

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ
ИЛМий КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

ИГАМБЕРДИЕВ БУНЁД ГАЙРАТОВИЧ

**ГИПС ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ЧИҚИНДИЛАРИ АСОСИДА
КОМПОЗИЦИОН ЛИСТ ТАРКИБИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА
ҚЎЛЛАШ**

05.09.05 - "Қурилиш материаллари ва буюмлари" мутахассислиги

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент 2021

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

Игамбердиев Бунёд Гайратович

Гипс ва кишлоқ хўжалиги чиқиндилари асосида
композицион лист таркибини ишлаб чиқиш ва кўллаш.....3

Игамбердиев Бунёд Гайратович

Разработка состава и применение композиционного
листа на основе гипса и сельскохозяйственных отходов..... 19

Igamberdiev Bunyod Gayratovich

Complex modified concrete with
improved performance properties37

Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works42

**ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 26/30.12.2019.Т.11.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

ИГАМБЕРДИЕВ БУНЁД ГАЙРАТОВИЧ

**ГИПС ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ ЧИҚИНДИЛАРИ АСОСИДА
КОМПОЗИЦИОН ЛИСТ ТАРКИБИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА
ҚЎЛЛАШ**

05.09.05 - "Қурилиш материаллари ва буюмлари" мутахассислиги

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент 2021

Техника фанлари буйича фалсафа доктори (PhD) диссертация мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Махкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.2.PhD/Т1224 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетига бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tstu.uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Адилходжаев Анвар Ишанович техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Касимов Эркин Умаралиевич техника фанлари доктори, профессор
	Юсупов Хамза Ибадович техника фанлари номзоди, профессор
Етакчи ташкилот:	Наманган муҳандислик-қурилиш институти

Диссертация ҳимояси Тошкент архитектура-қурилиш институти ҳузуридаги DSc 26/30.12.2019.т.11.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил 28 декабр соат 10⁰⁰ да Архитектура факультетининг мажлислар залида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент ш., Абдулла Қодирий кўчаси 7в-уй. Тел.: (99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00; e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atmt@edu.uz)

Диссертация билан Тошкент архитектура-қурилиш институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 68 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100084, Тошкент ш., Кичик Халка йули кўчаси 7-уй. Тел.: (99871) 232-43-30 факс: (99871) 234-15-11, e-mail: taqi_atmt@edu.uz). факс: (99871) 241-80-00; e-mail taqi_atmt@edu.uz).

Диссертация автореферати 2021-йил « 13 » декабр куни тарқатилди.
(2021 йил « 18 » ноябр даги 7 рақамли респстр баённомаси).



Х.А.Акрамов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

А.Т.Хотамов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий кенгаши, т.ф.д., доцент

Б.Аскарлов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
кошидаги семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ(фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аниотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳон қурилиш саноатининг жадал ривожланиши энергия тежамкор, экологик тоза ва арзон юпка деворли қоплама буюмларга бўлган талабни кескин ошишига олиб келмоқда. Бу борада, боғловчи сифатида гипс каби арзон ва экологик тоза материаллардан фойдаланиш, қайта тикланадиган хом ашё турларига ўтиш, энергия тежамкор технологияларни самарали қўллаш ҳамда мавжуд ишлаб чиқариш жараёнларини такомиллаштириш масалалари етакчи ўринни эгаллаган. Германияда ўсимлик толалари асосида ишлаб чиқариладиган пардозбоп қоиламалар ҳажми йилига ўртача 10 000 минг м² га ортиб келмоқда. Шу жиҳатдан, бугунги кунда дунёнинг АҚШ, Франция, Хиндистон, Хитой ва Россия каби давлатларида қишлоқ хўжалиги чиқиндилари ҳамда турли боғловчилар асосида янги қурилиш материаллари ва буюмлари яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда гипс асосидаги юпка деворли қопламаларни турли мустаҳкамловчи материаллар ёрдамида эксплуатацион кўрсаткичларини оширишга қаратилган кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада пардозбоп буюмларни қайта тикланадиган табиий, сунъий минерал ва синтетик органик толалар ёрдамида дисперс мустаҳкамлаш орқали зарбга чидамлилигини ошириш, текстиль ёки фибралар ёрдамида йўналтирилган мусатҳкамлаш орқали эгилишдаги мустаҳкамлик кўрсаткичини, мато ёки қоғоз ёрдамида қоплаш йўли билан эса хизмат муддатини ошириш ҳамда турли кимёвий қўшимчалар билан ишлов бериш орқали уларга намга, сувга, оловга бардошлилик хусусиятларини бериш усулларига алоҳида аҳамият берилмоқда.

Республикамизда ишлаб чиқаришни техник ва технологик модернизация қилиш, иқтисодиётнинг энергиясигимдорлигини ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергиятежамкор технологияларни кенг жорий этиш, импорт маҳсулотларни маҳаллийлаштириш ва экспорт салоҳиятини ошириш бўйича кенг қўламли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Юртимизда «...2030 йилга қадар ялпи ички маҳсулот ҳажмини 2,5 баравар кўпайтириш, ...“яшил иқтисодиёт”га ўтиш стратегиясини ҳаётга тадбиқ этиш орқали иқтисодиётнинг энергия ва ресурс сигимдорлигини қисқартириш, ишлаб чиқаришга тежамкор технологияларни кенг жорий қилиш, қайта тикланувчи технологиялардан фойдаланишни кенгайтириш»¹ бўйича аниқ мақсадли дастурларни амалга ошириш вазифалари белгиланган. Ушбу вазифаларни бажаришда, қурилиш саноатида толали қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан кенг фойдаланишни назарда тутувчи рационал технологияларни жорий этиш орқали паст маркали гипс боғловчилари ва табиий толалар асосида самарали инновацион пардозлаш қоплама материалларини ишлаб чиқариш муҳим аҳамият касб этмоқда.

¹ Мирзиёев Ш.М. ЯНГИ ЎЗБЕКИСТОН СТРАТЕГИЯСИ – Тошкент: “O`zbekiston” нашриёти, 2021. 464 бет.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2016 йил 28 сентябрдаги ПҚ-2615-сонли "2016-2020 йилларда қурилиш индустриясини янада ривожлантириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида"ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сонли "Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида"ги Қарорларида ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Гипсли богловчи асосидаги қоплама пардозлаш маҳсулотларининг физик, механик ва эксплуатацион хоссаларини оширишнинг назарий ва технологик асослари Р.Х. Мухаметрахимов, В.П. Сучков, В.Ф. Коровяков ва бошқа олимларнинг тадқиқот ишларида ифодаланган. Бу турдаги маҳсулотлар таркибини кимёвий қўшимчалар, шунингдек турли хил мустаҳкамловчи толалар билан модификациялаш масалалари В.В. Бабков, М.Г. Алтиқис, А.Р. Галаутдинов, А.Ф. Бурянов, В.А. Кошелев., В.С. Изотова, И.В. Недосеко, Е.Н. Потапова, Ф.Н. Рабинович, М.И. Халиуллин, Г.И. Яковлев, А.С. Колосова ва бошқа тадқиқотчиларнинг илмий ишларида кўриб чиқилган.

Илмий нашр ва ихтироларнинг таҳлили гипс ва турли толалар биргаликда ҳосил қилган синергизмларни ўрганиш соҳасида ютуқларга эришган қуйидаги олимларни эътироф этиш имконини берди: М.М. Gofrani, М.Ж. Mirji, F.J. Grimer, М.А. Ali, А.А. Khalil, К. Sudo, R.A. Ebaid, Н.Н. Ngia ва бошқалар.

Ўзбекистон Республикасида турли йилларда Адилходжаев А.И., Атақўзиев Т.А., Ахмедов М.А., Глекель Ф.Л., Камиллов Х.Х., Набиева И.А., Тўлаганов А.А., Акрамов Х.А. ва бошқа шу каби олимлар маҳаллий хом-ашё ва саноат чиқиндиларидан самарали материаллар олиш соҳасида тадқиқотлар олиб борганлар. Амалга оширилган тадқиқотларда маҳаллий хом ашёлардан фойдаланиш, таркибларни ўрганиш ва ўзгартириш, ишлаб чиқариш технологияси ва бошқа масалалар ёритилган.

Ўтказилган илмий тадқиқотлар таҳлили мустаҳкамлаш учун яроқли бўлган табиий толанинг ишлаб чиқиладиган пардозлаш қоплама материали хоссаларига таъсири мамлакатимизда етарли даражада ўрганилмаганлигини кўрсатди. Бундан ташқари, ўсимлик хом ашёсига дастлабки ишлов беришнинг якуний маҳсулот хоссаларига, функционал қўшимчаларнинг эса маҳсулот структурасининг шаклланишига ва унинг эксплуатацион хусусиятларига таъсири масалалари етарлича ўрганилмаган. Муаммонинг бу ва бошқа жиҳатлари долзарб бўлиб, батафсил ўрганишни талаб қилади.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Тадқиқотлар ПЗ-2017102319 “Техноген чиқиндилар асосидаги кўшимчалар ёрдамида қурилиш гипси хоссаларини яхшилаш усулларини ишлаб чиқиш” ва ПЗ-2017092445 “Техноген минерал тўлдирувчилар асосида самарали иссиқлик изоляцияловчи материаллар таркиблари ва технологияларини ишлаб чиқиш” лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади гипсли боғловчи ва қишлоқ хўжалиги чиқиндилари асосида керакли физик-механик ва термофизик хоссаларга эга ҳамёйбои композицион пардозлаш қопламаси таркиблари ва технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

композит лист ишлаб чиқаришда мустаҳкамловчи тола сифатида фойдаланишга яроқли қишлоқ хўжалиги чиқиндилари номенклатурасини ўрганиш;

маҳсулотнинг мустаҳкамлик хусусиятларини ошириш мақсадида толаларнинг гипс матричасига адгезиясини яхшилаш учун қишлоқ хўжалиги чиқиндиларига ишлов бериш усулини оптималлаштириш;

композитнинг мустаҳкамлик хусусиятларини ошириш мақсадида гипстолали аралашманинг таркибини модификациялаш учун функционал кўшимчаларни танлаш;

гипс + модификатор + қишлоқ хўжалиги чиқиндилари тизими структурасининг шаклланиш механизмини ўрганиш;

хом ашёни тайёрлаш усулига, ўсимлик толаси ва модификатор миқдорларига қараб, композит листнинг физик-механик ва термофизик хоссаларини ўрганиш;

тадқиқот натижаларини тажриба-саноат синовидан ўтказиш ва ишлаб чиқилган таркибларнинг техник-иқтисодий самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида қишлоқ хўжалиги чиқиндилари ва кимёвий модификаторларнинг комплекс қўлланилиши натижасида олинган гипс асосидаги юпқа қатламли плиталар олинган.

Тадқиқотнинг предмети сифатида гипс, қишлоқ хўжалиги чиқиндилари ва кимёвий модификатор ёрдамида тайёрланган юпқа қатламли композитнинг физик-кимёвий, физик-механик ва техник-иқтисодий кўрсаткичлари олинган.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари, гипс тошининг сифат кўрсаткичларини ўрганишнинг стандарт усуллари, таркибларни яратишда ва юпқа қатламли маҳсулотлари ишлаб чиқаришнинг технологик босқичларини оптималлаштиришнинг математик методлари, тадқиқот натижаларини қайта ишлашнинг статистик усуллари қўлланилди.

