,14	921,0	16,163	195,85	1444,6
		869,10	15,29	172,09	
Jersey/knitted material with hexahedral gleam	from cotton yarn				
	1,45	950,0	13,10	163,5	1485,5
		870,0	12,00	176,09	
	from polyester thread				
	1,30	1020,0	15,60	206,5	1465,3
		920,0	14,10	186,0	
	from caprone thread				
	1,43	1300,0	18,13	200,2	1468,2
		1180,0	16,46	180,0	
Note: * numerator is longitudinal, denominator cross-section on orientation of a polymeric matrix and formation of reinforcing skeleton.					

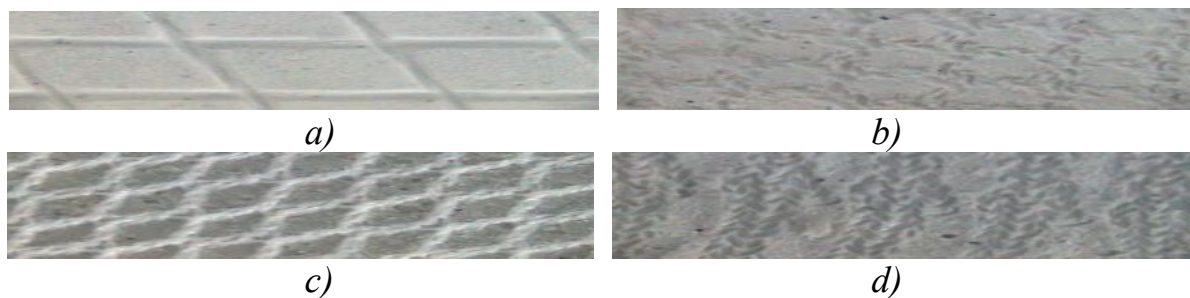
On the mutual penetration of macromolecules and PVC reinforcing frame can be seen in the optical images of a longitudinal section of the composite (Fig. 9) and the interlayer surface after delamination on the tensile testing machine (Fig. 10).

The adsorption and diffusion of macromolecules of the PVC in the fibreglass do not occur. The borders of section between components are precisely visible. The fibreglasses and the PVC chemically are not compatible, besides fibreglass does not melt at the same temperature of processing as of polyvinylchloride. The adhesive strength of interaction of fibreglasses with PVC is too low, even below, than the strength at the delaminating level of the two layers of PVC (Fig. 10).



a) with fibreglass; with a knitted net: b) from a cotton yarn, c) from a polyester thread, d) from a caprone thread.

Fig. 9. Optical images of cross-section of the reinforced PVC of coverings



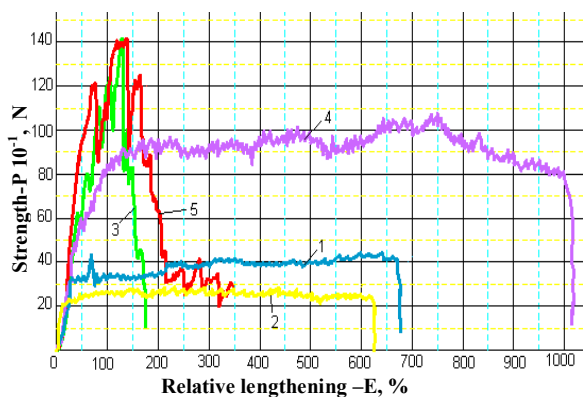
a) with fibreglass; with a knitted net: b) from a cotton yarn,
c) from a polyester thread, d) from a caprone thread

Fig. 10. Optical images of an interface of layered PVC of coverings

Dielectric permeability of PVC is four times higher than PE. Therefore the composite materials with PVC and cellulose and with PVC and polyether, alongside with adsorptive and diffusive processes, get an opportunity of chemical inter-macromolecular interaction. The porous structure of the knitted material promotes adsorption and diffusion of melt PVC in their internal layers that is fixed in optical images (Fig. 9-10).

