

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/2025.27.12.T.04.08 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ҚОРАҚАЛПОҚ ТАБИИЙ ФАҢЛАР ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

ОЧИЛОВ СИРОЖ ЎРАЗБОЙ ЎҒЛИ

**ҚОРАҚАЛПОҒИСТОН ВЕРМИКУЛИТЛАРИНИ БОЙИТИШ
АСОСИДА МУРАККАБ ЎҒИТЛАР ОЛИШНИНГ ЧИҚИНДИСИЗ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосида материаллар технологияси

**ТЕХНИКА ФАҢЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Нукус – 2026

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Очилов Сирож Ўразбой ўғли

Қорақалпоғистон вермикулитларини бойитиш асосида мураккаб ўғитлар
олишнинг чиқиндисиз технологиясини ишлаб чиқиш3

Очилов Сирож Уразбой угли

Разработка безотходной технологии получения сложных удобрений
на основе обогащения вермикулитов Каракалпакстана.....21

Ochilov Siroj Urozboy ugli

Development of waste-free technology for obtaining complex fertilizers
based on the enrichment of vermiculites of Karakalpakstan39

Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works.....43

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/2025.27.12.T.04.08 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ҚОРАҚАЛПОҚ ТАБИИЙ ФАҢЛАР ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ
ИНСТИТУТИ**

ОЧИЛОВ СИРОЖ ЎРАЗБОЙ ЎҒЛИ

**ҚОРАҚАЛПОҒИСТОН ВЕРМИКУЛИТЛАРИНИ БОЙИТИШ
АСОСИДА МУРАККАБ ЎҒИТЛАР ОЛИШНИНГ ЧИҚИНДИСИЗ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.13 – Ноорганик моддалар ва улар асосида материаллар технологияси

**ТЕХНИКА ФАҢЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Нукус – 2026

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2025.3.PhD/T5829 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Қорақалпоқ табиий фанлар илмий-тадқиқот институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.karsu.uz) ҳамда «Зиёнет» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий рахбар:

Алланиязов Давран Оразымбетович
техника фанлари доктори, катта илмий ходим

Расмий оппонентлар:

Қурбаниязов Рашид Қалбаевич
техника фанлари доктори доцент

Умиров Фарход Эргашевич
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Наманган давлат техника университети

Диссертация химояси Қорақалпоқ давлат университети ҳузуридаги DSc.03/2025.27.12.T.04.08 рақамли Илмий кенгашнинг «24» октябр 2026 йил соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 230112, Нукус ш., Ч. Абдиров кўчаси 1. Тел.: (+99861) 223-60-47; факс: (+99861) 223-60-78; e-mail: karsu_info@edu.uz, Қорақалпоқ давлат университети

Диссертация билан Қорақалпоқ давлат университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№ 582 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 230112, Нукус ш., Ч. Абдиров кўчаси 1. Тел.: (+99861) 223-60-47; факс: (+99861) 223-60-78;).

Диссертация автореферати 2026 йил «7» октябр куни тарқатилди.
(2026 йил « 7 октябр» даги 4-рақамли реестр баённомаси).



А.М. Реймов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, т.ф.д., профессор,
академик

С.А. Казахбаев
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш котиби, т.ф.ф.д.(PhD)

Ш.Н. Туремуратов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий
семинар раиси, к.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Охирги йилларда дунёда қишлоқ хўжалиги учун зарур бўлган сувнинг кескин танқислиги кузатилмоқда. Бундай шароитда қишлоқ хўжалигида ушбу муаммони бартараф этишнинг энг маъқбул усули тупроқда намлик сақловчи маҳаллий ўғитларни қўллаш ҳисобланади. Тупроқларни озуқа моддалари билан таъминлайдиган янги турдаги мураккаб ўғитлар олишнинг юқори самарали технологияларни яратиш ҳозирги кундаги энг долзарб масалалардан ҳисобланади. Хусусан, юқори цорбсиён хусусиятларга эга, ҳамда макро ва микро элементларнинг самарали матрица ташувчи рулини бажариши мумкин бўлган табиий қатламли ва ғовакли минераллар асосида маҳсулотлар ишлаб чиқариш алоҳида аҳамият касб этади. Бу борада юқори сифатли агро рудаларнинг ўрнини босувчи ҳамда тупроқ унумдорлигини ва экинлар ҳосилдорлигини оширишда муҳим ҳисобланган вермикулит хомашёларини қайта ишлашга асосланган самарали ва инновацион технологияларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

Дунёда вермикулит сақловчи турли препаратларни олиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариши, жумладан, сабзавотчилик ва полизчилик, шолчилик, пахтачилик, ғаллачилик каби тармоқлар интенсивлашган шароитда тупроқнинг юқори ҳосилдорлиги ва унумдорлигини таъминлаш учун азотли, фосфорли ва калийли ўғитлар меъёрларига риоя қилиш айниқса муҳимдир. Бироқ, кўплаб ўғит маркаларида вермикулитлар ва бошқаларда сезиларли миқдорда мавжуд бўлган микроэлементлар мавжуд эмас. Бундан ташқари, вермикулитларни бойитиш ва қайта ишлаш ҳамда улар асосида мураккаб ўғитлар ва шўрланишни камайтириш ва тупроқ структурасини яхшилаш учун турли воситалар олишнинг мураккаб ва рационал технологияларини ишлаб чиқишга йўналтирилган тадқиқотлар натижаларининг маълумотлар базаси мавжуд эмас. Шу нуқтаи назардан, Қорақалпоғистон вермикулити асосида тупроқ шўрланишини камайтириш ва структурасини яхшилаш учун мураккаб ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш зарур.

Республикамизда олиб борилаётган кенг қўламли илмий-тадқиқот ва инновацион ишлар натижасида тупроқ шўрланишини камайтиришга ва унинг структурасини яхшилашга хизмат қилувчи азотли, фосфорли, калийли ҳамда мураккаб органоминерал ўғитлар ва препаратлар ишлаб чиқаришда ютуқларга эришилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясининг учинчи йўналишида “саноат сиёсатини амалга оширишни давом эттириш, ялпи ички маҳсулотда саноат улушини ошириш ва саноат маҳсулотлари ишлаб чиқариш ҳажмини 1,4 баробарга ошириш”¹ га қаратилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада Қорақалпоғистон вермикулитларини бойитиш асосида тупроқ шўрланишини камайтириш ва

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон "Янги тараққиёт стратегияси тўғрисида"ги Фармони. 2022-2026 йилларга мўлжалланган.

структурасини яхшилаш учун мураккаб ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони, «Мамлакат тараққиётининг 2030 йилгача мўлжалланган устувор йўналишлари доирасида ислохотларни изчил давом эттириш ва янги босқичга олиб чиқишнинг қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида»ги 2026 йил 16 февралдаги ПФ-21-сонли Фармони, «Илм-фанни 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида»ги 2020 йил 29 октябрдаги ПФ-6097-сонли Фармони, 2019 йил 23 октябрдаги ПФ-5853-сонли «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги қарори, шунингдек, мазкур соҳага оид бошқа норматив-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларнинг бажарилишига муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланишининг асосий устувор йўналишларига мувофиқлиги. Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологияларни ривожлантиришнинг VII устувор йўналиши - «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар» га мувофиқ равишда бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Илмий-техник адабиётларда вермикулитларни бойитиш ва қайта ишлаш асосида азотли-фосфорли-калийли мураккаб ўғитлар олишга оид муайян ҳажмдаги илмий материаллар мавжуд бўлиб, бу борада Набиев М.Н., Якубов Р., Беглов Б.М., Намазов Ш.С., Амирова А.М., Сейтназаров А.Р., Реймов А.М., Ахтиямов Р.Я., Арипов А.Р., Сайдахмедов А.А., Сабиров Б.Т., Умиров Ф.Е. ва бошқаларнинг тадқиқотлари маълум аҳамият касб этади. Ушбу ишлар доирасида фосфат хомашёсини азот кислотаси ёрдамида қайта ишлаш, сульфат кислота иштирокида парчалаш орқали экстракцион фосфор кислотасини олиш, ёки термик ишлов бериш натижасида термофосфатлар деб аталувчи маҳсулотларни ҳосил қилиш масалалари ёритилган. Шунингдек, вермикулит рудаларини бойитиш ва қайта ишлаш технологиялари, кўпчитилган вермикулит ишлаб чиқариш, унинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш, ҳамда вермикулит асосида иссиқликка чидамли материаллар олиш билан боғлиқ масалалар ҳам тадқиқ этилган.