Тадқиқотнинг илмий янгиллиги қуйидагилардан иборат:

эгилишдаги мустаҳкамлик ҳамда зарбга чидамлилиқ кўрсаткичлари юқори бўлган юпқа деворли гипсли қопламалар ишлаб чиқаришда қишлоқ

хўжалиги чиқиндиси хисобланган шоли сомони, "Frem Nanogips" функционал қўшимчаси ва β -модификацияли гипс боғловчилари микдорларининг ўзаро оптимал нисбати тажрибаларни математик режалаш усулини қўллаш орқали аниқланган;

илк бор кимёвий реагентлар эритмасида икки босқичли уютуш усули билан делигнификация қилинган шоли поясининг мустаҳкамловчи элемент сифатида ишлатилиш самарадорлиги аниқланган;

композицион лист мустаҳкамлигини ошишига шоли сомонида ишлов бериш орқали унинг толалари юзасини нотекис ҳолатга келтириш ва "Frem Nanogips" қўшимчаси ёрдамида гипс кристаллари ўлчамларини кичиклаштириш орқали композицион материал структурасини шаклланишига ижобий таъсир кўрсатилгани сабаб бўлганлиги асосланган;

Statgraphics Plus амалий дастури пакетигади Multifactor ANOVA ва Experimental design блоклари асосида, юпқа деворли композицион листнинг эгилишдаги мустаҳкамлиги ташкилий компонентлар ("Frem Nanogips" қўшимчаси, ўсимлик толаси, гипс боғловчиси) микдорларига боғлиқлигини ифодаловчи математик модел ишлаб чиқилган;

зарбга чидамлилигининг ошиши ва михлаш кўрсаткичининг яхшиланиши композит листларнинг ишлов берилган шоли сомони толалари билан дисперс мустаҳкамлаш ҳамда аралашма таркибига функционал қўшимча қўшиш орқали таъминланиши изоҳланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қўйидагилардан иборат:

эгилишдаги мустаҳкамлиги 5,43 МПа, шурупларни тортиб олишдаги қаршилиқ 41,5 Н/мм ва иссиқлик ўтказувчанлиги 0,24 Вт/(м·°С) параметрли композицион листлар учун гипстолали аралашманинг оптимал таркиби ишлаб чиқилган;

ўсимлик хом ашёсидан(шоли сомонидан) гипс асосидаги юпқа деворли материалларни мустаҳкамлаш учун мос келадиган толали масса олишнинг оптимал технологияси ишлаб чиқилган;

шоли сомони ва гипсли боғловчи асосида композит қоплама ишлаб чиқаришни йўлга қўйишда капитал инвестициялар ва моддий харажатларнинг техник-иқтисодий ҳисоби тузилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги замонавий синов ва тадқиқот усулларини (электрон микроскопия, ИҚ-Фурье, симобли порозиметрия ва бошқалар) қўллаш, корреляция ва тадқиқот натижаларини статистик қайта ишлаш ёрдамида олинган катта микдордаги экспериментал маълумотлар билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти кишлоқ хўжалиги чиқиндиси хисобланган шоли пояси асосидаги мустаҳкамловчи толасимон элементлар ва функционал кимёвий қўшимчалар иштирокида гипс тизимлари структурасининг шаклланиш механизми ҳақидаги тушунчаларни кенгайтириш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти паст маркали гипс боғловчиси, функционал кўшимча ҳамда ишлов берилган шоли пояси асосидаги юкори мустаҳкамликка эга юпқа деворли композицион лист оптимал таркибини аниқлаш ва ишлаб чиқариш шароитида апробациядан ўтказиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.

Гипс ва қишлоқ хўжалиги чиқиндилари асосидаги композит листнинг таркибини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

шоли сомонидан тайёрланган мустаҳкамловчи фибра «GOLD CAPITAL GIPS» МЧЖ қўшма корхонасида ўлчамлари 2500x1200x15 мм бўлган 34 дона лист ишлаб чиқаришда қўлланилган("Ўзсаноатқурилиш-материаллари" уюшмасининг 2021 йил 11 октябрдаги 05/13-2530-сонли маълумотномаси). Натижада 34 та лист ишлаб чиқаришда 1054512 сўм иқтисодий самарага эришилган;

муаллифларнинг технологик тавсиялари «SHO'RSUV BARAKA GIPS» МЧЖда умумий майдони 1053 м² бўлган пардозлаш қопламалари ишлаб чиқаришда қўлланилган("Ўзсаноатқурилишматериаллари" уюшмасининг 2021 йил 11 октябрдаги 05/13-2530-сонли маълумотномаси). Тавсияларни ишлаб чиқаришга жорий қилиниши натижасида 1053 м² пардозлаш қопламаларидан 9049060 сўм иқтисодий самарага эришилган ҳамда эгилишдаги мустаҳкамлиги 5,40 МПа бўлган махсулот ишлаб чиқариш имконини берган;

ишлов берилган шоли сомони асосида ишлаб чиқилган таркиб «EVOECOTECH» МЧЖ ишлаб чиқариш жараёнига жорий қилинган("Ўзсаноатқурилишматериаллари" уюшмасининг 2021 йил 11 октябрдаги 05/13-2530-сонли маълумотномаси). Умумий майдони 198 м² бўлган 65 дона композит плиталар ишлаб чиқаришдан 2112128 сўм иқтисодий самарага эришилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг асосий натижалари 3 та халқаро ҳамда 4 та республика илмий конференцияларида батафсил муҳокамадан ўтказилди.

Тадқиқот натижаларини эълон қилинганлиги. Диссертация мавзусида 15 та илмий ишлар чоп этилган бўлиб, улардан 8 таси илмий мақолалар, шу жумладан 3 та SCOPUS базасига қиривчи нашрларда, 3 таси нуфузли хорижий нашрларда, 2 таси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия этилган республика миқёсидаги илмий журналларда нашр қилинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта бобдан иборат асосий қисм, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Ишнинг ҳажми 102 бетни ташкил этади.

ДИССЕРАЦИЯНИНГ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация тадқиқотларининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотларнинг мақсад ва вазифалари, объекти ва

предмети тавсифланган, Ўзбекистон Республикасида фан ва технологиялар таракқиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотларнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, шунингдек, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий қилинганлиги, чоп этилган илмий ишлар ва диссертациянинг тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **"Таркибида целлюлоза тутувчи қишлоқ хўжалиги чиқиндилари ҳамда гипсли боғловчилар асосида тола ёрдамида арматураланган қурилиш буюмлари хоссалари"** номли биринчи бобида композицион материаллар ҳамда толали тўлдирувчилар билан боғлиқ техник адабиётлар ва тадқиқотларнинг таҳлилий шарҳи берилган. Шунингдек, бобда гипсли пардозлаш материаллари ишлаб чиқариш бўйича маҳаллий ва хорижий тадқиқотчиларнинг нашр қилинган асарлари таҳлили натижалари ҳамда "тола-матрица" контакт нуктасидаги адгезион таъсирлашиш муаммолари акс эттирилган.

Гипсли композицион листда мустаҳкамловчи толасимон элемент сифатида фойдаланиш учун мустаҳкамлик ва морфологик кўрсаткичлари бўйича энг мос бўлган қишлоқ хўжалиги чиқиндиси(шоли сомони) аниқланди. Ўзбекистон Республикаси Давлат статистика қўмитаси маълумотларига кўра, юртимизда 2019-йили 300 минг тоннадан ортиқ шоли сомони ҳосил бўлган бўлиб, уларнинг 90 фоизидан оқилона фойдаланилмаган. Шу билан бирга, шоли поясининг таркибида осон гидролизланадиган моддаларнинг кўплиги ва унинг юзасида кремний билан қопланган ва намланмайдиган ёгли плёнка кўринишидаги мум қатламининг мавжудлиги ундан табиий ишлов берилмаган ҳолда толасимон тўлдирувчи сифатида фойдаланиш имконини бермайди.

Ўтказилган таҳлил, бойитилган маҳсулотнинг ўзига хос морфологиясини тўлиқ очиқ беришга қаратилган шоли сомонини делигнификациялашнинг замонавий усулларида фойдаланган ҳолда фазалар ажрашиш чегарасидаги адгезион-кагезион ўзаро таъсирларни яхшилаш, гипс, шоли сомони ва модификатордан ташкил топган, керакли физик-механик ва иссиқлик-акустик параметрларга эга самарали юпқа листли композитни ишлаб чиқиш учун зарур керакли шароитларни шакллантириш имконини яратади, деган ишчи **гипотезани** шакллантиришга имкон берди.

Диссертациянинг **"Тадқиқот усуллари ва фойдаланилган материаллар"** деб номланган иккинчи бобида ҳам ашёнинг физик-кимёвий хусусиятлари ҳамда Nicolet iS50 (Thermo Fisher Scientific, АҚШ) ИҚ-Фурье спектрометрида молекуляр бирикмаларни сифат таҳлили, SEM-EVO MA 10 (Zeiss, Германия) сканерловчи электрон микроскопида намуна юзасининг электрон микроскопик таҳлили, XND-2-3030C(Хитой) текис пластинканинг иссиқлик қаршилигини ўлчаш мосламасида намунанинг термотехник хусусиятларни аниқлаш, Pascal 240 EVO(Thermo Scientific, Италия) симобли порозиметрида микроговакликларни таҳлил қилиш, WAW-1000B(Хитой) электро-гидравлик серво-универсал машинасида қаршилиқни аниқлаш каби

тажриба ишларида қўлланилган замонавий физик-механик ва физик-кимёвий тадқиқот усуллари кўрсатилган.

Диссертациянинг **“Композицион листнинг механик хусусиятларига таркибида целлюлоза сақловчи хом ашёга механик-кимёвий ишлов беришнинг таъсирини экспериментал тадқиқ қилиш”** номли учинчи бобида шולי сомониға ишлов беришнинг мақбул усулини излашға ва олинган композицион қоришма хоссаларининг танланган усулға боғлиқликларини ўрганишға бағишланган.

Шоли поясиға таъсир қилишнинг бир неча синалган усулларидан қуйидаги усулларға устунлик берилди: сомон икки усул ва турли реактивлар ёрдамида бойитилди. Биринчиси 5,5% (қуруқ сомонға нисбатан) ишкор эритмасида 215 дақиқа давомида иссиқлик билан ишлов беришдан иборат эди. Ювиш ва ажратишдан сўнг, таркибида 4,68% кул сақлаган ва массаси бошланғич сомон миқдориға нисбатан 57,5% ни ташкил қилган толали маҳсулот олинди. Делигнификация қилувчи реактив сифатида $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{NaOH}(1:1:2)$ содалар аралашмасидан фойдаланганда чиқиш кўрсаткичи 54,2% ни ва куллилик 4,11% ташкил қилган юқори сифатли маҳсулот олинди.

Шоли поясининг морфологиясини инобатға олиб, делигнификациянинг кам агрессив усули қўлланилди. Бу усул танлови биринчисига нисбатан кам энергия сарфи билан оқланди ва шоли сомонини делигнификация қилувчи эритмада уютиб, қайта ишлашдан иборат эди.

Шоли сомонидан уютиш усули билан юқори сифатли толали материални минимал харажатлар билан олиш мақсадида Statgraphics Plus амалий дастури пакетидаги Multifactor ANOVA ва Experimental design блоклари, шунингдек Microsoft Excel дастури ёрдамида ишлов бериш жараёни оптималлаштирилди.

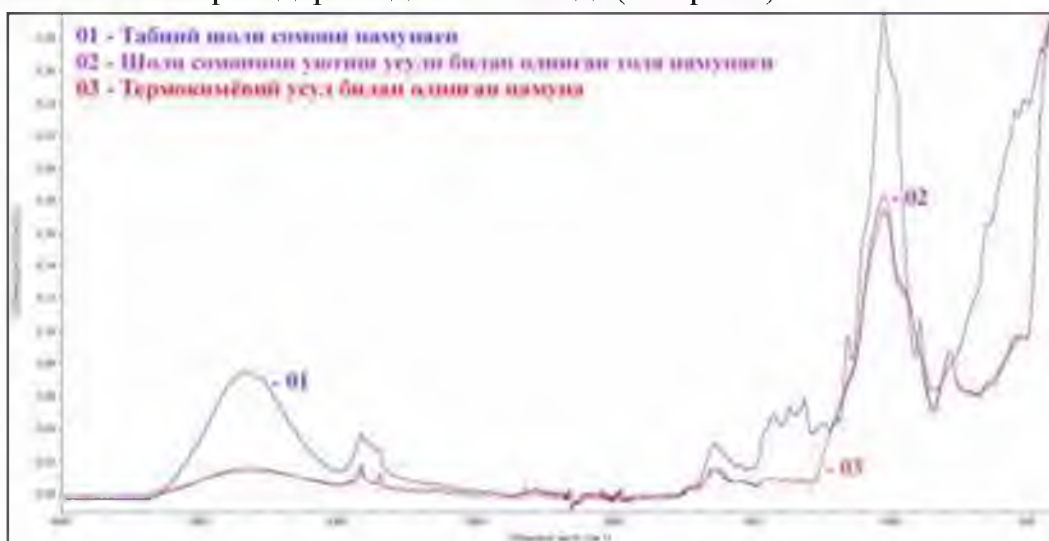
Олинган маълумотларға қўра, шоли поясини делигнификация қилиш жараёнини оптималлаштиришнинг умумлаштирилган параметри $W\alpha=0,934$ ни ташкил қилди. У қуйидаги ишлов бериш параметрларига мос келади: реагентлар аралашмасининг ($\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{NaOH}$) миқдори қуруқ сомон миқдориға нисбатан 14%; ишлов бериш давомийлиги 92 соат.

Жараён оптималлаштирилгандан сўнг, чиқиши 66,8% ва куллилиги 6,54% бўлган толали маҳсулот олинди.

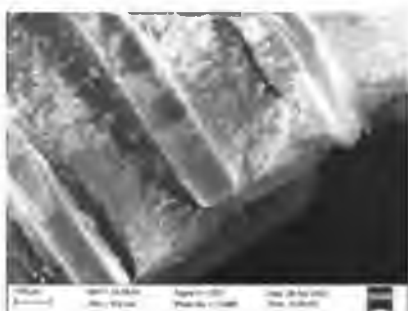
Икки усулда деструктуризацияға учраган сомон таркибини ўрганиш бўйича олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, ажратилган толалар C, O, Si макроэлементларида фарқларға эга (1-расм). Бу эса маҳсулотларнинг куллилик кўрсаткичига мос келади. Қиёсий график шуни кўрсатадики, турли усуллар билан ишлов берилган сомон намуналари деярли бир хил инфрақизил спектрға эга (1-расм), бу уютиш усули ҳам термокимёвий ишлов бериш каби самарадор эканини исботлайди.