The adhesive strength of PVC with cotton yarn, probably, amplifies because of occurrence of intermolecular interactions at the level of hydrogen and donor-acceptor bonds. At the thermal processing of PVC polyester threads are in plastic condition that provides their mutual penetration. Caprone contacts with PVC even more. It is because the caprone fibres are in highly elastic condition and because of possibility of intermolecular hydrogen and donor-acceptor bonds occurrence. As a measure of unit of adhesive strength can serve the peeling strength which is represented in the (Fig. 11).

In the reinforced PVC coverings (Fig. 11), the adhesive strength at delaminating process of PVC in case of reinforcing by knitted mesh it has appeared in 4-6 times more than at reinforcing woven fibreglass mesh. Rather smooth character of dependence at greater lengthening testifies uniformity of character of interaction on all area of contact. Most likely, during processing with occurrence adsorptive and diffusive interactions all skeleton is in identical condition. Character of dependence in case of reinforcing with cotton yarn and caprone threads has some extreme excesses. This is testifying to occurrence of diverse interaction between materials.



1 - without a reinforcing element;
2 - with fibreglass; with mesh
jersey: 3 - from cotton yarn,
4 - from polyester thread, 5 - from
caprone thread

Fig. 11. Interlaminar adhesiograms of layered PVC of materials

A comparative study of the complex physical and mechanical properties of PVC reinforced composites reinforced with fiberglass reinforcing element woven and knitted mesh nylon yarns in a production environment of JSC «Ohangaronlinplast» (Table 3).

Table 3

Physical and mechanical properties of composites reinforced PVC

Description	Value	
Type of reinforcing skeleton	Woven fiberglass	Mesh/knitted material
Thickness, mm	1,2±0,2	1,15
Conditional tensile strength in breaking kg power/cm ² in longitudinal direction	160, not less	181
Elongation at break, %	200, not less	225
The air permeability at a pressure 0,08 MPa within 30 seconds	not permeable	not permeable
Water permeability at 2000 mm/water pressure	not permeable	not permeable
Flexibility in bending the sample on the rod with the radius 5 (±0,2) mm at a temperature of – 25°C	There are no cracks and delamination	There are no cracks and delamination
Water absorption, g/cm ²	0,1; not more	0,07
Heat resistance, °C during 24 hours	100, not less	100
Steam/vapor permeability, kg/meter.sec.Pa	0,13·10 ⁻¹² , not more	0,11·10 ⁻¹²
Relative residual elongation, %	80	80
Resistance to static punching during 24 hours at a pressure of not less than 0,001 MPa	no water on the surface of the sample	no water on the surface of the sample

Superiority of indicators of physical and mechanical properties of PVC composites reinforced mesh jersey/knitted material from the regulated to the technical conditions of these materials proved by the results of production tests.

According to the results of studies of production equilateral knitted mesh size of the lumen from 4 to 7 mm and a surface density of 50 to 100 g/m² is recommended for use as a reinforcing frame in the manufacture of a roofing composite based on polyvinyl chloride and on the size of the equilateral clearance of 1.5 to 3 mm and a surface weight of 10 g/m² to 30 for the production of other polymer composites. The shape of the lumen may be a circular or other geometrical shape with facets.

Creation of composite panels and sleeves. Composite blades and sleeves may be a solid carrier base or substrate, e.g., in the processes of industrial emissions mechanical filtration. Capture harmful toxic substances carried in the presence of adsorbents input to the composite material.

Conventional methods to increase the sorption properties of the filter materials - making them of functionally active substances, the usual filling and chemical treatment - leads to a decrease in mechanical properties. Attempts to

improve the mechanical properties - increasing the number of punctures, the binder content of adhesive or stronger fibers in nonwoven webs - accompanied by recession sorption properties.

In order to remove these defects, the technology of composite hoses filled on the bases of knitwear. The essence of the proposed consists of the formation of cellular composite cloth on rib circular knitting machines. Dimensions and parameters of cells are completely adjustable within the technological capabilities of machines, they are formed by alternating individual layers of single stitches and their connecting double series, and to weave crochet coupling between layers in a single cell is fed filler.

The filler may be a heterogeneous porous tape, the volume yarn or a knitted of the composite cord, previously filled fibrous or particulate material. This decision of particular interest a wide range of raw composite sleeve, especially the filler (fibrous or disperse) and the formation of solid tubular shape that virtual unattainable in weaving.