Жаҳонда Theocharis Chatzistathis, Evgenia Papaioannou, Anastasia Giannakoula, Ioannis E. Papadakis, Zhuang Liu, Yumei Tan, Rui Li, Narumon Phaonakrop, B. D. Balgysheva, D. G. Baltabayeva, I. A. Massalimov, F. Kh. Urakayev ва бошқалар томонидан вермикулитни механокимёвий фаоллаштириш ва қайта ишлаш бўйича қатор илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган, уларда вермикулитнинг тупроқ сифатини яхшилаш, ўсимликлар хавфсизлигини таъминлаш ҳамда сорбентлар олиш технологияларини ишлаб чиқишдаги салоҳияти кўрсатиб берилган.

Шу билан бирга, вермикулитларни қайта ишлаш жараёнида улардан фойдаланиш ҳисобига яхшиланган физик-кимёвий хоссаларга эга мураккаб

Ўғитлар олиш масаласи етарлича ўрганилмаган. Бундан ташқари, Қорақалпоғистон тупроқлари шўрланишини камайтириш ва уларнинг структурасини яхшилашга мўлжалланган воситалар, шунингдек, мураккаб ўғитлар яратиш ҳамда вермикулитни рационал қайта ишлаш технологияларини ишлаб чиқишга қаратилган тадқиқот натижалари базаси мавжуд эмас.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Қорақалпоқ табиий фанлар илмий-тадқиқот институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг "Қорақалпоғистон агрорудалари асосида янги турдаги органоминерал ўғитлар олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш" (2021-2026 йй.) мавзусидаги фундаментал лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Қорақалпоғистон вермикулитларини бойитиш ва қайта ишлашнинг чиқиндисиз технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда улар асосида самарали мураккаб ўғитлар олишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

вермикулитларни бойитиш ва қайта ишлаш асосида мураккаб ўғитлар ҳамда турли препаратлар олиш бўйича адабиётлар шарҳи мониторингини ва патент қидирувини амалга ошириш;

Қорақалпоғистондаги Тебинбулоқ кони вермикулитининг элемент, кимёвий ва минералогик таркибини аниқлаш;

вермикулитни механик ва термик бойитиш жараёнига таъсир қилувчи асосий омилларни аниқлаш бўйича тақиқодлар олиб бориш, вермикулитга термик ишлов бериш орқали унинг сувга нисбатан сорбцион ва десорбцион хоссаларини ўрганиш;

вермикулит, глауконит, сапропель, фосфогипс ва турли ўғитлар асосида мураккаб ўғитлар олиш жараёнини тадқиқ қилиш;

олинган оралиқ ва якуний маҳсулотларни кимёвий, элемент, микроскопик, рентгенографик, хроматографик ҳамда дифференциал-термик таҳлил усуллари асосида тадқиқ қилиш;

вермикулит асосида мураккаб ўғитлар олиш жараёнининг режимларини аниқлаш ва принциал технологик схемаси таклиф қилиш, шунингдек, ишлаб чиқарилган ўғитларнинг товар ва агрокимёвий хоссаларини аниқлаш;

“ALBASE” МЧЖ корхонасининг модел ускунаси ва саноат қурилмаларида мураккаб ўғитлар ишлаб чиқариш бўйича технологик параметрларини синовдан ўтказиш;

таклиф этилаётган технология асосида таркибида вермикулит бўлган мураккаб ўғитлар ишлаб чиқаришни ташкил этиш бўйича технологик регламентларни тайёрлаш ҳамда техникий-иқтисодий самарадорликни ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Қорақалпоғистон Тебинбулоқ вермикулитлари ва уларнинг бойитилган концентратлари, Қрантов глауконитлари, Кушканатов сапропеллари, фосфогипс, шунингдек, азотли, фосфорли ҳамда калийли мураккаб минерал ўғитлардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг предмети Тебинбулоқ кони вермикулит концентрати асосида мураккаб ўғитлар олиш ва уни бойитиш босқичидан кейин вермикулитнинг физик-кимёвий ҳамда технологик хусусиятларининг ўзгариш қонуниятларини аниқлаш ва технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқот усуллари. Диссертация ишида термогравиметрик, графоаналитик, рентгенофазавий, ИҚ-спектроскопик, сканерловчи электрон-микроскопик (SEM), масс-спектрометрик ISP-MS, хроматографик, физик-кимёвий ва агрокимёвий тадқиқот усулларидадан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

Тебинбулоқ кони вермикулитининг таркиби физик-кимёвий таҳлил усуллари ёрдамида аниқланган, ва вермикулит минерали таркибини қуйидаги компонентлар (оғирлик %): K_2O - 8,04; MgO - 11,2; TiO_2 - 2,11; Fe_2O_3 - 13,2; Al_2O_3 - 18,9; CaO - 1,12; SiO_2 - 44,3 ташкил этиши ҳамда ушбу хомашёни мураккаб минерал ўғитлар ишлаб чиқаришда қўллаш имкониятлари илмий жиҳатдан асосланган;

вермикулитни бойитишнинг мақбул технологик схемаси таклиф қилинган ва кенг оралиқда технологик параметрларни ўзгартириш шароитида вермикулит концентрати таркибининг ўзгариш қонуниятлари назарий асосланган;

илк бор бойитилган вермикулит ва ўғитсфат тузлар асосида белгиланган агрокимёвий хусусиятларга эга мураккаб ўғит композицияларини яратишнинг илмий асосланган ёндашуви ишлаб чиқилган;

вермикулит концентратлари ва улар асосида олинган мураккаб ўғитларнинг минералогик, элемент, тузли таркиби ҳамда товар хоссалари аниқланган;

Қорақалпоғистоннинг Тебинбулоқ кони вермикулитлари асосида маҳаллий қўллаш учун турли маркадаги мураккаб ўғитлар олишнинг чиқиндисиз технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

Тебинбулоқ вермикулитларини механик ва термик бойитиш жараёнининг мақбул технологик параметрлари аниқланган;

вермикулитни бойитишнинг принципаал технологик схемаси таклиф этилган бўлиб, унда бир босқичли майдалаш, руда таркибидан темир сақловчи, рангли металллар ва бошқа аралашмаларни ажратиб олиш ҳамда вермикулит концентратини фракциялар бўйича саралаш жараёнлари ишлаб чиқилган;

маҳаллий хомашёлар вермикулит, глауконит, сапропел, биогумус ва фосфогипс чиқиндиси ҳамда аммофос, карбамиддан иборат мураккаб ўғитлар олишнинг технологияси ишлаб чиқилган, модел ва саноат қурилмаларида ишлаб чиқаришнинг технологик режимлари аниқланиб, принципаал технологик схемаси таклиф қилинган, ишлаб чиқарилган мураккаб ўғитнинг тажрийба партиялари “Қорақалпоғистон дехқончилик илмий-тадқиқот” институти дала майдонларида агрокимёвий синовлардан ўтказилган;

ишлаб чиқилган ўғитлар қўлланилганда тупроқнинг агрокимёвий хоссаларининг яхшиланиши, гумус миқдори 1,49% гача, ҳаракатчан фосфор 120 мг/кг гача ошиши, рН кўрсаткичи 8,5 дан 8,0 гача пасайиши, ишқорийликнинг камайиши ва тупроқ шўрланиши 0,450-0,564% гача пасайиши аниқланган.