Бойитилган шоли сомони намуналарининг микротасвирлари иккала ишлов бериш усулининг самарадорлигини исботлайди – поялар майда толаларға бўлинган ҳамда юзаси нотекис бўлиб, бу нотекисликлар

композицияда ковоургалар ролини бажаради ва толанинг матрицага бўлган адгезиясини сезиларли даражада яхшилади(2-4-расм).



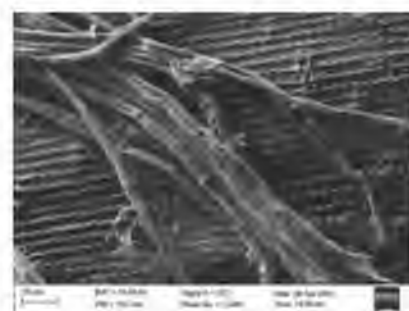
1-расм. Турли таъсир усуллари билан қайта ишланган шולי сомони ва ишлов берилмаган табиий намуналарнинг ИҚ спектрлари қиёсий графиги



2-расм. Қайта ишланмаган сомоннинг микроструктураси



3-расм. Термохимёвий ишлов берилган намуна



4-расм. Уютиш усули билан олинган намуна микроструктураси

Натижалар тахлили шуни кўрсатдики, бойитишнинг иккала усули ҳам шולי сомонининг таркиби ва структурасини деярли бир хил даражада ўзгартириб, ундан осон эрийдиган қўшимчаларни олиб ташлаган. Гипс ва кишлок хўжалиги чиқиндиларидан композит пардозлаш қопламаси олишдаги кейинги тадқиқотлар учун икки самарадор усулдан, технологияларнинг энергия истеъмоли ўртасидаги фарқ жуда сезиларли бўлгани сабаб энергиятежамкоррогига – толали массани уютиш усули билан олишга афзаллик берилди.

Оптимал шароитда олинган толалар гипс билан қорилганда, гипстолали намуналарнинг мустаҳкамлигига ноаниқ таъсир кўрсатди. Аралашманинг таркибидаги тола миқдори ошиши билан (0-1%), эгилишдаги мустаҳкамликни ошишига, миқдорни оширишни давом эттириш эса бу кўрсаткичнинг сезиларли пасайишига олиб келди. Шунингдек, гипстолали намуналарда тола миқдори ошиши билан сиқилишдаги мустаҳкамликни пасайиши кузатилди.

Композицион листнинг сифатини бундан яхшилаш фақатгина гипс коришмасида ҳам, қотиш жараёнида ҳам кечадиган структура шаклланишини

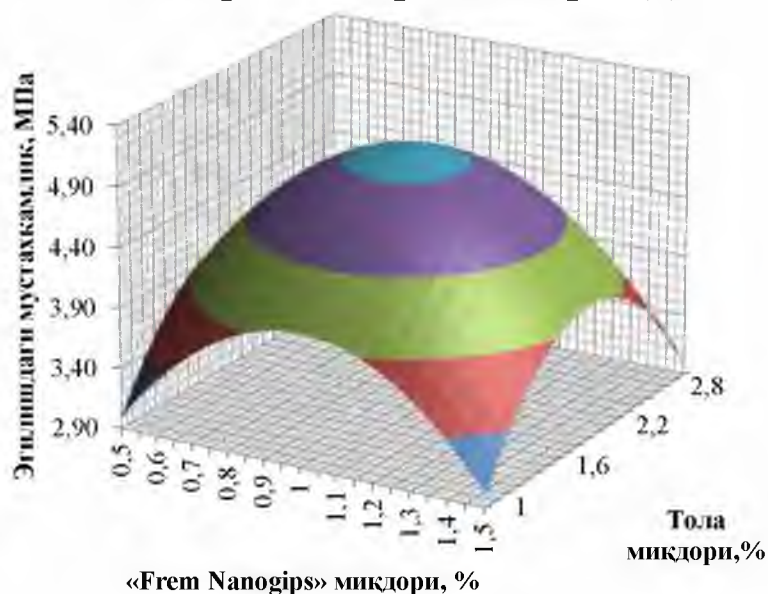
тартибга солиш ва назорат қилиш имкониятини берадиган кимёвий қўшимчаларни қўллаш орқали мумкин эди.

Бир нечта анъанавий пластификаторлар синовдан ўтказилди. Бироқ, бу қўшимчалардан фойдаланиш тошнинг структурасигагина катта таъсир кўрсатди холос, бу намуналарнинг сикилишдаги мустаҳкамлик кўрсаткичини ошириш орқали тасдиқланди. Эгилишдаги мустаҳкамлик кўрсаткичлари ўзгаришсиз қолди ва баъзи ҳолларда ҳатто камайди, бу эса қўшимчаларнинг тола ва матрица орасидаги адгезион муносабатларига ҳеч қандай таъсири йўқлигидан далолат берарди.

Синовларда ноорганик тузлар ва турли поликарбонатлар асосидаги гипс аралашмалари учун "Frem Nanogips" қўшимчаси ҳам ишлатилди ва юқори самарадорликни кўрсатди.

Ушбу қўшимчанинг миқдорини ўзгартириб, контакт зонасидаги толаларнинг гипс тоши билан адгезион мустаҳкамлигига таъсир қилиш тайёрланажак қоплама қоришмасининг қотиш вақтини тартибга солиш, шунингдек, гипс тошининг ўзини мустаҳкамлигини ошириш имконияти пайдо бўлди.

$$R_{изг} = 4,938 + 0,090X_1 - 0,08X_3 + 0,025X_1X_2 - 0,025X_1X_3 + 0,175X_2X_3 - 0,042X_1^2 - 0,692X_2^2 - 0,892X_3^2 \quad (1)$$



5-расм. Шоли сомони толаси ва "Frem Nanogips" ларнинг композитнинг эгилишдаги мустаҳкамлигига таъсири

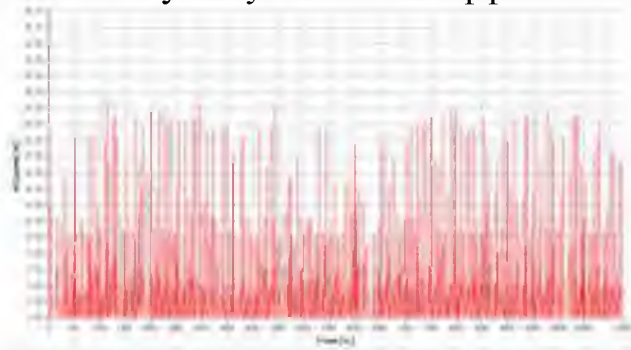
Математик моделлаштириш ёрдамида композицион материалнинг таркиби оптималлаштирилди. Оптималлаштиришнинг ушбу босқичида чиқиш параметри гипсли композитнинг эгилишдаги мустаҳкамлиги эди. Кириш параметрлари этиб сув ва боғловчининг нисбати, толалар ва қоришмадаги "Frem Nanogips" қўшимчаси миқдори қабилар ўзгарувчан омиллар сифатида қабул қилинди. Олинган математик моделга(1-формула) кўра, эгилишдаги мустаҳкамлик қийматининг максимал кўрсаткичи(5,02 МПа) 2% ли гипсто-

лали коришманинг таркибига "Frem Nanogips" функционал қўшимчаси 1% микдорида қўшилганда эришилади(5-расм).

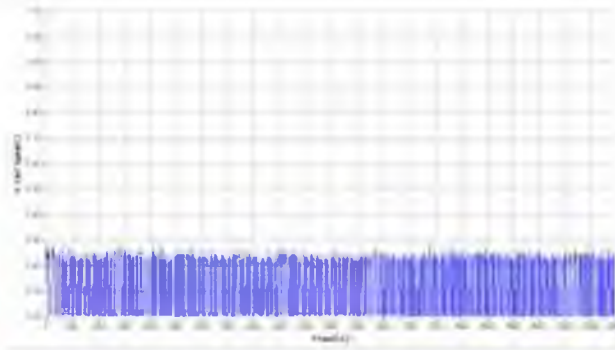
Шуни таъкидлаш жоизки, гипстолали массада модификацион қўшимчадан фойдаланганда, аралашманинг сувга бўлган талаби камайиши кузатилди, бу эса ўз навбатида қоришма тайёрлашни енгиллаштиришга ва буюм зичлигининг ошишига олиб келди.

Диссертациянинг **“Композицион листнинг эксплуатацион хусусиятлари”** номли тўртинчи бобида композитнинг лист кўринишидаги хусусиятларини ўрганиш натижалари келтирилган. Шу мақсадда "EVOECOTECH" МЧЖда шולי сомонидан олинган толали масса, гипс ва модификатордан 1200x600x15 мм ўлчамдаги саноат намуналари тайёрланди.

Синов натижаларига кўра, намуна иссиқлик ўтказувчанлигининг ўртача қиймати 0,242 Вт/(м·°С), намунанинг термик(иссиқлик) қаршилиги ёки иссиқлик ўтказиш коэффициенти 0,061881 м²·К/Вт эканлиги аниқланди(6 - расм). Солиштирадиган бўлсак, КНАУФ-суперкопламалари 0,22 дан 0,36 Вт/м²·°С гача, ГКК 0,15 дан 0,2 Вт/м²·°С гача, ГКП 0,21 дан 0,25 Вт/м²·°С гача иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентига эга.



6-расм. Термик қаршилик қийматини реал вақтда акс эттириш осциллограммаси



7-расм. Намунанинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини реал вақтда акс эттириш осциллограммаси

Пардозлаш қоплама материалининг мустаҳкамлиги намунанинг битта оралигига концентрланган юк таъсир эттириш орқали синдириш усулида аниқланди. Синовлар саноат-тажриба листларидан 380x180x15 мм ўлчамда кесилган ҳамда доимий вазн гача қурилган намуналарда ўтказилди (1-жадвал).

1-жадвал

Эгилишидаги мустаҳкамликни аниқлаш учун лист намуналарини синовдан ўтказиш натижалари

№	Белгиланиши	R _т , МПа	Ўртача қий- мат, МПа
1.	КГЛ ₁	5,38	5,43
2.	КГЛ ₂	5,38	
3.	КГЛ ₃	5,54	
4.	КГЛ ₄	5,43	

Эгилишдаги мустахкамлик қийматларини таҳлил қилиб, синовдан ўтказилаётган материал коплама материаллар учун мақбул мустахкамлик хусусиятларига эга деган хулосага келдик (масалан, шу калинликдаги гипсокартон коплмаси 2,5-5,5 МПа, ГҚП 6-9,5 МПа қийматга эга).

Шурупларни сугуриб олишга бўлган солиштирма қаршилик WAW-1000В материалларни синашга мўлжалланган электро-гидравлик серво-универсал машинада аниқланган(2-жадвал).

2-жадвал

Саноат-синов листларидан шурупларни сугуриб олиш учун сарфланган солиштирма қаршилик қийматлари

№	Белгиланиши	Шурупларни сугуриб олишдаги солиштирма қаршилик($q_{ш}$), Н/мм	Ўртача қиймат $q_{ш}$, Н/мм
1.	КГЛ ₁	45	41,5
2.	КГЛ ₂	48	
3.	КГЛ ₃	41	
4.	КГЛ ₄	32	

Ишлаб чиқилган копламаларнинг миқланиш қийматлари ЁҚП никидан икки баробар кам(60-80 Н/мм), ГҚП қийматларига деярли тенг(35-55 Н/мм) ва ГҚК кўрсаткичларидан катта.(7 Н/мм)

Шунингдек, "Frem Nanogips" қўшимчасини композитнинг зарбга чидамлилигига таъсирини аниқлаш саноат-синов листларидан 70,7x70,7 мм ўлчамда кесиб олинган намуналарнинг вертикал динамик копрада солиштирма зарб қовушқоқлиги кўрсаткичини топиш орқали амалга оширилди(3-жадвал).