Approbation of the method of forming fibrous or particulate-filled composite knitting-filled sleeves when using cord carried out in stages. Previous in circular strip knitting machines with small diameter composite knitted cord, filled simulating fibers, granules or powdery substances (activated carbon, Al_2O_3 , etc.). Next carried knitting seamless composite filled sleeves rip circular knitting machines.

Imparting chemisorbed ability composite webs possibly in the presence of the filler- bulk yarn produced from fibers of reactive copolymers. Reactive copolymers based on acrylonitrile, N-vinylsuccinimide, N-vinylpyrrolidone, N-vinylcaprolactam are tertiary nitrogen atom with an unshared pair of electrons and a carbonyl group capable of coordinating reacted with various substances. Lactam ring of these compounds makes them thermally and heat resistance, undergoes chemical modification by opening and formation of carboxyl and amine groups. Therefore, they are both anionic and cationic chemisorbents. Found that in the presence of compositionally filter element, the filler increases the strength characteristics and sorption capacity increases in leaf 2 - 2.5 times.

Considering the needs of industrial enterprises in the sleeve composites small diameter, as separate principles of creation of composite hoses and product on circular knitting machines.

Created new seamless composition-filter sleeves of uniform cross-section and variable cross-section, sleeves, cover sleeve, including a universal proportionality in width for rolling shaft dampening offset printing machines such as «Romayr», «Dominant» and «Planet.»

A development knitting-composite product begins with the design of technological parameters. Process parameters and flow rates per unit of raw material products are the main determinants of the cost of production. Design features of the technological parameters of materials and products considered with the use of computer technology, in particular, systems programming «Microsoft EXCEL», Borland Delphi 7 and others.

Research of operational properties of knitted-reinforced composites.

The basic properties of knitted-reinforced composite paintings and sleeves are running characteristics and they usually determine their use.

Physical-mechanical properties of composite paintings mainly depend on the type of raw materials, weave, technological parameters and all these factors determine their operational properties.

Table 4

The value of the initial resistance of composite paintings constant air stream when the air flow rate is 30 l/min

Variant	Non finished					Finished				
	Indication of micromanometer, graduation			Resistance, Pa	Holding capacity*, %	Indication of micromanometer, graduation			Resistance, Pa	Holding capacity*, %
	P ₀	P ₁	P	P _c	3	P ₀	P ₁	P	P _c	3
1	4	9	5	10	97,73	4	12	8	16	98,36
2	4	9	5	10	92,5	4	10	6	12	93,8
3	4	5	1	2	81,9	4	6	2	4	85,46
4	4	14	10	20	97,66	4	17	13	26	98,73
5	4	17	13	26	99,04	4	22	18	36	99,5
6	4	16	12	24	99,15	4	19	15	30	99,8
7**	4	17	13	26	98,6	4	22	18	36	98,94
8	4	6	2	4	91,6	4	7	3	6	92,45

Note: *According to the GOST 17804-72 – it has been used industrial dust, containing not less than 15% of the particles with less than 10 microns; with air flow V=30 dm³/min and an average concentration of the dust C_{кф}=150 mg/m³; **for knitted fabrics impregnated with polivinilsuktsinimid the resistance was 54 Pa, holding capacity of 95.2%.

Research shows that the composition of the canvas width less longer than the length, in connection with the presence of highly oriented fillers. The difference between the indices finished and harsh paintings due to the shrinkage in the process of finishing. The pressure drop in the harsh and decorated samples increases, in fact, proportional to the time of filtration.

It is established that finish in all variants of samples increases the value of the initial resistance. Such a pattern is observed for almost all samples and with higher filtration efficiency. This phenomenon is explained by the shrinkage of the constituent fibers and threads Jersey/knitted material that, in turn, is accompanied by a reduction of porosity and the growth of the resistance.

The growth of the values of the initial resistance finished samples of appropriate options were in%: 1 - 60, 2 - 20, 3 - 50, 4 - 30, 5 - 40, 6 - 25, 7 - 40 and 8 - 50, and the growth of resistance dusty flow in time increased in the finished canvases: 3 - 10, 8 and 5 times; 4 - 30, 7 - 25%, and 8 - 2,5 times.