таклиф этилган технологик схема «ALBASE» МЧЖ корхонасида маҳсулотнинг тажриба партиясини ишлаб чиқариш билан тажриба-саноат синовларидан ўтказилган ва янги турдаги мураккаб ўғитлар олишни ташкил этиш учун меъёрий-техник ҳужжатлар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги таҳлилнинг кимёвий ва физик-кимёвий усуллари мажмуасидан, жумладан, термогравиметрик, рентгенофазавий, ИҚ-спектроскопик, сканерловчи электрон-микроскопик (SEM), масс-спектрометрик ISP-MS ва хроматографик усуллардан фойдаланилганлиги билан асосланади. Шунингдек, ушбу натижалар йириклаштирилган тажриба-саноат ва агрокимёвий синовлар натижалари билан тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти Қорақалпоғистоннинг Тебинбулоқ кони вермикулитларини бойитиш ва ўғитли тузлар иштирокида қайта ишлаш орқали мураккаб минерал ўғитлар олиш жараёнининг кимёвий, физик-кимёвий ҳамда технологик қонуниятларига оид янги маълумотлар олинганлиги, шунингдек, вермикулитни бойитишнинг мақбул технологик параметрлари ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти, Тебинбулоқ вермикулитлари асосида маҳаллий қўлланиладиган мураккаб минерал ўғитлар олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилганлиги билан белгиланади. Ушбу чиқиндисиз технологиянинг жорий этилиши ҳудуд иқтисодиётининг арзон ва юқори самарали мураккаб ўғитларга бўлган эҳтиёжини таъминлашга, маҳаллий хомашё негизида озуқа моддаларининг белгиланган нисбатларига эга ўғитлар ишлаб чиқариш эса уларни минтақада қўллашда транспорт ва бошқа эксплуатация харажатларини сезиларли даражада тежашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қорақалпоғистон вермикулитларини бойитиш асосида мураккаб ўғитлар олишнинг чиқиндисиз технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Қорақалпоғистон вермикулитлари ва минерал тузлар асосида мураккаб ўғитлар ишлаб чиқариш технологияси «ALBASE» МЧЖ да амалиётга жорий қилинган (Қорақалпоғистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2026 йил 1 июндаги 04/10-2160-сон маълумотномаси) Натижада маҳаллий қўллашга мўлжалланган янги турдаги мураккаб ўғитлар ишлаб чиқаришга жалб қилиш имконини берган.

Қорақалпоғистон вермикулит, глауконит, сапропель, биогумус ва фосфогипс асосида мураккаб гранулаланган NPK-ўғитлар олиш технологияси «ALBASE» МЧЖ тажриба-саноат қурилмасида апробациядан ўтказилиб, амалиётга жорий этилган (Қорақалпоғистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2026 йил 1 июндаги 04/10-2160-сон маълумотномаси).

Натижада ишлаб чиқилган ечимларни қўллаш ҳисобига пахта хомашёси ҳосилдорлигини 6,5 ц/га га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 4 та республика миқёсидаги илмий-амалий конференцияларда маъруза қилинган ҳамда муҳокама этилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 12 та илмий иш чоп этилган бўлиб, шундан 5 таси илмий мақолалардан иборат. Жумладан, уларнинг 2 таси республика, 3 таси эса хорижий журналларда нашр этилган. Мазкур журналлар Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини (PhD) эълон қилиш учун тавсия этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, тўрт боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Диссертациянинг умумий ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асослаб берилган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, объект ва предмети аниқланган. Шунингдек, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги белгиланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган. Олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти ёритилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга жорий этилиш ҳолати, эълон қилинган ишлар ва диссертация тузилиши ҳақида маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг биринчи боби **«Вермикулит рудаларини бойитиш ва уларнинг қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида мураккаб ўғитлар сифатида қўлланилиши»** деб номланган бўлиб, унда илмий-техник адабиётларда эълон қилинган ишлар таҳлили ва муҳокамаси келтирилган. Хусусан, хомашё аралашмаларини танлаш, таркибларни ишлаб чиқиш, вермикулитларнинг физик-кимёвий, физик-механик ва технологик хоссалари, уларни бойитиш ва қайта ишлаш усуллари, кўпчитиш жараёнлари, термик ишлов давомидаги фазавий ўзгаришлар, шунингдек, улар асосида мураккаб ўғитлар ишлаб чиқариш технологияси ҳамда уларнинг республика саноати ва қишлоқ хўжалигида қўлланилиши масалалари ёритилган. Шу билан бирга, вермикулит рудаларини мураккаб ўғитларга айлантиришга қаратилган бойитиш ва қайта ишлаш усуллари таҳлил қилинган. Вермикулитларни қайта ишлаш соҳасида нашр этилган ишлар танқидий таҳлил қилиниб, муҳокама асосида мазкур тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг **«Тебинбулоқ кони вермикулитининг таркиби ва хоссаларини физик-кимёвий таҳлил усуллари ёрдамида тадқиқ қилиш»** деб номланган иккинчи бобида Тебинбулоқ кони вермикулитининг таркиби, тузилиши ва хоссаларини тадқиқ қилишнинг бошланғич хом ашё материаллари ва физик-кимёвий усуллари батафсил кўриб чиқилган. Термик

ишлов беришда кимёвий-минералогик таркиб, структуравий ва фазавий ўзгаришлар рентгенфазали, дифференциал-термик, термогравиметрик, кимёвий ва микроскопик таҳлилларни ўз ичига олган мураккаб усулларида фойдаланилган. Намуналарнинг физик-механик хусусиятлари амалдаги стандартларга мувофиқ аниқланган. Вермикулит таркибининг термик кўпчиш жараёнларига ва материалларнинг эксплуатацион хусусиятларини шакллантиришга таъсирга алоҳида эътибор қаратилган.

Диссертациянинг «**Тебинбулоқ кони вермикулитини қайта ишлашга тайёрлаш жараёнининг технологик хусусиятлари**» деб номланган учинчи бобида дастлабки хомашёнинг физик-кимёвий ва минералогик таркиби, Тебинбулоқ кони вермикулитларини механик бойитишнинг технологик схемаси ва усуллари, вермикулитга термик ишлов беришда унинг сорбцион ва десорбцион хоссаларига таъсири, олинган мураккаб аралаш ўғитларнинг кимёвий ва минералогик таркиби, реологик ва товар хоссаларини ўрганиш натижалари келтирилган.

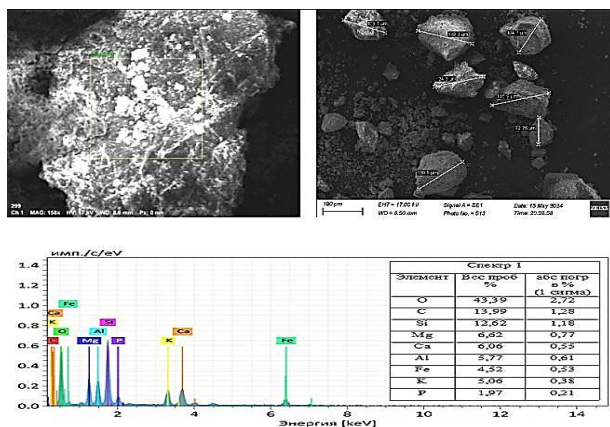
1-жадвалдан, минералнинг макрокомпонент асосини SiO_2 44,3 %, Al_2O_3 18,9 %, Fe_2O_3 13,2 % ва MgO 11,2 % ташкил этади. K_2O нинг нисбатан юқори миқдори 8,04 % коннинг генезиси билан боғлиқ бўлиб, хомашёнинг гидрослюдали табиатини акс эттиради. Қиздирилгандаги вазн йўқотилишининг (қвй) минимал қиймати 0,42 % учувчан аралашмалар улушининг пастлигини ва тадқиқ этилаётган концентратнинг юқори термик барқарорлигини тасдиқлайди