3-жадвал

Ўрганилаётган таркибларнинг зарбга чидамлилигини аниқлашдаги натижалар

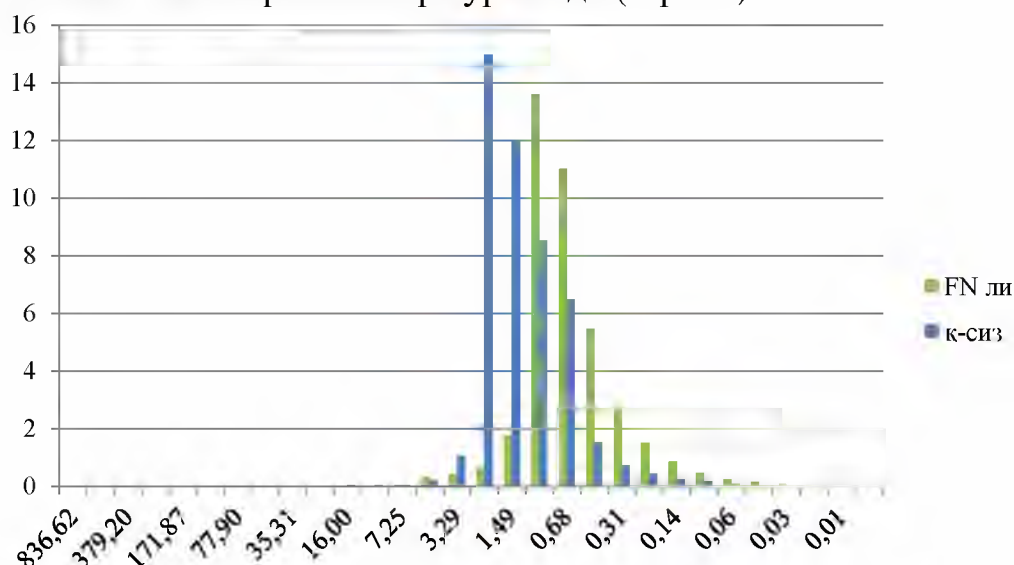
№	Таркиб	Намуналарнинг солиштирма зарб қовушқоқлиги A_i , Дж/см ²			Сериянинг солиштирма зарб қовушқоқлиги, A_i , Дж/см ²	Солиштирма зарб қовушқоқлигининг ўзгариши,%
		1	2	3		
1	к-сиз	31,7	30,8	30,2	30,9	-
2	FN ли	40,4	42,5	45,4	42,7	38,2

Натижалар таҳлили шуни кўрсатдики, композицион қоришмада гипс модификаторидан фойдаланиш зарбга чидамликни 38,2% га ошишига олиб келади.

Солиштирма зарб қовушқоқлиги кўрсаткичлари KNAUF ишлаб чиқарган ГҚК да 5 дан 8 Дж/см² гача, KNAUF ГТҚ да 50 дан 55 Дж/см² гача.

Композит листларнинг микроговаклигини ўрганиш шуни кўрсатдики, гипс аралашмалари учун қўшимчадан фойдаланиш умумий говакликни пасайтиради ва говаклар структурасини сезиларли даражада ўзгартиради. 4-жадвалдан кўриниб турибдики, энг юқори говакликлик модификаторсиз намунага хосдир. Қоришмага модификатор қўшилиши билан умумий говакликнинг 15,5% га камайиши кузатилади, шу билан бирга

микроговаклилик кўрсаткичи 30% га ошади, бу эса композит қопламанинг мустаҳкамлигига сезиларли таъсир кўрсатади (8-расм).

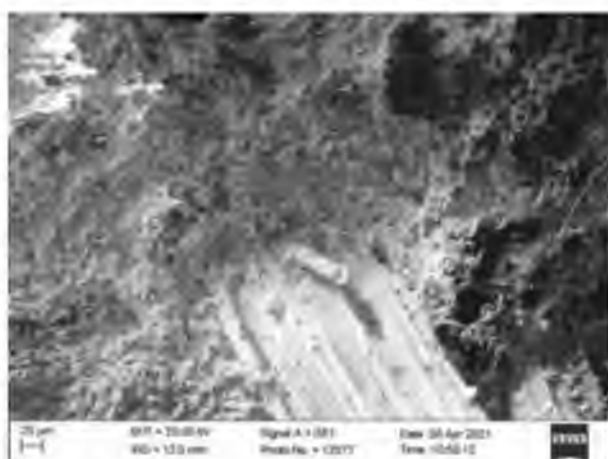


8-расм. Умумий ғоваклик ўлчамлари бўйича қиёсий гистограмма: қўшимчасиз намунанинг умумий ғоваклилиги 46,54%, "Frem Nanogips" билан 39,34%

4-жадвал

Намуналарнинг структуравий ғоваклилик хусусиятлари

№	Кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	Кўрсаткич	
			к-сиз	FN ли
1	Умумий ғоваклилик	мм ³ /Г	314,28	251,68
2	Ғовакларнинг умумий майдони	мм ² /Г	3,89	3,03
3	Ғовакларнинг ўртача диаметри	мкм	0,133	0,101
4	Ғоваклар орасидаги диаметр	мкм	0,51	0,53
5	Бўшликнинг модал диаметри	мкм	0,0091	0,0087
6	Намунанинг умумий ғоваклилиги	%	46,54	39,34



9-расм. Композит листнинг микроструктураси



10-расм. Гипс тошидан чиқиб турган толаларнинг бир қисми

Синиш жойининг электрон микроскопик тасвирларида гипс тошидан чиқиб турган сомон толаларининг текис шакли яққол акс этган бўлиб, бу толаларнинг етарлича мустаҳкамлигини ва толали гипс структурасини янада

зичлаштириш орқали "тола-матрица" ҳамкорлик ишини самарадорлигини ошириш имконияти мавжудлигидан далолат беради(9-расм).

Суратлар шунингдек, толалар юзасида кичик гипс кристаллари борлигини ва уларнинг толалар юзасида жойлашиш хусусияти, ўсимлик толаси ва гипс матрицаси ўртасида ўзаро ёпишиш кучи пайдо бўлганлигини исботлайди, бу эса ташқи омиллар таъсири остида биргаликда иш бажариш имконини беради(10-расм). Бу ҳолат синовлар пайтида эгилишдаги мустаҳкамлик кўрсаткичини кескин ошиш сабабини изоҳлайди.

Шунингдек, фотосуратларда(9-10 расмлар) дигидратнинг призматик кристалларини майдалашиш ҳолати яққол кўринган бўлиб, бу "Frem Nanogips" қўшимчасининг композит структурасига ижобий таъсир кўрсатиб, кристаллар ўлчамларини сезиларли кичрайишига ҳамда кристалланиш даражасининг ошишига олиб келган.

Диссертациянинг **"Тадқиқот натижаларини техник-иқтисодий асослаш ва жорий этиш"** номли бешинчи бобида шоли сомони ва гипсли богловчи асосида композит лист ишлаб чиқаришни таъкил этиш мақсадида ишлаб чиқилган принципиал технологик схемага эга ишлаб чиқариш технологияси ва моддий харажатлар ҳисоби келтирилган. Бобда, шунингдек, иқтисодий самарадорликни баҳолаган ҳолда ишлаб чиқариш муҳитида тадқиқот натижаларини синовдан ўтказиш тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Уютиш усули билан олинган толали пульпа ҳамда таклиф қилинган композит пардозлаш қопламасини олиш усули «GOLD CAPITAL GIPS» МЧЖ ҚҚ, «EVOECOTECH» МЧЖ ва «SHO'RSUV BARAKA GIPS» МЧЖ ларининг ишлаб чиқариш цехларида синовдан ўтказилди. Умумий майдони 1351 м² бўлган пардозлаш қопламаларининг синов партиясини ишлаб чиқаришда ташкилотлар анъанавий толали хом ашё ўрнига қайта ишланган қишлоқ хўжалиги чиқиндиларидан фойдаланганлиги ҳисобига 12 215 700,8 сўм умумий иқтисодий самарага эришишди.

ХУЛОСА

"Гипс ва қишлоқ хўжалиги чиқиндилари асосида композицион лист таркибини ишлаб чиқиш ва қўллаш" мавзусида фалсафа фанлари доктори (PhD) илмий даражасини олиш учун тайёрланган диссертация доирасида ўтказилган тадқиқот натижалари асосида қуйидаги хулосалар шакллантирилди:

1. Гипс асосида самарали юпқа қоплама материални ишлаб чиқиш бўйича белгиланган вазифани амалга ошириш учун мустаҳкамловчи толали элемент сифатида махсус тайёрланган делигнификацияланган шоли сомонидан, шунингдек, гипс аралашмалари учун қўшимча "Frem Nanogips"лардан фойдаланиш таклиф этилади.

2. Илк бор шоли сомонини механик-кимёвий делигнификациялашнинг энергиятежамкор технологияси ишлаб чиқилган бўлиб, у кимёвий реагентлар эритмасида икки босқичли уютиш ва дисперсиялашни назарда тутди. Бу

технология маҳсулот чиқиши хом ашё массасидан 66,8% ва қуллилиги 6,54% бўлган мустаҳкамловчи фибра сифатида фойдаланишга яроқли юқори дисперс толали маҳсулот олиш имконини беради.

3. Экспериментни математик режалаштириш усулларида фойдаланиб, лойihalаштириладган материалнинг физик-механик хусусиятларини фойдаланиладган компонентлар миқдори билан боғлиқлиги ўрнатилди. Керакли хусусиятларга эга композитнинг барча компонентлари сарфини минималлаштирадиган оптимал модель ишлаб чиқилган: физик-механик (эгилишдаги мустаҳкамлик 5,43 МПа), иссиқлик изоляция (иссиқлик ўтказувчанлиги 0,24 Вт/(м·°С), термик қаршилиқ 0,062 м²·К/Вт).

4. Ишлов берилган шולי сомони "Frem Nanogips" қўшимчаси билан биргаликда гипстолали аралашмада қўлланилганда табиий толалар юзаси рельеф қўринишга эга бўлиши ҳамда «матрица-тола» чегарасида майда гипс дигидрат кристалларининг шаклланишига олиб келиши назарий жиҳатдан асосланган ва экспериментал тасдиқланган.

5. Кальций сульфат дигидратининг майда кристаллари "матрица-тола" чегарасида ҳосил бўлиши толаларнинг гипстошга бўлган адгезиясини ошишини таъминлаши аниқланган бўлиб, бу ўз навбатида композитнинг эгилишдаги мустаҳкамлик кўрсаткичини 36% га ошишига олиб келган.

6. Илк бор уютуш усули билан ишлов берилган шולי сомони толалари билан композит листни дисперс мустаҳкамлаш самарадорлиги аниқланди. Бунда солиштирма зарбдор қовушқоқликнинг ошиши (зарбга бардошлилик 42,7 Дж/см²) ва михлаш кўрсаткичининг яхшиланиши (шурупларни суғиришга солиштирма қаршилиқ 41,5 Н/мм) қайд этилди.

7. "Frem Nanogips" қўшимчаси ва табиий толали композит пардозлаш қопламасининг ишлаб чиқилган таркибидан фойдаланган ҳолда учта ишлаб чиқариш корхонасида 1000 м² тажриба-синов партиясини чиқариш 12 215 700,8 сўмлик иқтисодий самара олиш имконини берди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSC 26/30.12.2019.Т.11.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ИГАМБЕРДИЕВ БУНЁД ГАЙРАТОВИЧ

**РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО
ЛИСТА НА ОСНОВЕ ГИПСА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ОТХОДОВ**

Специальность 05.09.05 – «Строительные материалы и изделия»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Ташкент 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2019.2.PHD/T1224

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице (www.taqi.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.zionet.uz).

Научный руководитель:

Адилходжаев Анвар Ишанович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Касимов Эркин Умаралиевич
доктор технических наук, профессор

Юсупов Хамза Ибадович
кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация:

Наманганский инженерно-строительный институт

Защита диссертации состоится «28» декабря 2021 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.26/30.12.2019.T.11.01 при Ташкентском архитектурно-строительном институте. Адрес: 100011, г.Ташкент, ул.Абдулла Кадири, д. 7в. Тел.:(99871) 241-10-84; факс: (99871) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atm@edu.uz.

С полной версией диссертации можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного института (зарегистрирована за № 68). (Адрес: 100084, г.Ташкент, ул. Малая кольцевая дорога, д.7. Тел.:(+99871) 235-43-30; факс:(+99871) 234-15-11, e-mail: taqi_atm@edu.uz)

Автореферат диссертации разослан «13» декабря 2021 года. (Реестр протокола рассылки № 7 от «18» декабря 2021 года).



Х.А. Акрамов

Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

А.Т. Хотамов

Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней д.т.н., доцент

С.А. Ходжаев

Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ(аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Стремительное развитие мировой строительной индустрии приводит к резкому увеличению спроса на энергоэффективные, экологически чистые и доступные тонкостенные отделочные изделия. В этой связи, важное значение приобрели задачи использования в качестве вяжущего дешевых и экологически чистых материалов, таких как гипс; переход на возобновляемое сырье, эффективное внедрение энергосберегающих технологий и совершенствование существующих производственных процессов. В Германии объемы производства отделочных листов на основе растительных волокон ежегодно повышаются в среднем на 10 000 тыс. м². В настоящее время в таких странах, как США, Франция, Индия, Китай и Россия, особое внимание уделяется созданию строительных материалов и изделий на основе сельскохозяйственных отходов и различных вяжущих.

Во всем мире проводятся обширные научные исследования по повышению эксплуатационных показателей тонкостенных листов на основе гипса с использованием различных армирующих материалов. При этом особое внимание уделяется методам дисперсионного армирования изделий с использованием возобновляемых природных, искусственных минеральных и синтетических органических волокон для повышения ударостойкости, а также применяется направленное армирование текстилем или фибрами для повышения прочности при изгибе, покрытие тканью или бумагой для повышения срока службы и обработка различными химическими добавками для придания влаго-, водо- и огнестойких свойств.