Resource filtration characteristics of experimental samples of options 1, 5, 6 and 7 with the best results in retention, studied for a longer time filter (Fig.12). For the same samples regularities of the increment resistance from dust capacity (Fig. 13).

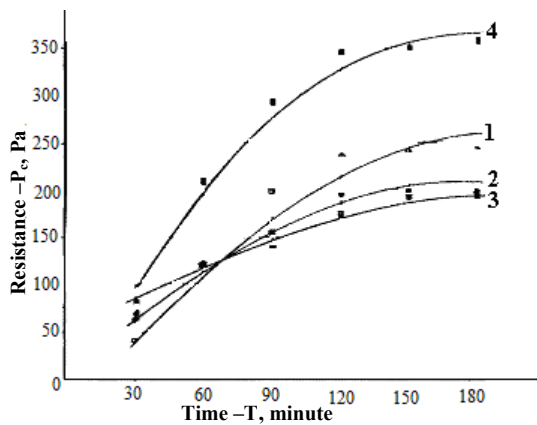


Fig. 12. Depending resistance of composite paintings dusty flow in time

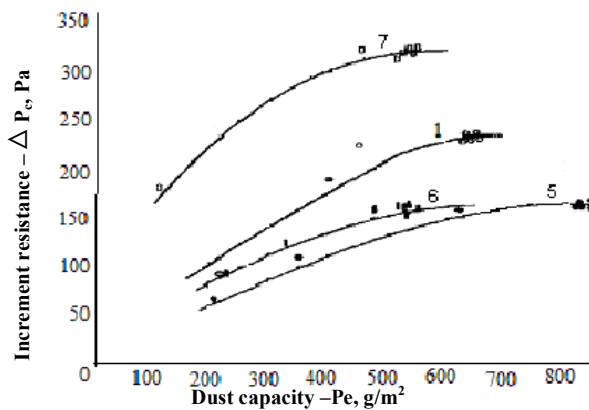


Fig. 13. Depending increment of the resistance of composite paintings from dust capacity

1, 5, 6, 7 - relevant options

It is established that the value of initial resistance knitted composition paintings, mostly depends on their air permeability, connected with the structure of Jersey/knitted material and to specific properties of the filler. After a time the porous structure of composite Jersey/knitted material is filled, the growth of resistance to stabilize. At regeneration the dust is removed only from the upper layer, as in the porous structure of the Jersey/knitted material partially covered with dust in the intermediate layers, which positively affects the filtering process, no re cleaning and it is dignity in contrast fabrics.

By results of researches it is established, that the composition of a cloth or sleeve is used as:

- durable composite bag liner for mechanical filtration;
- adsorption composite sleeve, catching of harmful toxic substances, impurities of exhaust gases in the presence of adsorbents (input impregnation, coating the surface, the introduction of the inside, as a filler);
- flexible packet filter element for installations in industrial and domestic premises;
- filtering compositional element for cleaning solutions containing bio or chemical active substances and ions, with appropriate sorbents in structure;
- bearing frame catalysts in the formation of bases of special raw materials (acid, alkali-resistant, and so on), and filler - from granulating or dispersed substances;
- particulate-filled flexible composite element for the protection of Museum exhibits and other;
- technical composition paintings and sleeves used when sewing special clothing and forming waterproof coating materials and other.

It is established, that in each case of use of the end product, it is advisable to consider the kind of raw material of the individual layers of connective series, filler, their thermal stability, chemical resistance to alkali and acids, oxidizing agents, solvents, etc.

CONCLUSION

1. Scientifically founded the possibility of applying of the net, filled and reinforced structures when creating knitted composite materials of polyfunctional purposes. Designed geometrical model of the state structure and methods of optimizing the mobility of knitted material.

2. Developed the concept of a knitted-reinforced composites with required properties. Based on composite sleeve created new seamless coverage for offset printing machines, sleeves, filters, containers for packing of bales of cotton products and etc.

3. It is determined the creating features of adsorption filled knitted composites with dispersed and fiber reactive polymers, including through further modification. It is developed the methods of optimizing technological parameters and operational properties of knitted material composites.