1-Жадвал

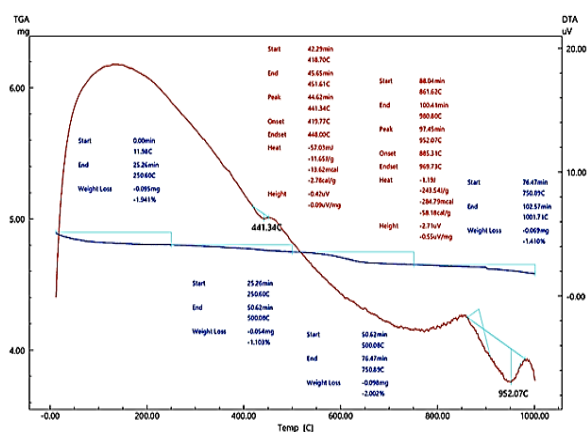
Тебинбулоқ кони вермикулитининг кимёвий таркиби

Компонентлар	Таркиби, оғирлик %.	Компонентлар	Таркиби, оғирлик %
SiO_2	44,3	MnO	0,09
Al_2O_3	18,9	Fe_2O_3	13,2
MgO	11,2	NiO	0,03
K_2O	8,04	ZnO	0,01
CaO	1,12	Rb_2O	0,02
TiO_2	2,11	SO_3	0,16
V_2O_5	0,16	SrO	0,01
Cr_2O_3	0,02	қвй	0,42
Σ %			99,79

Zeiss EVO®MA10 сканерловчи электрон микроскопи ёрдамида Тебинбулоқ кони вермикулитининг шакли ва тузилишининг турли катталаштириш даражаларида олинган намуналари юзасининг тасвирлари 1-расмда кўрсатилган. Мазкур намуналарнинг элемент таркиби бир вақтнинг ўзида микроскоп ҳамда энергетик дисперсион анализатор (Inca, Oxford Instruments, UK) ёрдамида (ЭДР-таҳлил) аниқланган. ЭДР-таҳлил натижаларига кўра, намуна таркибида куйидаги элементлар мавжудлиги аниқланди: О - 43,39%, С - 13,99%, Si - 12,62%, Mg - 6,62%, Ca - 6,06%, Al - 5,77%, Fe - 4,52%, К - 5,06%, Р - 1,97%.

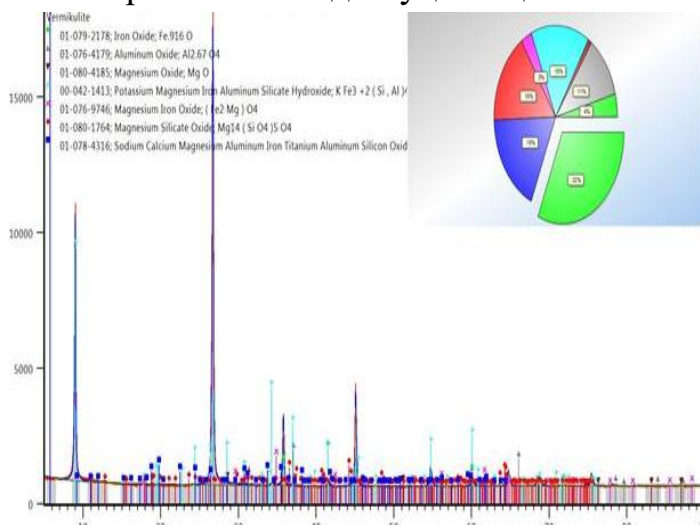


1-расм. Вермикулитнинг электрон микротасвирлари ва ЭДР-таҳлили



2-расм. Тебинбулоқ кони вермикулитининг ТГ-ДСК таҳлили

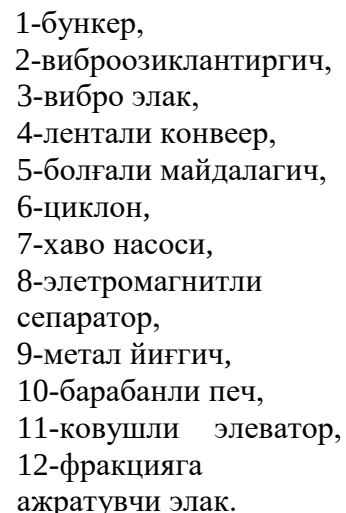
Термогравиметрик ва дифференциал-термик таҳлил натижаларига кўра, вермикулит кўп босқичли дегидратация жараёни билан тавсифланиши аниқланган. 250°C гача бўлган интервалда физик адсорбцияланган ва қатламлараро сувнинг чиқиб кетиши содир бўлиб, бу жараён тахминан 1,9 % масса йўқотилиши билан кузатилади. 250-500°C оралиғида минералнинг дегидроксилланиши ва структурасининг қайта тузилиши билан боғлиқ кўшимча масса йўқотилиши 1,1 %, бунда DTA-эгри чизиғида максимуми 441°C да бўлган эндотермик эффект қайд этилади. 500-750°C соҳасида массада сезиларли ўзгаришлар кузатилмайди, бу эса материалнинг термик барқарорлигидан далолат беради. 850-970°C интервалида эса максимуми тахминан 952°C атрофида бўлган жадал иссиқлик эффекти намоён бўлади, бу ҳолат фазавий ўзгаришлар ва кристалл тузилманинг бузилиши билан изоҳланади. Вермикулитнинг асосий структура ўзгаришлари 100-250°C, 400-500°C ва 900-1000°C ҳарорат оралиқларида содир бўлади, бу эса вермикулитни sanoatда қўллаш учун уни термик ишлов бериш ва кўпчителиш режимларини танлашда муҳим аҳамиятга эга.



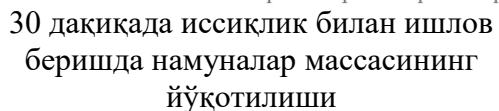
3-расм. Вермикулитнинг рентгенофазавий таҳлили

Вермикулитнинг 3-расмдаги рентгенограммасида 2θ бурчак оралиғида CuKα-нурланишдан фойдаланиб бажарилган рентгенфазали таҳлил (XRD) натижалари кўрсатилган. Дифракцион манзара таҳлили тадқиқ этилаётган намунанинг минералогик таркибини аниқлаш ва асосий кристаллик фазаларни идентификация қилиш имконини берди.

Олинган маълумотлар асосида вермикулитни бойитишнинг принципал технологик схемаси таклиф этилган (4-расм).



Вермикулит концентратини олиш учун маълум фракцион таркибгача майдаланган вермикулит рудаларидан фойдаланилади. Талабга мувофиқ майдаланган вермикулит рудаларининг фракцион таркиби $-4+2$ мм, $-2+1$ мм ва -1 мм бўлиши лозим. Тебинбулок кони вермикулитини бойитиш ва кайта ишлашнинг технологик схемаси бир босқичли майдалаш, рудалардан темир сакловчи, рангли металллар ва бошқа аралашмаларни ажратиб олиш ҳамда вермикулит концентратини элакларда фракцияларга саралашни ўз ичига олади. Намуналар массасининг йўқотилиш миқдори қиздириш ҳароратига фракциялар ўлчамига ҳам сезиларли даражада боғлиқ. Ҳароратнинг $400-800$ °С оралиғида кўтарилиши ва заррачалар ўлчамининг камайиши билан масса йўқотилишининг ортиши кузатилади, уларнинг қийматлари $0,55$ дан $2,45\%$ гача ўзгаради.