В Узбекистане принимаются масштабные меры по технической и технологической модернизации производства, снижению энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкому внедрению энергосберегающих технологий в производство, локализации импортной продукции и увеличению экспортного потенциала. К 2030 году в нашей стране планируется реализация целевых программ по увеличению ВВП в 2,5 раза и увеличению доли промышленности в национальной экономике до 40%. При этом необходимо снижение энергоемкости и ресурсоемкости экономики за счет реализации стратегии перехода к «зеленой экономике», повсеместного внедрения энергосберегающих технологий в производство, расширения использования возобновляемых технологий². Для реализации таких масштабных задач разработка инновационных строительных материалов на основе возобновляемого природного сырья является одним из приоритетных направлений строительной отрасли. В этой связи актуальным становится решение вопроса снижения стоимости производства эффективных отделочных листовых материалов на основе низкомарочного гипсового вяжущего и природных волокон за счет внедрения рациональных технологий с широким использованием волокносодержащих сельскохозяйственных отходов при их производстве.

² Ш.М.Мирзиёев СТРАТЕГИЯ НОВОГО УЗБЕКИСТАНА – Ташкент: Издательство “O’zbekiston”, 2021. 464 с.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-2615 от 28 сентября 2016 года «О дальнейших мерах развития строительной индустрии», №УП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию отрасли производства строительных материалов», а также других нормативных документов, касающихся отрасли строительства.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан II - «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Теоретические и технологические основы повышения физико-механических и эксплуатационных свойств листовых отделочных изделий на основе гипсовых вяжущих изложены в работах Мухаметрахимова Р. Х., Сучкова В.П., Коровякова В.Ф. и др. Вопросы модифицирования составов данных изделий химическими добавками, а также различными видами армирующих волокон, рассмотрены в работах Бабкова В.В., Алтыкиса М.Г., Галаутдинова А.Р., Бурьянова А.Ф., Кошелева В.А., Изотова В.С., Недосеко И.В., Потаповой Е.Н., Рабиновича Ф.Н., Халиуллина М.И., Яковлева Г.И., Колосовой А.С. и др.

Анализ публикаций и изобретений позволил выделить работы следующих ученых в области изучения свойства новых синергизмов гипса и волокон разной природы: M.M.Gofrani, M.J.Mirji, F.J. Grimer, M.A. Ali, A.A. Khalil, K. Sudo, R.A. Ebaid, H.N. Ngia и др..

В Республике Узбекистан в различные годы исследованиями в сфере получения эффективных материалов из местного сырья и отходов производства занимались такие ученые, как Адилходжаев А.И., Атакузиев Т.А., Ахмедов М.А., Глекель Ф.Л., Камиллов Х.Х., Набиева И.А. Тулаганов А.А., Акрамов Х.А. и другие. В выполненных исследованиях освещены вопросы использования местных сырьевых ресурсов, изучения и изменения составов, технологии изготовления и т.д.

Ранее проведенные исследования зарубежных ученых показали, что в нашей стране изученность вопроса влияния природного волокна, пригодного для армирования, на свойства разрабатываемого отделочного листового материала, оказалась недостаточной. Также, недостаточно изучен вопрос влияния предварительной обработки растительного сырья на свойства конечного продукта, влияние функциональных добавок на формирование его структуры и эксплуатационные свойства. Эти и другие аспекты проблемы являются актуальными, требующими дальнейшей детальной проработки.

Связь диссертационной работы с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена работа. Исследования выполнены в рамках прикладного молодежного проекта ПЗ-2017102319 «Разработка методов улучшения свойств строительного гипса с помощью добавок на основе техногенных отходов» и

прикладного проекта ПЗ-2017092445 “Разработка составов и технологии эффективных теплоизоляционных материалов на основе техногенных минеральных наполнителей”.

Цель исследования является разработка составов и технологии изготовления композиционного отделочного листа на основе гипсового вяжущего и отходов сельхозпроизводства с требуемыми физико-механическими и теплофизическими свойствами, а также ценовой доступности.

Задачи исследований:

изучить номенклатуру сельскохозяйственных отходов, пригодного для применения в качестве армирующего волокна в производстве композиционного листа;

оптимизировать способ облагораживания сельскохозяйственного отхода для улучшения адгезии волокон к гипсовой матрице с целью улучшения прочностных характеристик конечного продукта;

произвести подбор функциональных добавок для модификации состава гипсоволокнистой смеси для повышения прочностных характеристик композита;

исследовать механизм структурообразования системы гипс+модификатор+отходы сельхозпроизводства;

исследовать физико-механические и теплофизические параметры композиционного листа в зависимости от способа облагораживания сырья, количества растительного волокна и модификатора;

выполнить опытно-промышленное внедрение полученных результатов и рассчитать технико-экономическую эффективность предлагаемых составов.

Объектом исследования являются тонколистовые плиты на основе гипса, полученные путем комплексного применения сельхозотходов и химических модификаторов.

Предметом исследования являются физико-химические, физико-механические и технико-экономические показатели тонколистового композита, изготовленного с использованием гипса, отходов сельскохозяйственного производства и химического модификатора.

Методы исследования. В исследованиях использовались современные методы физико-химического анализа, стандартные методы изучения показателей качества гипсового камня, математические методы проектирования составов и оптимизации технологических переделов изготовления тонколистовых изделий, статистические методы обработки результатов исследований.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

методом математического планирования определено оптимальное соотношение рисовой соломы, относящейся к сельскохозяйственным отходам, функциональной добавки «Frem Nanogips» и гипсового вяжущего низкой марки при производстве тонкостенных гипсовых листов с максимальными показателями прочности на изгиб и ударостойкости;

впервые установлена эффективность применения в качестве армирующего элемента рисовых стеблей, облагороженных методом двухэтапного замачивания в растворе химических реагентов;

доказано, что повышение прочности композитного листа происходит за счет положительного влияния на структурообразование композиционного материала в результате придания шероховатости поверхности волокон путем облагораживания рисовых стеблей и уменьшения размеров кристаллов двухводного гипса за счет внесения в состав добавки “Frem Nanogips”;

на основе блоков Multifactor ANOVA и Experimental design из пакета прикладных программ Statgraphics Plus разработана математическая модель, выражающая зависимость прочности при изгибе тонкостенных композиционных листов от количества составляющих (добавка “Frem Nanogips”, растительное волокно, гипсовое вяжущее);

доказана эффективность дисперсного армирования композиционного листа облагороженными волокнами рисовой соломы и использования функциональной добавки в составе смеси, обеспечивающие увеличение ударной вязкости и улучшение показателя гвоздимости.

Практические результаты исследований:

разработан оптимальный состав композиционного гипсового листа со следующими характеристиками: прочность при изгибе 5,43 МПа, удельное сопротивление выдёргиванию шурупов 41,5 Н/мм, теплопроводность 0,24 Вт/(м·°С);

разработана оптимальная технология получения волокнистой массы из растительного сырья(рисовая солома), пригодная для армирования тонкостенных материалов на основе гипса;

произведен технико-экономический расчет капитальных вложений и материальных затрат при организации производства композиционных листов на основе рисовой соломы и гипсового вяжущего.

Достоверность результатов научных выводов и рекомендаций диссертационной работы обеспечиваются большим объемом экспериментальных данных полученных с применением современных методов испытаний и исследований(электронно-растровая микроскопия, ИК-Фурье, ртутная порозиметрия и тд.), корреляции и статистической обработки экспериментальных результатов высокой сходимости.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется расширением представлений о механизме формирования структуры гипсовых систем в присутствии функциональных химических добавок и армирующих волокнистых элементов на основе стеблей риса, которые считаются сельскохозяйственным отходом.

Практическая значимость результатов исследования характеризуется апробацией в производственных условиях и определением оптимального состава высокопрочного тонкостенного композиционного листа на основе гип-

сового вяжущего β -модификации, функциональной добавки и облагороженных стеблей риса.

Внедрение результатов исследований.

На основании результатов проведенных исследований по разработке состава композиционного листа на основе гипса и сельскохозяйственного отхода:

был подготовлен волокнистый материал на основе рисовой соломы, который использовался при производстве 34 листа размерами 2500x1200x15 мм в ООО СП «GOLD CAPITAL GIPS» (справка ассоциации «Узпромстройматериалы» №05/13-2530 от 11 октября 2021 года). В результате был получен экономический эффект в размере 1054512 сум от выпуска 34 листа;

по технологическим рекомендациям авторов осуществлен выпуск отделочных листов общей площадью 1053 м² в ООО «SHO'RSUV BARAKA GIPS» (справка ассоциации «Узпромстройматериалы» №05/13-2530 от 11 октября 2021 года). В результате внедрения рекомендаций был получен суммарный экономический эффект в размере 9049060 сум от листов площадью 1053 м², а также стало возможным изготовить изделия с пределом прочности на изгиб 5,40 МПа;

разработанный состав на основе облагороженной рисовой соломы был внедрен в производственный процесс ООО «EVOECOTECH» (справка ассоциации «Узпромстройматериалы» №05/13-2530 от 11 октября 2021 года). В результате внедрения был получен суммарный экономический эффект в размере 2112128 сум от выпуска 65 листов общей площадью 198 м².

Апробация работы. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 3 международных и 4 республиканских научных конференциях.

Публикация результатов исследований. По теме диссертационной работы опубликовано 15 научных работ, из них 8 научных статей, в том числе 3 - на базе SCOPUS, 3 - в рецензируемых зарубежных изданиях, 2 - в республиканских научных журналах, рекомендованных ВАК РУз.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, общих выводов, заключения, списка литературы из 54 наименований и приложений. Работа изложена на 102 страницах машинописного текста, включает 38 таблиц, 33 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, приводятся объект и предмет исследования, устанавливается соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки, инноваций и технологий Республики Узбекистан, приводятся научная новизна и научно-практическая значимость полученных экспериментальных результатов, внедрение их в производственную практику, сведения по опубликованным работам на осно-

ве результатов исследований, а также сведения о структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации **«Целлюлозосодержащие сельскохозяйственные отходы и свойства армированных строительных изделий на основе гипсовых вяжущих»** даётся аналитический обзор технической литературы и исследований, связанных с композиционными материалами и волокнистыми наполнителями. В главе также отражены результаты анализа опубликованных работ отечественных и зарубежных исследователей по вопросам изготовления гипсовых отделочных листовых материалов и проблемам адгезионных взаимодействий на стыке «волокно-матрица».

Был определен сельскохозяйственный отход(рисовая солома), наиболее подходящий по прочностным и морфологическим характеристикам для использования в качестве армирующего элемента в гипсовом композиционном листе. По данным Государственного Комитета по Статистике Республики Узбекистан за 2019 год было произведено свыше 300 тыс. тонн рисовой соломы, 90% которой не нашло своего рационального метода использования. Однако высокое содержание легкогидролизуемых веществ в составе рисового стебля и присутствие на его поверхности жировоскового слоя в виде плотной, инкрустированной кремнием и не смачивающейся водой пленки не позволяет использовать солому в естественном необработанном состоянии в качестве волокнистого наполнителя.

Проведенный анализ позволил сформулировать рабочую гипотезу о том, что при использовании современных методов делигнификации рисовой соломы, направленных на раскрытие в полной мере специфической морфологии облагороженного продукта с целью улучшения адгезионно-когезионных взаимодействий на границе раздела фаз, представляется возможным сформировать необходимые предпосылки для разработки эффективного тонколистового композита на основе гипса, рисовой соломы и модификатора с требуемыми физико-механическими и тепло-акустическими параметрами.

Во второй главе диссертации **«Методы исследований и применяемые материалы»** приведены физико-химические характеристики сырьевых материалов и изложены современные физико-механические и физико-химические методы исследования, использовавшиеся при проведении таких экспериментальных работ, как качественный анализ молекулярных соединений на оборудовании ИК-Фурье спектрометр Nicolet iS50 (Thermo Fisher Scientific, США), электронно-микроскопический анализ поверхности образцов на сканирующем электронном микроскопе SEM-EVO MA 10 (Zeiss, Германия), анализ теплотехнических характеристик на приборе для измерения теплового сопротивления плоской пластины XND-2-3030C(Китай), анализ микропористости на ртутном поризиметре Pascal 240 EVO(Thermo Scientific, Италия), удельное сопротивление на электрогидравлическом серво-универсальной машине WAW-1000B(Китай).

Третья глава диссертации «**Экспериментальные исследования влияния механохимической обработки целлюлозосодержащего сырья на механические свойства композиционного листа**» посвящена поиску оптимального метода облагораживания рисовой соломы и изучению зависимости свойств полученной композиционной смеси от выбранного метода.

Из проработанных методов воздействия на рисовую солому было отдано предпочтение облагораживания соломы двумя способами и разными реагентами. Первый заключался в термической обработке в 5,5% (относительно сухой соломы) щелочном растворе в течение 215 мин. После промывки и диспергирования получился волокнистый продукт с зольностью 4,68 и с выходом 57,5% от начального количества соломы. При изменении только делигнифицирующего реагента на содовую смесь $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{NaOH}(1:1:2)$ получился продукт с выходом 54,2% качественного сырья и зольностью 4,11%.