4. It is determined the dependence of the properties of reinforced composites on the nature of the material, geometric dimensions of the strengthening of the structural elements, chemical compatibility and ways of formation. The samples with improved durability and adhesion properties on the basis of net jersey.

5. Durable binding polyester and nylon thread with polyvinylchloride contributes to finding them highly elastic or viscous-flow condition, you may experience of intermolecular hydrogen and donor-acceptor relations, adsorption and diffusion matrix inside jersey/knitted material because of its porous structure.

6. Comparative analysis of reinforced composites showed that the most effective is knitted mesh is made of nylon thread, especially with clearance of oval form. Highly oriented elements woven fiberglass easily removed from sheet material. The advantage jersey knitted material implemented due to the solid structure, strength with a simultaneous elasticity of nodes matching glass transition temperatures and melting of the material of the frame and polymer adhesive strength and adsorption interaction forces. Under the action of an explosive efforts polymer composite behaves as a solid material.

7. Net knitwear from caprone thread embedded in the technology roofing composite on the basis of PVC. It is developed regulated technology of production of knitted-reinforced composites with improved physical-mechanical properties.

8. Introduction of the developed technological solutions gives significant social and economic effect expressed in rational use of raw materials, energy resources, as well as in the improvement of working conditions and environmental safety.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (I часть; I part)

1. Рахимов Ф.Х. Основы разработки конструкций и технологий трикотажно-армированных полифункциональных композитов. «Yangi asr avlodi», - Тошкент. 2013 г. –Б. 190.
2. Абдусаматова Д.А., Ибрагимов А.Т., Абдурахманов С.С., Рахимов Ф.Х., Рафигов А.С. Сополимеризация акрилонитрила с N-виниловым мономером при пониженных температурах // Уз.Р ФА маърузалари – Тошкент, 1993. - №9. - Б. 38-39.
3. Абдурахманов У.Н., Рафигов А.С., Рахимов Ф.Х., Абдурахманов С.С., Тимбеков Э., Исмаилов И.И. Донорно-акцепторный механизм процессов полимерообразования гетероатом содержащих виниловых мономеров // Ўзбекистон кимё журнали. –Тошкент, 1994. - №5, -Б. 59-62.
4. Абдурахманов У.Н., Рахимов Ф.Х., Рафигов А.С., Исмаилов И.И., Икрамов Ш.Р., Аскарлов М.А. Фильтрующие трикотажные поверхности и композиционные материалы на их основе // Уз.Р ФА маърузалари – Ташкент, 1997. - №2. - Б. 42-43.
5. Абдурахмонов У.Н., Рахимов Ф.Х., Рафигов А.С. Создание фильтрующего композиционного трикотажа с использованием сополимеров, содержащих функционально активные группы // Ўзбекистон кимё журнали. –Тошкент, 1997. - №1. - Б. 36-38.
6. Рахимов Ф.Х., Икрамов Ш.Р., Икрамов Д.Ш. Особенности процесса петлеобразования в условиях смещения риппшайбы // Известия ВУЗов технических наук. –Тошкент, 2002. - №1. - Б. 42-44.
7. Раҳимов Ф.Х., Усмонқулов Ш.К., Икрамов Ш.Р. Трикотаж асосидаги енгсимон филтрлар // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2002, - №1, - Б. 35-37.
8. Усмонқулов Ш.К., Рахимов Ф.Х., Ганиев Т.А., Жукова А.Ю. Ясси игнадонли фанг машиналарда филтрловчи маҳсулотларни олиш // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2003, - №1, - Б. 30-33.
9. Байдуллаев Ш.К., Тожибаев А.У., Раҳимов Ф.Х. Трикотаж маҳсулотларини ноанъанавий усулда чиқиндисиз технологиялар асосида олиш // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2004. - №3. – Б. 32-35.
10. Рахимов Ф.Х. Гибкие рукавные трикотажные фильтры и их применение // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2004. - №4. – Б. 32-35.
11. Рахимов Ф.Х., Ким С.В., Алишев Ш. Малорастяжимый трикотаж и закономерность взаимосвязи его элементов // Тўқимачилик муаммолари. – Тошкент, 2005. - №4. - Б. 34-37.
12. Мирзаев Н.Б., Рахимов Ф.Х., Рафигов А.С. Разработка конструкции установки для получения слоистых композиционных материалов с трикотажным наполнителем // Композиционные материалы. –Тошкент, 2005. - №4. - Б. 62-63.