Қиздириш давомийлиги мин.	Намуна рақами ва ўлчами			
	1 мм	2 мм	3 мм	4 мм
дастлабки	19,21	18,72	17,54	16,8
20	18,82	18,36	17,12	16,4
40	18,54	18,07	16,82	16,15
60	18,17	17,70	16,42	15,80
120	17,50	17,07	15,72	15,20

13

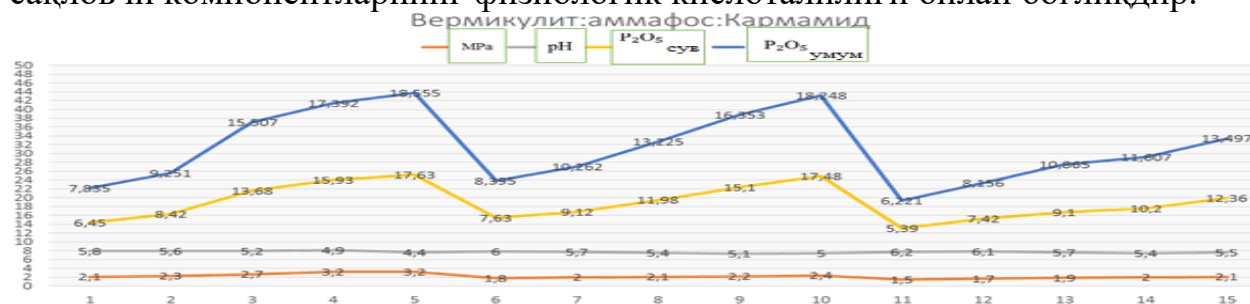
Заррачалар ўлчами кичрайиши ва жараён давомийлиги ортиши билан намуналарнинг адсорбцион қобилияти ортади, десорбцион қобилияти эса пасаяди. Фракциялар ўлчами камайиши билан намликнинг нисбий адсорбцияланиш даражаси 16,8 дан 19,21% гача ортади. 120 дақиқадан сўнг 30 °С ҳароратда қолдиқ намлик миқдори 14,29; 12,12; 4,58 ва 1,31% ташкил этади.

2-жадвал

Тебинбулак вермикулитлари асосида олинган мураккаб аралашмали ўғитлар таркиби

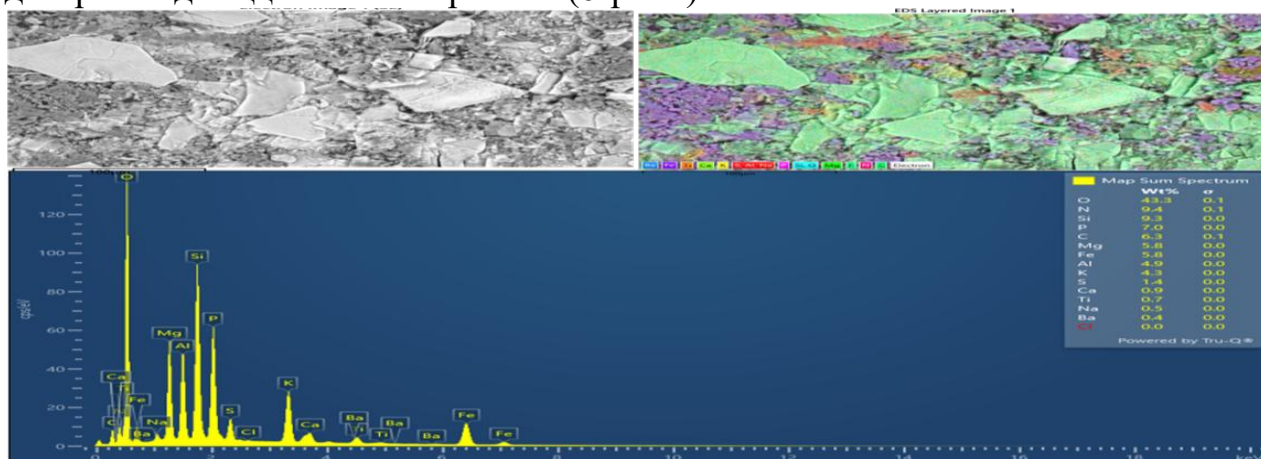
№	Вермикулит %	Аммофос	Карбамид	N: P ₂ O ₅	pH	P ₂ O ₅ % жам	P ₂ O ₅ % сувда	СаО жам	СаО сувда	Грануланнинг хажмий таркиби мм %			Гранулаламус таҳкамлиги МПа
										2 >	2 < 4 >	4 <	
1	40	21,9	38,1	2\1	5,8	7,835	4,181	3,180	0,517	17	65	18	2,1
2	40	26,78	33,22	1,5\1	5,6	9,251	4,706	4,078	0,585	6	77	17	2,3
3	40	34,5	25,5	1\1	5,2	15,507	6,414	7,847	0,867	14	71	15	2,7
4	40	42,67	17,33	1\1,5	4,9	17,392	7,675	8,978	1,211	9	73	18	3,2
5	40	47,6	12,4	1\2	4,4	18,555	8,498	3,578	1,287	7	75	18	3,2
6	50	18,25	31,75	2\1	6	8,395	6,02	2,782	1,124	17	65	18	1,8
7	50	22,31	27,69	1,5\1	5,7	10,262	6,13	2,924	1,562	6	77	17	2
8	50	28,75	21,25	1\1	5,4	13,225	6,32	5,624	2,245	14	71	15	2,1
9	50	35,55	14,45	1\1,5	5,1	16,353	6,51	6,224	2,865	9	73	18	2,2
10	50	39,67	10,33	1\2	5	18,248	6,53	8,325	3,542	7	75	18	2,4
11	60	14,6	25,4	2\1	6,2	6,221	5,396	2,152	0,796	23	55	22	1,5
12	60	17,85	22,15	1,5\1	6,1	8,156	5,954	1,855	0,657	21	60	19	1,7
13	60	23	17	1\1	5,7	10,865	6,536	1,481	0,586	7	68	25	1,9
14	60	28,45	11,55	1\1,5	5,4	11,607	6,935	1,657	0,518	12	77	11	2
15	60	31,73	8,27	1\2	5,5	13,497	7,809	1,393	0,451	8	83	9	2,1

2-жадвал маълумотлари «вермикулит – аммофос – карбамид» тизими компонентларининг нисбати олинган мураккаб ўғитларнинг физик-кимёвий ва гранулометрик хусусиятларига таъсирини акс эттиради. Тадқиқотлар вермикулитнинг 40 - 60 % ли миқдорларида ўтказилди, бунда озуқа компонентларининг N:P₂O₅ нисбати 2:1 дан 1:2 гача бўлган интервалда ўзгарди. Олинган натижалар шуни кўрсатдики, композиция таркибида аммофос улушининг ортиши умумий ва сувда эрувчан фосфор миқдорининг ошиши билан кузатилади. Хусусан, вермикулит миқдори 40 % бўлганда ва N:P₂O₅ нисбати 2:1 дан 1:2 га ўтилганда, умумий P₂O₅ миқдори 7,835 % дан 18,555 % гача, сувда эрувчан P₂O₅ эса 4,181 % дан 8,498 % гача ортади. Худди шундай тенденция вермикулит миқдори 50 ва 60 % бўлган намуналарда ҳам кузатилади. Компонентлар таркибининг ўзгариши муҳитнинг кислоталилигига ҳам таъсир кўрсатади. Тадқиқ этилаётган намуналарнинг pH қийматлари 4,4 - 6,2 оралиғида эканлиги аниқланди. Аммофос улуши ортиши билан муҳит pH қийматининг бир оз пасайиши кузатилади, бу эса фосфор сақловчи компонентларнинг физиологик кислоталилиги билан боғлиқдир.