С учетом морфологии рисовых стеблей был применен менее агрессивный метод делигнификации. Выбор данного метода был обоснован меньшими энергозатратами по сравнению с термомеханической обработкой и заключался в замачивании рисовой соломы в делигнифицирующем растворе с проведением последующих облагораживающих операций.

Для получения качественного волокнистого материала из рисовой соломы методом замачивания при минимальных расходах была произведена оптимизация процесса облагораживания при помощи блоков Multifactor ANOVA и Experimental design из пакета прикладных программ Statgraphics Plus, а также программа Microsoft Excel.

Обобщенный параметр оптимизации процесса делигнификации рисовой соломы, согласно полученным данным, составляет $W_\alpha=0,934$. Ему соответствуют следующие параметры облагораживания: продолжительность процесса 92 часа; концентрация раствора химических реагентов ($\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{NaOH}$) 14 % от а.с.с..

После оптимизации был получен волокнистый продукт с выходом 66,8% и зольностью 6,54%.



Рисунок 1. Сравнительный график ИК-спектров образцов натуральной и переработанной разными методами воздействия рисовой соломы

Исследования по изучению состава деструктурированной двумя методами соломы показали, что выделенные волокна имеют различия по макроэлементам С, О, Si(рис.1), что хорошо согласуется с показателями зольности продуктов. На снимке видно, что образцы соломы, обработанные разными методами, имеют почти идентичный инфракрасный спектр(рис.1), что доказывает эффективность метода замачивания и термохимической обработки.

Снимки микроструктур облагороженных образцов рисовой соломы доказывают эффективность обоих методов обработки - стебли диспергировались на мелкие волокна и имеют шероховатую поверхность, что в композите будет играть роль рёбер жесткости и значительно улучшит адгезию волокон к матрице(рис.2-4).

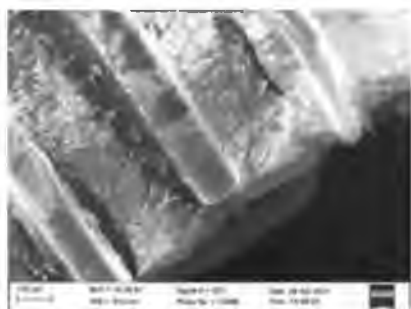


Рисунок 2. Микроструктура необработанной соломы

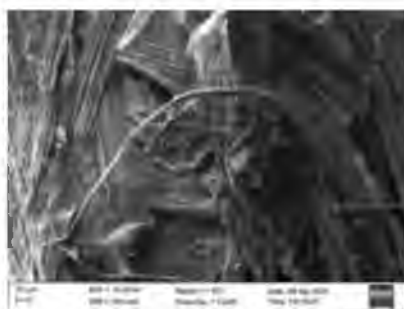


Рисунок 3. Образец, подвергаемый термохимической обработке

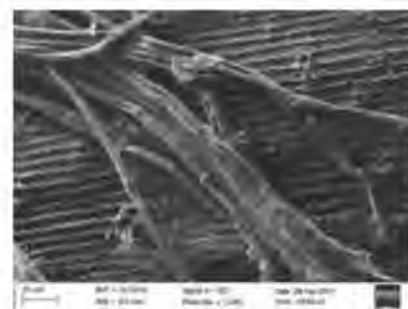


Рисунок 4. Микроструктура образца, полученного методом замачивания

Анализ результатов показал, что оба метода облагораживания почти одинаково изменили состав и структуру рисовой соломы, удалив из неё легкорастворимые включения, и для дальнейших работ по получению композиционных отделочных листов из гипса и сельскохозяйственных отходов принят метод замачивания в делигнифицирующем растворе, так как разница между энергоемкостью технологий слишком ощутима.

Полученные при оптимальных условиях волокна при введении в гипсовое тесто оказали неоднозначное влияние на предел прочности гипсоволокнистых образцов. С увеличением содержания волокнистой массы в составе смеси (0-1%) возрастал предел прочности при изгибе, а дальнейшее увеличение привело к значительному снижению этого показателя. Также наблюдалось снижение предела прочности гипсоволокнистых полубалочек при сжатии.

Дальнейшее повышение качества композиционного листа было возможно лишь за счет применения химических добавок, обеспечивающих возможность регулирования и управления структурообразованием, протекающих как в гипсовом растворе, так и в процессе отвердевания и набора прочности.

Были апробированы несколько традиционных пластифицирующих добавок. Однако эффект от использования этих добавок больше сказывался на структуре камня, чему свидетельствовали повышенные показатели прочности при сжатии образцов. Показатели прочности при изгибе оставались неизменными, а в некоторых случаях и вовсе ухудшались, что означало об отсутствии влияния добавок на адгезионные взаимоотношения между волок-

ном и матрицей.

Для испытаний также была использована добавка для гипсовых смесей на основе неорганических солей и различных поликарбоксилатов «Frem Nanogips», которая показала высокую эффективность.

Варьируя количество этой добавки, появилась возможность воздействовать на адгезионную прочность волокон в контактной зоне с гипсовым камнем, регулировать время схватывания теста для формирования будущего листа, а также увеличивать прочность самого гипсового камня.

При помощи математического моделирования был оптимизирован состав композиционного материала. На данном этапе оптимизации в качестве выходного параметра была принята прочность гипсового композита при изгибе. В качестве входных варьируемых параметров были приняты такие факторы, как водовяжущее отношение, количество волокон и добавки «Frem Nanogips» в смеси. Согласно полученной математической модели (форм. 1), описывающей зависимость показателя предела прочности при изгибе от количества добавок, максимальное повышение значения предела прочности при изгибе (5,02 МПа) достигается при введении функциональной добавки «Frem Nanogips» в состав 2% ной гипсоволокнистой смеси в количестве 1%(рис.5).

$$R_{\text{изг}} = 4,938 + 0,090X_1 - 0,08X_3 + 0,025X_1X_2 - 0,025X_1X_3 + 0,175X_2X_3 - 0,042X_1^2 - 0,692X_2^2 - 0,892X_3^2 \quad (1)$$

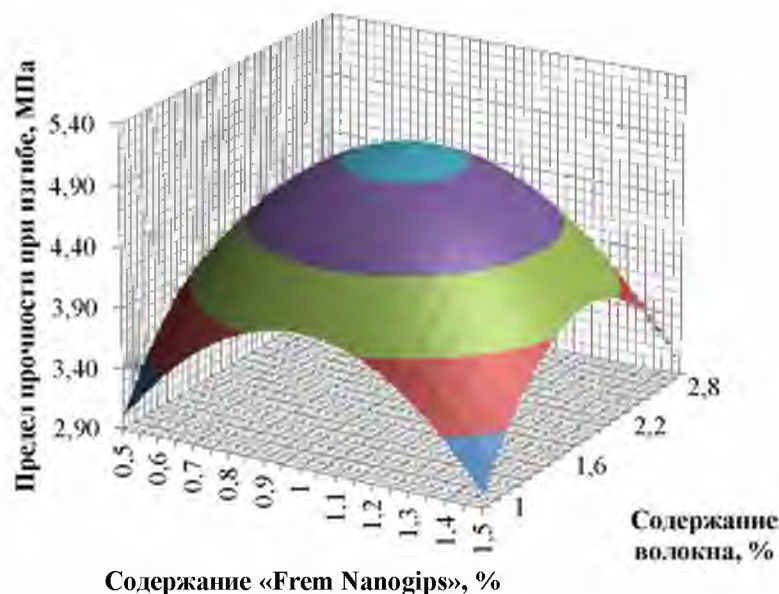


Рисунок 5. Влияние содержания волокон рисовой соломы и «Frem Nanogips» на прочность при изгибе композита

Необходимо отметить, что при использовании модифицирующей добавки в гипсоволокнистую массу, водопотребность смеси снижается, что улучшает условия приготовления теста и приводит к увеличению плотности изделия.

В четвертой главе диссертации «**Эксплуатационные свойства композиционных листов**» приведены результаты изучения свойств композита в

листовом исполнении. Для этих целей на предприятии ООО «EVOECOTECH» были изготовлены опытно-промышленные листы с размерами 1200x600x15 мм из строительного гипса, модификатора и волокнистой массы, полученной из рисовой соломы.

По результатам испытания было определено, что коэффициент теплопроводности образца составил 0,242 Вт/(м·°С), а термическое сопротивление теплопередаче образца составил 0,061881 м²·К/Вт(рис.6). Для сравнения, КНАУФ-суперлист имеет коэффициент теплопроводности – от 0,22 до 0,36 Вт/м°С, ГКЛ – от 0,15 до 0,2 Вт/м°С, ГСП – от 0,21 до 0,25 Вт/м°С.

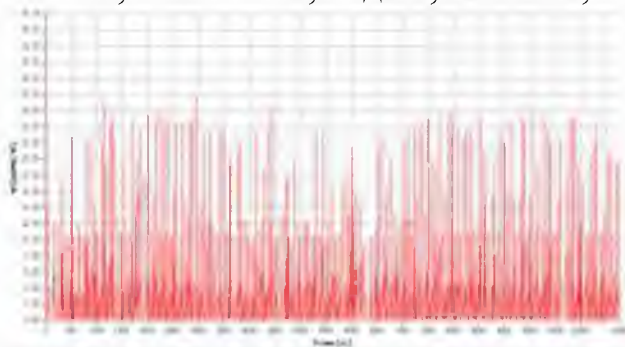


Рисунок 6. Осциллограммы отображения значения термического сопротивления в реальном времени

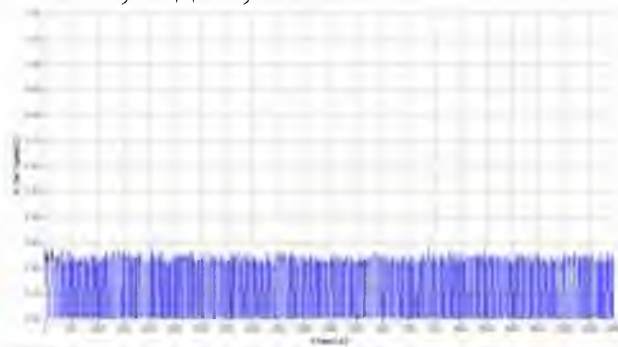


Рисунок 7. Осциллограммы отображения коэффициента теплопроводности образца в реальном времени

Прочность листового отделочного материала определяли методом разрушения образца сосредоточенной нагрузкой, прикладываемой в середине пролета по однопролетной схеме. Испытания проводили на образцах с размерами 380x180x15 мм, вырезанных из опытно-промышленных листов, высушенных до постоянной массы(табл.1).

Таблица 1

Результаты испытания листовых образцов на прочность при изгибе

№	Обозначение	R _{изг} , МПа	Среднее значение, МПа
1.	КГЛ ₁	5,38	5,43
2.	КГЛ ₂	5,38	
3.	КГЛ ₃	5,54	
4.	КГЛ ₄	5,43	

Анализируя значения пределов прочности при изгибе, приходим к заключению, что испытуемый материал имеет приемлемые прочностные характеристики для листового материала (к примеру, гипсокартонный лист идентичной толщиной имеет значение 2,5-5,5 МПа, а ГСП – от 6 до 9,5 МПа).

Удельное сопротивление выдергиванию шурупов определяли на электрогидравлической серво-универсальной машине для испытания материалов WAW-1000В(табл.2).

Значения гвоздимости разрабатываемых листов в два раза меньше по сравнению с ДСП(60-80 Н/мм), однако сопоставимы со значениями ГСП(35-55 Н/мм) и больше значения ГКЛ(7 Н/мм).

Таблица 2

Значения удельного сопротивления выдёргиванию шурупов из опытно-промышленных листов

№	Обозначение	Удельное сопротивление выдёргиванию шурупов($q_{ш}$), Н/мм	Среднее значение $q_{ш}$, Н/мм
1.	КГЛ ₁	45	41,5
2.	КГЛ ₂	48	
3.	КГЛ ₃	41	
4.	КГЛ ₄	32	

Также был проведен эксперимент для определения влияния добавки «Frem Nanogips» на ударостойкость композиционного листа через измерение удельной ударной вязкости на вертикальном динамическом копре на образцах, вырезанных из отформованных листов 70,7x70,7 мм(табл.3).

Таблица 3

Результаты по определению ударостойкости исследуемых составов

№	Состав	Удельная ударная вязкости отдельных образцов, A_i , Дж/см ²			Удельная ударная вязкость серии, A_i , Дж/см ²	Изменение удельной ударной вязкости, %
		1	2	3		
1	б/д	31,7	30,8	30,2	30,9	-
2	с FN	40,4	42,5	45,4	42,7	38,2

Анализ результатов привел к выводу, что использование гипсовой добавки в композиционном составе приводит к увеличению удельной ударной вязкости на 38,2%.

Значение удельной ударной вязкости у ГКЛ производства KNAUF от 5 до 8 Дж/см², у ГВЛ KNAUF от 50 до 55 Дж/см².