13. Рахимов Ф.Х., Рафиков А.С., Аскарлов М.А. Толали ва дисперс тўлдирғичли адсорбцион композицион енг // Композицион материаллар. – Тошкент, 2006. - №4. - Б. 13-16.
14. Рахимов Ф.Х. Новые рукавные фильтры для улучшения условий труда и экологической безопасности // Тўқимачилик муаммолари. – Тошкент, 2006.-№1. –Б. 54-58.
15. Рахимов Ф.Х., Рафиков А.С., Аскарлов М.А. Сорбционные композиционно-фильтрующие рукава с волокнистыми и дисперсными наполнителями // Химические волокна. – Мытищи, 2007. - №1. - Б. 39-40.
16. Рахимов Ф.Х., Мирзаев Н.Б., Рафиков А.С., Улугмуродов А.Н. Интеграция возможности развития основовязального производства трикотажной отрасли // Тўқимачилик муаммолари. –Ташкент, 2007. - №2. - Б. 45-48.
17. Рахимов Ф.Х., Мирзаев Н.Б., Рафиков А.С., Мергенбаева С.У. Листовой композиционный кровельный материал с трикотажным наполнителем // Уз.Р ФА маърузалари –Тошкент, 2007. - №2. - Б. 65-67.
18. Рахимов Ф.Х. Бесшовные композиционно – фильтрующие рукава // Сборник известий. - Гянджа, 2007. - №28. - Б. 61-63.
19. Рахимов Ф.Х., Олимов А., Мамирова Н.Т. Ускоренный способ проектирования параметров структуры трикотажных полотен с применением компьютерной технологии // Тўқимачилик муаммолари. – Тошкент, 2008. - №1. - Б.42-45.
20. Рахимов Ф.Х. Взаимосвязи элементов структур малорастяжимого уточного трикотажа // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2008. - №1. - Б. 46-49.
21. Рахимов Ф.Х., Мирзаев Н.Б., Рафиков А.С. Полимерные покрытия и пленки, армированные сетчатым трикотажным полотном // Пластические массы. – Москва, 2008. -№9. – Б. 49-51.
22. Рахимов Ф.Х. Способ получения композиционных материалов на базе трикотажа // Текстильная промышленность «Научный альманах». – Москва, 2008. - №7-8. - Б. 40-42.
23. Рахимов Ф.Х. Фильтрующие свойства трикотажных полотен комбинированно-уточных кулирных переплетений // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2008. - №2. -Б. 60-64.
24. Рахимов Ф.Х. Технический трикотаж и перспективы его применения // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2008. - №4. – Б. 40-43.
25. Рахимов Ф.Х. Анализ уравниваемости структуры поперечно-вязанных комбинированных или двухслойных уточных переплетений // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2009. - №1. – Б. 21-25.
26. Байдуллаев Ш.К., Икромов Д.Ш., Рахимов Ф.Х., Мамирова Н.Т. Разработка бесшовных рукавов малого диаметра для полиграфии // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2009. - №2. – Б. 35-37.
27. Рахимов Ф.Х., Федорченко И.В., Рафиков А.С., Шин И.Г. Адгезионные и деформационные свойства полимерных слоистых

материалов на основе полиэтилена // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2010. - №1. – Б. 33-39.

28. Рахимов Ф.Х., Шин И.Г. Особенности деформирования пленочных материалов, армированных сетчатыми полотнами // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2010. -№3. – Б. 35-38.

29. Усманкулов Ш.К., Рустамов М.К., Рахимов Ф.Х., Каримов М.М., Усмонов М.Х. Формирования цельновязанных трикотажных нарукавников на основе безотходной технологии из модифицированного полиакрилонитрила // Композицион материаллар. –Тошкент, 2011. - №1. – Б. 32-34.

30. Рахимов Ф.Х., Шин И.Г., Мардонов Б.М., Усмонкулов Ш.К. Деформируемость и подвижность структуры трикотажа // Тўқимачилик муаммолари. –Тошкент, 2011. - №1. – Б. 81-83.