6-расм. Вермикулитли мураккаб ўғитлар натижаларининг график интерпретацияси

Умумий ва сувда эрувчан СаО миқдори бошланғич компонентларнинг нисбатига қараб ўзгаради. Таркибида 40 ва 50 % вермикулит бўлган намуналар учун аммофос улушининг ортиши кальций миқдори кўпайишига ёрдам беради, вермикулит миқдори 60 % бўлганда эса СаО қийматлари нисбатан пастлигича қолади. Бу вермикулитнинг суюлтирувчи таъсирида ва тизимдаги минерал компонентлар концентрациясининг камайиши билан боғлиқдир. Гранулометрик таҳлил натижаларига кўра, 2-4 мм ли фракция 55-83 % ни ташкил этиб, устунлик қилади. Бунда максимал 83 % ли унум 60 % вермикулит ва $N:P_2O_5 = 1:2$ нисбатда кузатилади. Гранулаларнинг мустаҳкамлиги 1,5-3,2 МПа оралиғида бўлиб, энг юқори қийматлар (3,2 МПа гача) 40 % вермикулит ҳамда аммофос миқдори юқори бўлган намуналарга (№ 4 ва № 5) хосдир. Вермикулит улушини 60 % гача ошириш, композиция ғоваклигининг ортиши туфайли, гранулалар мустаҳкамлик хусусиятларининг бир оз пасайишига олиб келади. Мураккаб вермикулит сақловчи ўғитларнинг физик-кимёвий ва гранулометрик тавсифлари ўзгаришининг аниқланган қонуниятлари диаграммада яққол акс эттирилган (6-расм).



7-расм. Вермикулит таркибли ўғитнинг ЭДС таҳлили 2-жадвал, 4-намуна

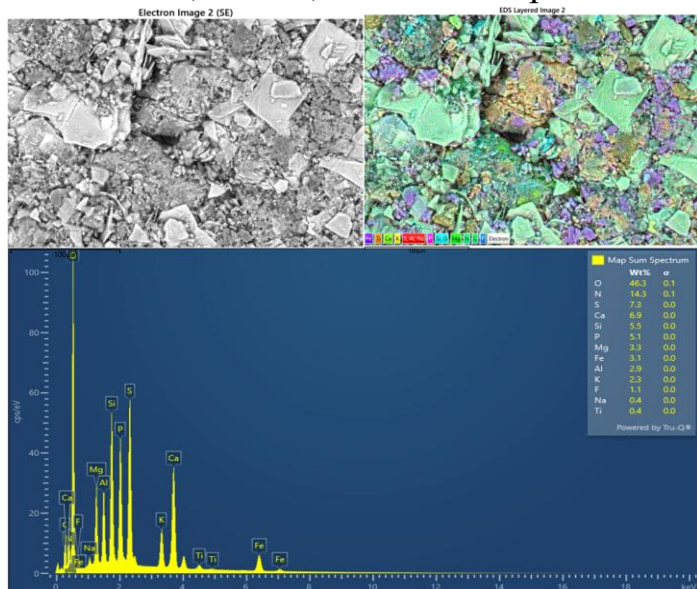
Келтирилган ЭДС таҳлили 7-расм маълумотларига кўра, тадқиқ этилаётган намуна асосини магний-алюмосиликатли матрица ташкил этувчи вермикулит сақловчи минерал ўғитдан иборат эканлиги аниқланди. Асосий элементлар бўлиб О – 43,3%, Si – 9,3%, P – 9,4 %, Mg – 5,8%, Fe – 5,8%, Al – 4,9% ва К – 4,3% ҳисобланади. Mg-Al-Si тизими вермикулит мавжудлигини тасдиқлайди.

3-жадвал

Фосфогипс ва вермикулит миқдорининг органоминерал ўғитлар хоссаларига таъсири

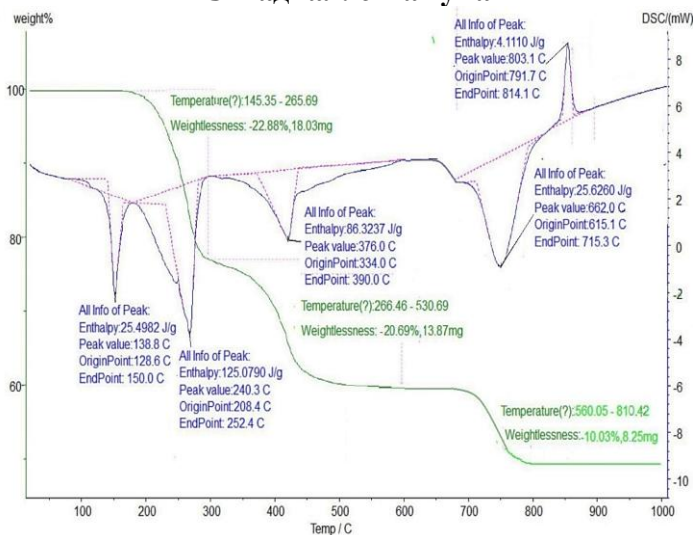
№	Биогумус	Фосфогипс	Вермикулит	Аммофос	Карбамид	pH	P_2O_5 %	P_2O_5 % лимон	СаО	K_2O	SO_3	Органик	N_2	Грануланинг хажмий таркиби мм %			Гранула мустаҳкамлиги и МПа
														2 >	2 < 4 >	4 <	
1	42,5	42,5	6	6,4	2,6	5,1	2,75	96,68	21,35	0,12	31,8	19	2,4	21	63	16	1,3
2	58,12	19,38	9	9,6	3,9	5,3	4,6	94,88	10,32	0,35	21,32	25	4	18	70	12	1,2
3	32,5	32,5	14	14,94	6,06	4,8	6,9	95,35	13,25	0,41	29,32	15	5	12	75	13	1,4
4	41,25	13,75	18	19,2	7,8	5,3	9,6	97,56	8,2	1,01	18,35	21	5,6	11	73	16	1,3
5	14,25	42,75	17,2	18,34	7,46	4,1	9,7	98,98	18,4	1,02	32,8	5	6,4	18	68	14	1,9
6	20	20	24	25,6	10,4	4,6	11,2	97,76	12,52	2,42	25,32	8	14,3	9	80	11	2,6
7	22,5	7,5	28	29,88	12,12	5,5	12,3	98,84	7,2	2,75	15,2	11	10,2	8	78	14	2,4

Таҷрибаларнинг биринчи сериясида (3-жадвал) биогумус, фосфогипс, вермикулит, аммофос ва карбамид микдорини ўзгартиришнинг таъсири ўрганилди. Олинган таркиблар ўсимликларнинг комплекс озикланишини таъминлайдиган органик ҳамда минерал компонентларни ўз ичига олади. Тадқиқ этилган намуналарда компонентлар нисбатининг ўзгариши билан умумий P_2O_5 : микдори 2,75 дан 12,30 % гача, K_2O 0,12 дан 2,75% гача; азот микдори эса 5,10 дан 5,5% гача, ва гранулаларнинг механик мустаҳкамлиги тегишлича 1,3 дан 2,4 МПа гача ортиши аниқланди.



8-расм. Вермикулитли ўғитнинг ЭДС таҳлили

3-жадвал. 6-намуна



9-расм. Вермикулитли ўғитнинг ТГ/ДСК таҳлили 3-жадвал. 6-намуна

Учинчи босқич 560-810 °C да қўшимча 10,03% масса йўқотилиши билан кечади ва эҳтимол, термостабил ноорганик ёки углеродли тузилмаларнинг парчаланиши билан боғлиқ. ДСК эгри чизиги 138,8; 240,3; 376; 662 ва 803 °C га тенг бўлиб, бу дегидратация, термодеструкция ва юқори ҳароратли фазавий ўзгаришларнинг кетма-кет жараёнларини кўрсатади. 1000 °C да қолдиқ масса

Ушбу намуна вермикулит гуруҳининг қатламли силикатлари учун хос бўлган магний, калий, кальций, темир ва алюминий иштирокида юқори микдордаги кислород ва кремний билан тавсифланади. Намунанинг минерал таркиби бир вақтнинг ўзида юмшатувчи, намликни сақловчи субстрат, макро - ва микроэлементлар манбаи ҳамда тупроқнинг ион алмашинувчи компоненти вазифасини бажаради.