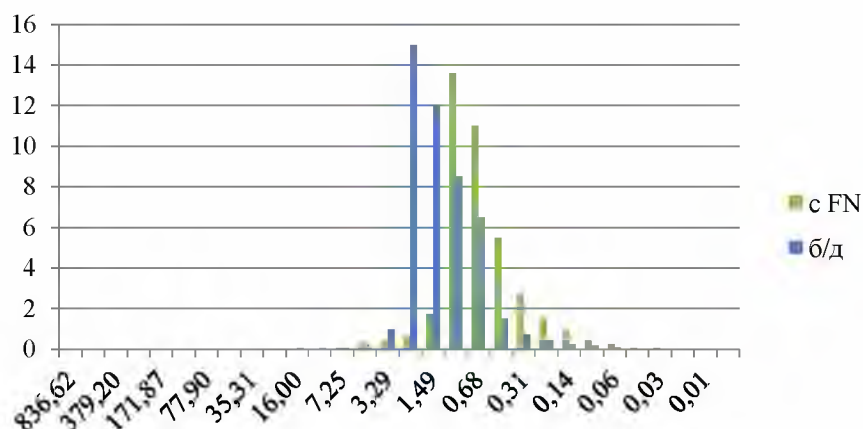


Рисунок 8. Гистограмма сравнения общей пористости по размеру: общая пористость образца без добавок 46,54% и с «Frem Nanogips» 39,34%

Исследование микропористости композиционных листов показало, что использование добавки для гипсовых смесей снижает общую пористость и существенно изменяет структуру пор. Из таблицы 4 следует, что максимально высокая пористость характерна для образца без добавок. При введении добавки наблюдается снижение общей пористости на 15,5%, при этом показатель микропористости увеличивается на 30%, что существенно сказывается на прочности композиционного листа(рис.8).

Характеристики структурной пористости образцов

№	Показатели	Единица измерения	Показание	
			б/д	с FN
1	Общая пористость	мм ³ /Г	314,28	251,68
2	Общая площадь пор	мм ² /Г	3,89	3,03
3	Средний диаметр пор	мкм	0,133	0,101
4	Диаметр между порами	мкм	0,51	0,53
5	Модальный диаметр полости	мкм	0,0091	0,0087
6	Общая пористость образца	%	46,54	39,34

На электронно-микроскопических снимках на участке излома четко видна прямолинейная форма выступающих волокон соломы, что указывает на достаточную прочность волокон и возможность увеличения процента совместной работы «волоконно-матрица» за счет создания более плотной гипсоволокнистой структуры (рис.9).

На снимках также видно наличие на поверхности волокон небольших кристаллов гипса и характер их распределения по поверхности отдельных фибр указывают на возникновение сцепления между растительным волокном и гипсовой матрицей, что позволяет обеспечивать совместную работу при воздействии внешних факторов (рис. 10). Именно этим объясняется прирост прочности при испытаниях по определению прочности на изгиб.

Также на фотоснимках (рис. 9-10) просматривается явно выраженное измельчение призматических кристаллов дигидрата, что свидетельствует о положительном влиянии на структурообразование добавки «Frem Nanogips», которая привела к значительному уменьшению размеров кристаллов двуводного гипса и способствовала большей степени кристаллизации.

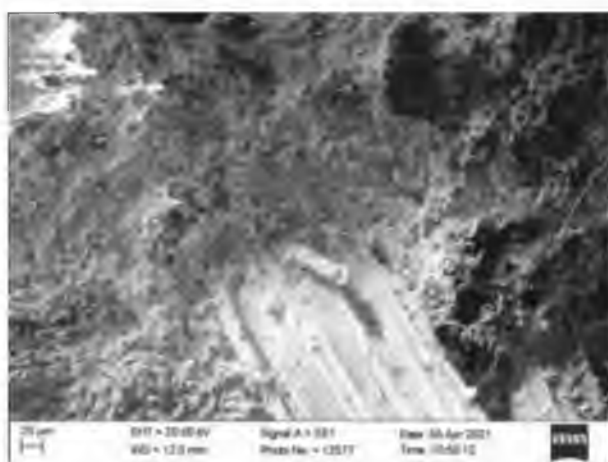


Рисунок 9. Микроструктура композиционного листа



Рисунок 10. Часть волокон, выступающих из гипсового камня

В пятой главе «Технико-экономическое обоснование и внедрение результатов исследований» приводится разработанная технология производства с принципиальной технологической схемой, а также расчет материальных затрат при организации производства композиционных листов на основе рисовой соломы и гипсового вяжущего. Также в главе приводятся сведения

об апробации результатов исследования в производственных условиях с оценкой экономической эффективности.

Полученная методом замачивания волокнистая масса и предложенный способ получения композиционного отделочного листа были апробированы в производственных цехах ООО СП «GOLD CAPITAL GIPS», ООО «EVOECOTECH» и ООО «SHO'RSUV BARAKA GIPS». При производстве опытной партии отделочных листов общей площадью 1351 м² организации получили суммарный экономический эффект в размере 12215700,8 сум за счет использования обработанного сельскохозяйственного отхода вместо традиционного волокнистого сырья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенных исследований в рамках диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) на тему «Разработка состава и применение композиционного листа на основе гипса и сельскохозяйственных отходов» были сформулированы следующие выводы:

1. Для реализации поставленной задачи разработать эффективный тонколистовый материал на основе гипса предложено использовать в качестве армирующего элемента специально подготовленную делигнифицированную рисовую солому, а также добавку для гипсовых смесей «Frem Nanogips».

2. Впервые разработана энергоэффективная технология механохимической делигнификации рисовой соломы, заключающаяся в двухэтапном длительном замачивании в растворе химических реагентов и диспергировании, которое обеспечивает выход высокодисперсных волокнистых продуктов, пригодных для использования в качестве армирующих добавок, с выходом 66,8% от массы перерабатываемого сырья и зольностью 6,54%.

3. Методами математического планирования эксперимента установлена зависимость, связывающая физико-механические характеристики проектируемого материала с количеством используемых компонентов. Разработана оптимальная модель, минимизирующая расход всех составляющих компонента с требуемыми параметрами: физико-механические (прочность при изгибе 5,43 МПа), теплоизоляционные (теплопроводность 0,24 Вт/(м·°C), термическое сопротивление 0,062 м²·К/Вт).

4. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что при использовании облагороженной рисовой соломы совместно с добавкой «Frem Nanogips» в гипсоволокнистой смеси поверхность природных волокон приобретает рельефный вид, который приводит к формированию мелкокристаллического дигидрата гипса на границе «матрица-волокно».

5. Установлено, что формирование мелких кристаллов дигидрата сульфата кальция на границе «матрица-волокно» обеспечивает повышение сцепления волокон с гипсовым камнем - прочность при изгибе возрастает на 36%.

6. Впервые установлена эффективность дисперсного армирования композиционного листа волокнами рисовой соломы, облагороженными методом замачивания, обеспечивающими увеличение ударной вязкости (ударостойкость 42,7 Дж/см²) и улучшение показателя гвоздимости (удельное сопротивление выдёргиванию шурупов 41,5 Н/мм).

7. Применение разработанного состава композиционного отделочного листа с гипсовой добавкой «Frem Nanogips» и природным волокном при опытно-производственной апробации позволило получить экономический эффект на трех производственных предприятиях в размере 12 215 700,8 сум на партию продукции в 1351 м².

SCIENTIFIC COUNCIL DSc.26/30.12.2019.T.11.01 FOR AWARDING SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

IGAMBERDIEV BUNYOD GAYRATOVICH

DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION AND APPLICATION OF A COMPOSITE SHEET BASED ON GYPSUM AND AGRICULTURAL WASTE

05.09.05 – «Building materials and products»

THESIS ABSTRACT

of the doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

Tashkent 2021

The dissertation subject of Doctor of Philosophy (PhD) is registered at Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2019.2.PhD/T1224

Dissertation was carried out at the Tashkent State Transport University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website www.taqi.uz and on the website of Information and educational portal «ZiyoNet» www.ziyo.net.

Research supervisor:	Adilhodzhaev Anvar Ishanovich Doctor of technical Sciences, Professor
Official Opponents:	Kasimov Erkin Umaralievich Doctor of technical Sciences, Professor Yusupov Khamza Ibadovich Candidate of technical Sciences, Professor
Leading organization:	Namangan Engineering Construction Institute

The defense of the dissertation will take place on «28» December 2021 at 10⁰⁰ at the meeting of the Scientific Council numbered DSc 26/30.12.2019.T.11.01 at the Tashkent Institute of Architecture and Construction at the following address: 100011, Tashkent, Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone: (99871) 241-10-84; Fax: (99871) 241-80-00, e-mail: devon@taqi.uz, taqi_atm@edu.uz.

The text of the dissertation is available at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Architecture and Construction (registration number No 68) at the following address: 100084, Tashkent, Abdulla Qodiriy Street, 7v. Phone: (99871) 235-43-30; Fax: (99871) 234-15-11, e-mail: taqi_atm@edu.uz.

The abstract of the dissertation was circulated on « 13 » dec 2021. (Mailing report No 7 on « 18 » nov 2021)



Kh.A. Akramov

Chairman of the Scientific Council for the award of doctoral degrees,
Doctor of technical Sciences, Professor

A.T. Khotamov

Scientific Secretary of the Scientific Council for the award of doctoral degrees,
Doctor of technical Sciences, Dosent

S.A. Khodzhaev

Chairman of scientific seminar of the Scientific Council for the award of doctoral degrees,
Doctor of technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The relevance and demand for the topic of the dissertation. The rapid development of the global construction industry is driving the demand for energy efficient, environmentally friendly and affordable thin-walled finishing products. In this regard, the use of cheap and environmentally friendly materials such as gypsum as a binder; as well as the transition to renewable raw materials, effective implementation of energy-saving technologies and improvement of existing production processes have acquired great importance. In Germany, the volume of production of finishing sheets based on plant fibers is increasing annually by an average of 10,000 thousand m². Currently, in countries such as the USA, France, India, China and Russia, special attention is paid to the creation of building materials and products based on agricultural waste and various binders.

Extensive research is being carried out worldwide to improve the performance of gypsum-based thin-walled sheets using a variety of reinforcing materials. At the same time, special attention is paid to methods of dispersive reinforcement of products using renewable natural, artificial mineral and synthetic organic fibers to increase impact resistance, as well as directional reinforcement with textiles or fibers to increase bending strength, covering with fabric or paper to increase service life and processing with various chemical additives to impart moisture, water and fire resistant properties.

In Uzbekistan, currently the large-scale measures are aimed at the technical and technological modernization of production, reduction of the energy intensity and resource intensity of the economy, wide-scale adoption energy-saving technologies in production, localization of imported products and increase of the export potential. By 2030, our country plans to implement targeted programs to increase GDP by 2.5 times and increase the share of industry in the national economy to 40%. At the same time, it is necessary to reduce the energy intensity and resource intensity of the economy through the strategy of transition to the "green economy", the widespread introduction of energy-saving technologies in production, and the expansion of the use of renewable technologies. To implement such large-scale tasks, the development of innovative building materials based on renewable natural raw materials is one of the priority areas of the construction industry. In this regard, it becomes relevant to address the issue of reducing the cost of production of effective finishing sheet materials based on low-grade gypsum binder and natural fibers through the introduction of rational technologies along with the widespread use of fiber-containing agricultural waste in their production.

This dissertation research, to a certain extent, serves to fulfill the tasks provided for in the Decrees of the President of the Republic of Uzbekistan No.UP-2615 of September 28, 2016 "On further measures for the development of the construction industry", No.UP - 4335 of May 23, 2019 "On additional measures for the accelerated development of the industry production of building materials", as well as other regulatory documents related to the construction industry.

Compliance of the research with the national priority directions of development of science and technology. This study was carried out in accordance with the priority directions of the development of science and technology of the Republic of Uzbekistan II - "Energy sector, energy and resource conservation".

The state of knowledge of the problem. The theoretical and technological foundations for improving the physical, mechanical and operational properties of sheet finishing products based on gypsum binders are described in the works of R. Kh. Mukhametrakhimov, V. P. Suchkov, V. F. Korovyakov and others. The issues of modifying the compositions of these products with chemical additives, as well as various types of reinforcing fibers, are considered in the works of V.V. Babkov, M.G. Altykis, A.R. Galautdinov, A.F. Buryanov, V.A. Koshelev, V.S. Izotov, I.V. Nedoseko, E.N. Potapova, F.N. Rabinovich, M.I. Khaliullina, G.I. Yakovleva, A.S. Kolosova and others.

The analysis of publications and inventions highlights the following scientists in the field of studying the properties of new synergisms of gypsum and fibers of different nature: M.M. Gofrani, M.J. Mirji, F.J. Grimer, M.A. Ali, A.A. Khalil, K. Sudo, R.A. Ebaid, H.N. Ngia et al.

In the Republic of Uzbekistan, such scientists as A.I. Adilhodzhayev, T.A. Atakuziev, M.A. Akhmedov, F.L. Glekel, Kh.Kh. Kamilov, I.A. Nabieva, A.A. Tulaganov, Kh.A. Akramov and others studied the ways to produce efficient materials based on local resources and industrial waste. Their research highlighted the issues of using local raw materials, study and modification of compositions, manufacturing technology, etc.