31. Рахимов Ф.Х. Особенности процесса петлеобразования двухслойного, комбинированного уточного переплетения // Текстильная промышленность «Научный альманах». – Москва, 2010, том 3, - Б.50-52.

32. Rakhimov Farhod Hushbakovich, Mazhar Hussain Peerzada and Rafikov Adham Salimovich. Adhesive and Stress-Strain Properties of the Polymeric Layered Materials Reinforced by the Knitted Net. Mehran Universitu Research Journal of Engineering & Technology, Volume 31, No. 4, October, 2012 [ISSN 0254-7821].

33. Рахимов Ф.Х., Каримов К.Ш., Зупаров Р.О., Корабельникова Т.А. Кругловязанная тара для укаковки кип хлопковой продукции. Под руководством К.Жуманиязова // Тўқимачилик муаммолари. – Тошкент, 2012. - №4. – Б. 60-64.

34. Рахимов Ф.Х., Шин И.Г., Каримов К.Ш., Гуляев Р.А. Расчетно – экспериментальный метод определения размеров вязанных рукавных упаковочных оболочек. Под руководством К.Ж.Жуманиязова // Проблемы текстиля. Т.: 2013. - №4, – С. 56-59.

Патентлар (патенты; patents)

35. Патент UZ №1046. Фильтр ва уни яратиш усули / Раҳимов Ф.Х., Икромов Ш.Р., Мирзаев Ф.И. // Расмий ахборотнома. - 1994. - №2.

36. Патент UZ №943. Фильтрловчи енгча / Раҳимов Ф.Х., Икромов Ш.Р., Инамжанов И., Мирусмонов Б.Ф. // Расмий ахборотнома. -1994. - №2.

37. Патент UZ №944. Қатламли материал / Раҳимов Ф.Х., Икромов Ш.Р. // Расмий ахборотнома. -1994. - №24.

38. Патент Российской Федерации №2085396. Слоистый материал / Рахимов Ф.Х., Икромов Ш.Р. // Б.И. - 1997. - № 21.

39. Фойдали модел патенти UZ №FAP 00476. Манжетли фильтрловчи енг / Раҳимов Ф.Х., Икромов Д.Ш., Байдуллаев Ш.К. // Расмий ахборотнома. - 2009. - №7.

40. Фойдали модел патенти UZ №FAP 00426. Қатламли композицион материал / Раҳимов Ф.Х., Икромов Ш.Р., Рафиков А.С., Мирзаев Н.Б., Арипджанов Э.Ю., Асқаров М.А. // Расмий ахборотнома. - 2008. - №12.

41. Фойдали модел патенти UZ №FAP 00784/ Пахта маҳсулоти тойларини қадоклаш учун қоп. Жуманиязов К.Ж., Раҳимов Ф.Х., Каримов К.Ш., Гуляев Р.А., Зупаров Р.О., Юлдашев Д.А. ва Усманкулов Ш.К. // Расмий ахборотнома. - 2013. - №1.

II бўлим (II часть; II part)

42. Раҳимов Ф.Х. Армированная полиэтиленовая пленка на трикотажной основе // Тез. докл. межвуз. конф. молодых исследователей. – Тошкент, ТТЕСИ, 1989. – Б. 97.

43. Раҳимов Ф.Х., Икрамов Ш.Р., Миртолипов М. Установка для армирования пленочного материала // Проблемные вопросы механики и машиностроения: Тез. докл. Респ. науч. конф. - Тошкент. ТТЕСИ, 1993. – Б. 91.

44. Раҳимов Ф.Х., Чориев О., Икрамов Ш.Р. Композиционный материал на трикотажной основе // Тез. докл. научно-практ. конф. - Тошкент. ТТЕСИ, 1996. – Б. 40.

45. Раҳимов Ф.Х., Ким С.В. Малорастяжимый тканоподобный материал на основе трикотажа // Сб. материалов международной конф. - Иванова 2004. – Б. 218.

46. Раҳимов Ф.Х., Мирзаев Н.Б., Рафиқов А.С. Трикотаж тўлдирғичли қатламли композицион полимер материаллар // «Фан ва тараққиёт» ИТК 25 йиллигига бағишланган Респ. анж. - Ташкент. ТДТУ, 2005. – Б. 147-148.