Қўшма ТГ/ДСК таҳлили маълумотларига кўра, намуна (9-расм) кўп босқичли термик парчаланишга учрайди. Биринчи босқич 145-266 °C да 22,88% масса йўқотилиши билан кечади ва адсорбцияланган намлик ва учувчан компонентларнинг йўқотилиши билан боғлиқ. Иккинчи босқич 266-531 °C да 20,69% масса йўқотилиши билан тавсифланади ва органик матрицанинг асосий деструкциясига мос келади.

тахминан 46% ни ташкил этади, бу эса иссиқликка чидамли қолдиқнинг юқори улушини кўрсатади.

Диссертациянинг «Вермикулитли мураккаб аралаш ўғитларнинг агрокимёвий синовлари ва техник-иктисодий кўрсаткичлари» деб номланган тўртинчи бобида минтақадаги тупроқнинг ҳолати ва янги мураккаб минерал ўғитларнинг агрокимёвий самарадорлиги ҳамда уларнинг маданий ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишига таъсирини баҳолаш натижалари келтирилган.

Ушбу боб тупроқнинг кимёвий деградациясини олдини олиш ва бартараф этиш, шунингдек, Қорақалпоғистонда суғориладиган тупроқларининг унумдорлигини тиклаш ва ошириш учун тупроқ, сув ва ўсимликларнинг ҳолатини назорат қилишга бағишланган. Олинган намуналарнинг координаталари (10-расм) ва ушбу ҳудуд тупроқ-грунтларининг шўрланиш даражаси 4-жадвалда келтирилган.



10-расм. Қорақалпоғистоннинг Шуманай тумани Мамий ҳудудида олинган намуналарнинг координаталари

Таблица 4

Тупроқ намуналарининг ион таркиби

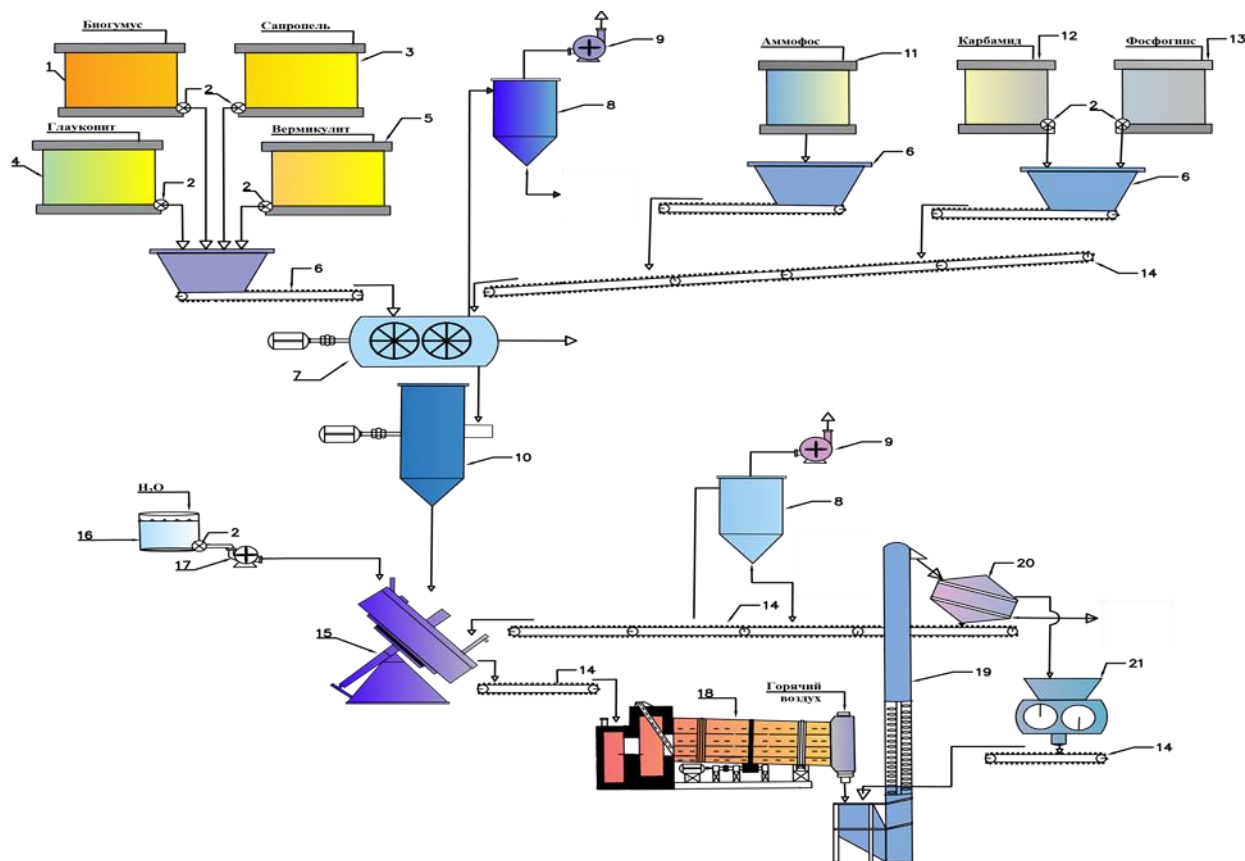
№	Намуна	Экстракция: ранги ва индикатори	pH	Қуруқ қолдиқ		NO ₂ ⁻	100 г қуруқ тупроқ мг-экв ;					қуруқ тупроққа нисбатан % ,					Шўрланиш тури	
				экспериментал	Ҳисобланган		анион					Анионлар мг-экв йиллик	катион					Катионлар мг-экв йиллик
							CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻		Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺		
1	11/98	Тиник рангсиз	7,10	0,750	0,713	0,01 0,001	Ўқ -	0,800 0,049	0,750 0,026	9,430 0,453	0,020 0,001	11,01	7,20 0,144	2,000 0,024	0,330 0,006	1,480 0,034	11,01	-К- Кучсиз
2	11/76	Тиник рангсиз	6,90	1,780	1,712	0,02 0,001	Ўқ -	0,600 0,073	7,750 0,275	18,46 0,886	0,150 0,009	26,98	9,200 0,184	6,400 0,078	0,330 0,006	11,05 0,254	26,98	-Ў- Ўрта
3	17/17	Тиник рангсиз	7,10	0,940	0,905	0,03 0,001	Ўқ -	0,800 0,049	3,250 0,115	10,12 0,485	0,060 0,004	14,26	4,800 0,096	3,400 0,041	0,170 0,003	5,890 0,135	14,26	-К- Кучсиз
4	11/73	Тиник рангсиз	6,80	4,800	4,662	0,06 0,003	Ўқ -	1,000 0,061	30,00 1,064	43,55 2,090	0,650 0,040	75,26	7,800 0,156	25,00 0,304	0,330 0,006	42,13 0,969	75,26	-Ю- Юқори

* Жойлашнинг чуқурлиги 0-20 см.

4-жадвалдан кўрииб турибдики, ўрганилаётган намуналарда Cl⁻, SO₄²⁻ ва Na⁺ ионларининг миқдори 100 г қуруқ тупроқда мос равишда 0,75-30,00, 9,43-43,55 ва 1,48-42,13 мг-экв оралиғида ўзгариб туради.

Намуналардаги қуруқ қолдиқ 0,750-4,800 мл\экв оралиғида ўзгариб туради. Қуруқ қолдиқ қийматидан келиб чиқиб, ушбу намуна шўрланиш даражасига кўра мос равишда кучсиз, ўрта ва юқори шўрланган синфга киради.