The analysis of the past scientific research showed that the influence of natural fiber suitable for reinforcement on the properties of the developed finishing sheet material has been analyzed in our country to a limited extent. In addition, the influence of preliminary processing of plant raw materials on the properties of the final product, the effect of functional additives on the formation of its structure and operational properties remain insufficiently studied. These and other aspects of the problem are therefore relevant and require further detailed study.

The relationship of the dissertation work with the research plans of the higher educational institution where the work has been accomplished. The research has been conducted in the framework of the applied youth project PZ-2017102319 "Development of methods for improving the properties of construction gypsum using additives based on industrial waste" and applied project PZ-2017092445 "Development of compositions and technology of effective thermal insulation materials based on industrial mineral fillers".

The aim of research. Development of compositions and technology for manufacturing a composite finishing board based on gypsum binder and agricultural waste with the required physical, mechanical and thermophysical properties, as well as affordability.

The tasks of research are:

to study the range of agricultural waste suitable for use as a reinforcing fiber in the production of a composite sheet;

to optimize the method of upgrading agricultural waste to improve the adhesion of fibers to the gypsum matrix in order to improve the strength characteristics of the final product;

to select the functional additives for modifying the composition of the gypsum-fiber mixture to increase the strength characteristics of the composite;

to explore the mechanism of the formation of the structure: gypsum + modifier + agricultural waste system;

to analyze the physical, mechanical and thermophysical parameters of the composite sheet, depending on the method of refining the raw material, the amount of plant fiber and the modifier;

to carry out a pilot test of the research results and to evaluate the technical and economic efficiency of the developed compositions.

The object of research are the gypsum-based thin-sheet boards produced through a combined application of agricultural waste and chemical modifiers.

The subjects of research are the physic chemical, physic mechanical and technical and economic indicators of a thin-sheet composite made using gypsum, agricultural waste and a chemical modifier.

Research methods. The studies were based on the modern methods of physical and chemical analysis, standard methods for studying the quality indicators of gypsum stone, mathematical methods for designing compositions and optimizing the technological stages of manufacturing thin-sheet products, statistical methods for processing of the research results.

The scientific novelty of the dissertation research is as follows:

the optimal ratio of rice straw considered as agricultural waste, functional additive "Frem Nanogips" and low grade gypsum binder in the production of thin-walled gypsum sheets with maximum bending strength and impact resistance has been determined;

for the first time, the effectiveness of using rice stalks refined by the method of two-stage soaking in a solution of chemical reagents as a reinforcing element has been established;

it is proved that the increase in the strength of the composite sheet occurs due to a positive effect on the structure formation of the composite material as a result of roughing the fiber surface by ennobling rice stalks and reducing the size of crystals of dihydrate gypsum due to the addition of the additive "Frem Nanogips";

a mathematical model has been developed that expresses the dependence of the flexural strength of thin-walled composite sheets on the number of components (additive "Frem Nanogips", plant fiber, gypsum binder);

the effectiveness of dispersed reinforcement of a composite sheet with rice straw fibers, which provides an increase in impact strength and an improvement in the nailing index has been proven.

Practical results of the research:

the optimal composition of the reinforced gypsum binder for composite sheets, which is characterized by the following physical and mechanical characteristics: ultimate strength in bending - 5.43 MPa, specific resistance to pulling out

screws - 41.5 N / mm, thermal conductivity - 0.242401 W / (m K) has been developed;

an optimal technology for obtaining pulp from plant raw materials (rice straw), suitable for reinforcing thin-walled materials based on gypsum, has been developed;

a technical and economic calculation of capital investments and material costs for the production of composite sheets based on rice straw and gypsum binder has been made.

The reliability of the results of scientific conclusions and recommendations of the dissertation work is provided by a large amount of experimental data obtained using modern test and research methods (scanning electron microscopy, FTIR, mercury porosimetry, etc.), as well as correlation and statistical processing of experimental results of high convergence.

Scientific and practical significance of the research results.

The scientific significance of the research results is explained by the expansion of ideas about the mechanism of formation of the structure of gypsum systems in the presence of functional chemical additives and reinforcing fibrous elements based on rice stalks, which are considered agricultural waste.

The practical significance of the research results is characterized by application and testing in production conditions and determining the optimal composition of a high-strength thin-walled composite sheet based on a gypsum binder β -modification, a functional additive and refined rice stalks.

Implementation of research results. Based on the results of the studies on the development of the composition of a composite sheet based on gypsum and agricultural waste:

a fibrous material based on rice straw has been prepared and used to produce 34 pcs. sheets with dimensions of 2500x1200x15 mm at the JV "GOLD KAPITAL GIPS" LLC (reference record of the "Uzpromstroyaterialy" association No. 05 / 13-2530 dated October 11, 2021). As a result, an economic effect from the production of 34 sheets made up 1,054,512 UZS.

according to the technological recommendations of the authors the finishing sheets with a total area of 1053 m² have been produced at the "SHO'RSUV BARAKA GIPS" LLC (reference record of the "Uzpromstroyaterialy" association No.05/13-2530 dated October 11, 2021). As a result of the implementation of the recommendations, a total economic effect of producing sheets with an area of 1053 m² made up 9,049,060 UZS, and it also became possible to manufacture products with a bending strength of 5.40 MPa;

the developed composition based on refined rice straw has been introduced into the production process at the "EVOECOTECH" LLC (reference record of the "Uzpromstroyaterialy" association No.05/13-2530 dated October 11, 2021). A total economic effect achieved from the implementation of the research developments made up 2,112,128 UZS from the production of 65 sheets with an area of 198 m².

Approbation of work. The main results of the research have been reported and discussed at 3 international and 4 republican scientific conferences.

Publication of research results. 15 scientific works on the topic of the dissertation work have been published, including 8 scientific articles, including 3 in the SCOPUS database, 3 in peer-reviewed foreign publications, 2 in republican scientific journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan.

Structure and scope of work. The dissertation consists of an introduction, 5 chapters, general conclusions, conclusions, a list of references of 54 titles and appendices. The work is presented on 102 pages of typewritten text, includes 38 tables, 33 figures.

CONCLUSION

Based on the results of the research carried out in the framework of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) on the topic "Development of the composition and application of a composite sheet based on gypsum and agricultural waste", the following conclusions have been formulated:

1. To implement the set task of developing an effective thin-sheet material based on gypsum, it is proposed to use specially prepared delignified rice straw as a reinforcing element, as well as an additive for gypsum mixtures "Frem Nanogips".

2. For the first time, an energy-efficient technology of mechanochemical delignification of rice straw has been developed, which consists of a two-stage long-term soaking in a solution of chemical reagents and dispersion, providing the output of highly dispersed fibrous products suitable for use as reinforcing additives with a yield of 66.8% of the mass of processed raw materials and an ash content of 6.54%.

3. Based on the methods of experimental mathematical planning, a relationship that connects the physical and mechanical characteristics of the designed material with the number of used components has been established. An optimal model that minimizes the consumption of all components of the composite with the required parameters has been developed: physical and mechanical (bending strength 5.43 MPa), thermal insulation (thermal conductivity 0.24 W/(m·K), thermal resistance 0.062 m²·K/W).

4. It has been theoretically substantiated and experimentally confirmed that a combined use of refined rice straw with a "Frem Nanogips" additive in a gypsum-fiber mixture the surface of natural fibers acquires a relief appearance, which leads to the formation of fine-crystalline gypsum dihydrate at the matrix-fiber interface.

5. The formation of small crystals of calcium sulfate dihydrate at the "matrix-fiber" interface has been found to provide an increase in the adhesion of the fibers to the gypsum stone - the flexural strength increases by 36%.

6. For the first time, the effectiveness of dispersed reinforcement of a composite sheet with rice straw fibers, refined by the soaking method, providing an in-

crease in impact strength (impact resistance 42.7 J/cm^3) and an improvement in the nailing indicator (specific resistance to pulling out screws 41.5 N/mm), has been established.

7. In the course of experimental-production approbation at three production enterprises the use of the developed composition of the composite finishing sheet with the gypsum additive "Frem Nanogips" and natural fiber gave an economic effect in the amount of 12,215,700.8 UZS per batch of 1351 m^2 .

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Технология подготовки волокнистого заполнителя из рисовой соломы и изучение его взаимодействия с модифицированной гипсовой матрицей // Вестник ТашИИТ, Специальный выпуск, 2020 г. ISSN 2091-5365.(05.00.00. №11)
2. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Исследование взаимодействия облагороженных стеблей риса с модифицированной гипсовой матрицей // Научно-технический журнал Ферганского политехнического института. 2020 г. №5 24-том. 60-67 с. (05.00.00. №20)
3. Anvar Adilhodzhaev, Bunyod Igamberdiev, Dilshodkhon Kodirova, Davlyatov Shohrux, Akbarjon Marufjonov, Said Shaumarov. The study of the interaction of adhesive with the substrate surface in a new composite material based on modified gypsum and treated rice straw // Solid State Technology. Volume-63 Issue-6, 2020 y. pp. 446-450. ISSN: 0038-111X. IF 0.333)
4. Anvar Adilhodzhaev, Bunyod Igamberdiev, Said Shaumarov. Analysis of the potential of rice straw as a fibrous filler of composite gypsum sheets // European Journal of Molecular & Clinical Medicine. 2020, Volume 7, Issue 2, Pages 725-729. ISSN: 2515-8260. IF 8.111)
5. Anvar Adilhodzhaev, Bunyod Igamberdiev, Dilshodkhon Kodirova, Shokhrukh Davlyatov, Akbarjon Marufjonov, Said Shaumarov. The study of the interaction of adhesive with the substrate surface in a new composite material based on modified gypsum and treated rice straw // European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 2020, Volume 7, Issue 2, Pages 683-689 ISSN: 2515-8260. IF 8.111)
6. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Взаимодействие адгезива с поверхностью субстрата в композиционном материале на основе модифицированного гипса и облагороженной соломы риса // Международный научный журнал “Проблемы современной науки и образования”. 2020 г. № 6-2 (151). С. 11-18. (№43 Universal Impact Factor. IF 0.29)
7. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Исследование взаимодействия адгезива с поверхностью субстрата в гипсоволокнистом материале // Международный электронный научный журнал «Universum: технические науки». 2020 г. № 6(75). (02.00.00. №1)

8. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Изготовление волокнистого заполнителя из рисовой соломы и изучение его адгезивных свойств // Международный электронный научный журнал «Universum: технические науки». 2020 г. № 6(75). (02.00.00. №1)

II бўлим (II часть; part II)

9. Игамбердиев Б.Г. Влияние наполнителей из техногенных отходов на свойства гипсовых вяжущих // Материалы республиканской научно-технической конференции «Инновационные технологии в архитектуре и градостроительстве: Актуальные проблемы проектирования, возведения, реконструкции и модернизации современных зданий и сооружений». 2017 г. 208-210 с.

10. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Исследование влияния армирования различными волокнами на прочность гипсовых композитов // Сборник докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова) «Наука и инновации в строительстве». 2018 г. С. 383-385.

11. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Исследование влияния пластификатора на прочностные характеристики гипсошерстеного композита // Материалы республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных ученых “Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном строительстве” выпуск №14, 2019 г. С. 43-45.

12. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Технология подготовки волокнистого заполнителя из рисовой соломы и изучение его взаимодействия с модифицированной гипсовой матрицей // Материалы республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных ученых. “Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте”. Инновационные технологии в строительстве. 2020 г. №15

13. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Облагораживание стеблей риса с целью улучшения адгезивных свойств // «Совершенствование и внедрения инновационных идей в области химии и химической технологии» сборник докладов и тезисов международной научно-технической конференции. 2020 г. 336-340 с.

14. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Технология обработки рисовой соломы для эффективного использования в качестве волокнистого заполнителя в дисперсно-армированных строительных листах // «Совершенствование и внедрения инновационных идей в области химии и химической технологии» сборник докладов и тезисов международной научно-технической конференции. 2020 г. 406-411 с.

15. Адилходжаев А.И., Игамбердиев Б.Г. Метод эффективного использования рисовой соломы для дисперсного армирования строительных листов // Республиканская научно-практическая онлайн конференция «Актуальные проблемы проектирования, возведения, реконструкции и модернизации современных зданий-сооружений и их конструкций» 2021 г. 182-185 с.

Автореферат “ТДТрУ ахборотномаси” илмий-амалий журнал тахририятида
тахрирдан ўтказилди ва матнларнинг мослиги текширилди
(11.12.2021 йил).

Қогоз бичими 60x80 ¹/₁₆. Ризограф босма усули Times гарнитураси
Шартли босма табоги: 2,5 б.т. Адади 70 нусха. Буюртма № 43-17/2021
Нашрга рухсат этилди: 11.12.2021й.

Тошкент давлат транспорт университети босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100167, Тошкент ш., Темирийўлчилар кўчаси, 1-уй.