47. Раҳимов Ф.Х., Мирзаев Н.Б., Рафиқов А.С. Слоистые композиционно полимерные материалы // Пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил ва матбаа саноатларининг долзарб муаммолари: Респ. Илмий-амал. конф. 2 Қ. «Текстиль-2006». - Тошкент. ТТЕСИ, 2006. - Б. 214.

48. Раҳимов Ф.Х. Армированные слоистые полимерные композиты // Сб. научных статей международной научно-практической конф. «Инновация-2007», - Тошкент. ТДТУ, 2007. – Б. 211.

49. Абдурахмонов У.Н., Раҳимов Ф.Х., Рафиқов А.С. Сополимеризация виниловых мономеров на поверхности твердых тел // Сб. научных статей межд. научно-практической конф. «Прогресс-2008», - Иванова. 2008г., - Б. 243.

50. Раҳимов Ф.Х. Енгсимон техник трикотаж ва ундан фойдаланиш // Респ. илмий-ама. конф. тўплами - Бухоро. БухООваЕСИ, 2009. – Б. 101-102.

51. Раҳимов Ф.Х., Мирзаев Н.Б., Рафиқов А.С. Армированные слоистые полимерные материалы. Сб. «Инновационные разработки высших образовательных учреждений». – Тошкент. 2008. – Б. 142-143.

52. Раҳимов Ф.Х., Мухторова Н.Ф., Рафиқов А.С., Аскарлов М.А. Наполненные трикотажные композиты // Новые композиционные материалы на основе местного и вторичного сырья. Халқаро ИТК, «Фан ва тараққиёт». - Тошкент. ТДТУ, 2011. – Б. 261-263.

53. Раҳимов Ф.Х., Мирзаев Н.Б., Рафиқов А.С., Аскарлов М.А. Адгезия трикотажного наполнителя с поливинилхлоридными // Новые

композиционные материалы на основе местного и вторичного сырья: Тез. док. межд. НТК, «Фан ва тараккиёт». - Ташкент. ТГТУ, 2011 – Б. 111-113.

54. Каримов М.М., Рустамов М.К., Рахимов Ф.Х., Усманкулов Ш.К., Рустамова Н.М. Трикотажные материалы на основе модифицированного полиакрилонитрила, обладающие антибактериальной активностью // Сб. научных трудов «Пластмассы со специальными свойствами», под общей ред. Доктора хим. наук, проф. И.А.Лаврова. Санкт-Петербург. Изд. «Профессия». 2011. – Б. 254-257.

55. Шомансурова Х., Вохидов А.Я., Усманова Б.Р. Перспективы применения рукавных изделий из трикотажно-композиционных материалов, как средство индивидуальной защиты рук по профилактике профессиональных дерматозов. Мате. Респ. НТК конф. «Актуальные проблемы гигиены и санитарии в Узбекистане» Тошкент, НИИСГПЗ, 2012, 20 апрель.

56. Рахимов Ф.Х., Сосновский Ю.С., Вахидов А.Я., Аскарлов М.А. Цельно вязаное средство индивидуальной защиты рук для профилактики профессиональных дерматозов. Сб. Респ. НПК. «Ўзбекистонда енгил саноатни инновациялар асосида ривожлантиришнинг долзарб масалалари». Ташкент, ТИТЛП-2012, 29-30 ноябрь.

57. Вахидов А.Я., Рахимов Ф.Х., Усманова Б.Р. Изучение состояния кожных покровов работающих на производстве «Нитрон» с целью разработки средств индивидуальной защиты. Мате. Респ. НТК конф. НИИСГПЗ, - 2013. 4-5 октября.

Автореферат «Ўзбекистон кимё журнали»
тахририятида тахрирдан ўтказилди (15.11.2014 йил).

Подписано в печать ____ .11.2014 г. Формат 60x84.^{1/16}
Гарнитура «Таймс». Печ.лист 6. Тираж 100 экз. Заказ № ____.
Отпечатано в типографии ТИТЛП.
г.Ташкент, ул. Шахжахон 5.