Илмий-тадқиқот ишлари ва мақбул намуналарнинг тажриба-ишлаб чиқариш синовлари натижасида куруқ аралашмани тайёрлаш, дезинтеграциялаш, зичлаш, намлаб ҳайдаш ва қуритиш, тайёр маҳсулот доналарини таснифлаш босқичларидан иборат мураккаб ўғитлар олишнинг умумлаштирилган технологик схемаси ишлаб чиқилди (11-расм).



11-расм. Мураккаб ўғитлар олишнинг принципиал технологик схемаси

1,3,4,5, 6, 10,11,12,13,16-йиғич, 2, 7-шнекли дозатор, 7,21- майдалагич, 8-циклон, 9-вентилятор, 14-лентали транспортёр, 10-дезинтегратор, 17-шарли дозатор, 15-тарелкали донадорлагич, 18-барабан қуриткич, 19-элеватор, 20-классификатор

Ўтказилган техник-иқтисодий таҳлиллар шуни кўрсатдики, 1 тонна мураккаб органоминарал ўғитларнинг таннархи хомашё компонентлари таркибига сезиларли даражада боғлиқ. Энг юқори таннарх вермикулит-аммофосли ўғит учун белгиланган ва 6776,7 минг сўм/т ни ташкил этади, бу қиммат минерал компонентларнинг устунлиги билан боғлиқ. Маҳаллий органоминарал хомашёларни (глауконит, биогумус, сапропел ва фосфагипс) қўллаш хомашё харажатларини 3447,3 - 3305,3 минг сўм/т гача ва маҳсулотнинг умумий таннархини 4481,49 - 4296,89 минг сўм/т гача камайтириш имконини беради.

Энг иқтисодий самарадор биогумусли мураккаб ўғит бўлиб, унинг таннархи 4481,49 минг сўм/т ни ташкил этди, бу эса базавий вариантга нисбатан 33,86% га пастдир. Олинган натижалар мураккаб ўғитлар ишлаб чиқариш таннархини пасайтириш ва иқтисодий самарадорлигини оширишда маҳаллий табиий ресурслардан фойдаланиш мақсадга мувофиқлигини тасдиқлайди.

ХУЛОСА

Диссертация ишини бажаришда олинган асосий илмий ва амалий натижалар қуйидагилардан иборат:

1. Тебинбулоқ кони вермикулити магний-алюмосиликатли минерал бўлиб, таркибида асосий оксидлар миқдори юқори эканлиги аниқланди: SiO_2 до 44,3 %, Al_2O_3 18,9 %, Fe_2O_3 13,2 %, MgO 11,2 % и K_2O 8,04 %. Компонентларнинг бундай нисбати унинг юқори минералогик, технологик ва агрокимёвий қийматини белгилайди. Минерал барқарор кристалл тузилиши ва яққол ифодаланган қатламлилиги билан ажралиб туради, бу эса унинг мелиорация ва ўғит ишлаб чиқаришда фойдаланиш истикболини белгилайди. Олинган маълумотлар органоминарал композициялар учун асос сифатида хом ашёни саноатда ўзлаштириш имкониятини тасдиқлайди.
2. Вермикулитга 200-800 °C оралиғида термик ишлов бериш минералнинг интенсив кўпчишига олиб келиши, ҳажмининг 15-20 марта ортиши ва тўкма зичликнинг 65-312 кг/м³ гача пасайиши кўрсатилган. Бунда материалнинг юқори термик барқарорлиги 1340-1385 °C гача сақланиб қолади, бу эса унинг структуравий барқарорлигини кўрсатади. Ғовакли структуранинг шаклланиши солиштирма сирт ва сорбсион хусусиятларни сезиларли даражада оширади. Ушбу хусусиятлар кўпчитилган вермикулитни агротехнологиялар ва тупроқ мелиорантлари учун самарали компонентга айлантиради.
3. Вермикулит қатламлараро сув ва фаол алмашинув марказларининг мавжудлиги туфайли яққол намликни сақлаш ва катион алмашиш қобилиятига эга эканлиги аниқланди. Намликнинг адсорбцияланиш даражаси 19,21% га етади ва 120 дақиқадан сўнг қолдиқ намлик 15,2-17,5% ни ташкил этади. Бу эса тупроқда намликнинг узок муддат сақланишини ва унинг сув билан таъминланишини таъминлайди. Олинган натижалар минералнинг, айниқса, адир иқлим шароитида юқори мелиоратив аҳамиятини тасдиқлайди.
4. 800 °C ҳароратда термик ишлов бериш вермикулитнинг сувда эрувчан туз ионларига нисбатан сорбсион хусусиятларини сезиларли даражада ошириши аниқланди. Cl^- ва Na^+ ионларини ажратиб олиш даражаси мос равишда 20,83 ва 20,60% гача ошади, бу бошланғич материал ва глауконит кўрсаткичларидан сезиларли даражада юқори. Самарадорликнинг ортиши ғовак тузилманинг ривожланиши ва сорбциянинг солиштирма юзаси ошиши билан боғлиқ. Бу минерални мелиоратив мақсадларда термик фаоллаштиришнинг мақсадга мувофиқлигини тасдиқлайди.
5. Шўрланган тупроқларни вермикулит ёрдамида мелиоратсиялашнинг оптимал технологик параметрлари аниқланди. Энг самарали "тупроқ:агроруда" нисбати 1,67:1 бўлиб, компонентларнинг максимал ўзаро таъсирини таъминлайди. Фракцияларнинг оптимал ўлчами 1,25-3,25 мм бўлиб, бунда энг юқори сорбсион фаолликка эришилади. Ушбу шароитда тузларни йўқотиш даражаси Cl^- бўйича 25% ва Na^+ бўйича 26,82% га етади, бу эса тупроқ ҳолатининг сезиларли даражада яхшиланишини таъминлайди.

6. Ишлаб чиқилган вермикулитли ўғитлар ўсимликларнинг асосий озуқа элементларининг юқори миқдори билан ажралиб туриши кўрсатилган. P_2O_5 концентрацияси 11,2-18,56% ни, азот N_2 10,2-14,3% ни, K_2O 2,42-2,83% ни ташкил этади, бунда лимонли фосфорнинг улуши 98,84% га етади. Элементларнинг бундай шакли уларнинг юқори даражада мавжудлигини ва ўсимликларнинг вегетация даврида узок вақт озикланишини таъминлайди. Бу эса шўрланган тупроқларда ўғитларни қўллаш самарадорлигини оширади.
7. Вермикулит асосидаги мураккаб ўғитларни қўллаш ёўза ҳосилдорлигини сезиларли даражада оширишни таъминлаши аниқланди. Ишлаб чиқариш синовларида ҳосилдорлик назоратда 30-31 с/га га нисбатан 36-38 с/га га етди. Ўртача қўшимча 6,5 с/га ёки 20% ни ташкил этади, бу эса ишлаб чиқилган таркибларнинг юқори агрономик самарадорлигидан далолат беради. Бундан ташқари, ўсимликларнинг ўсиши, ривожланиши ва стресс шароитларга чидамлилиги яхшиланиши қайд этилган.
8. Ишлаб чиқилган ўғитлар қўлланилганда тупроқнинг агрокимёвий хоссалари яхшиланиши тасдиқланди. Гумус миқдори 1,49% гача, ҳаракатчан фосфор 120 мг/кг гача ошади, бунда рН кўрсаткичи 8,5 дан 8,0 гача пасаяди, бу ишқорийликнинг камайишини кўрсатади. Шу билан бирга, тупроқ шўрланишининг 0,450-0,564% гача пасайиши кузатилди. Бу ўзгаришлар сезиларли мелиоратив самара ва тупроқ унумдорлигининг тикланишини тасдиқлайди.
9. Маҳаллий органоминерал хомашёлардан вермикулит, глауконит, сапропел, биогумус, фосфогипсдан фойдаланиш маҳсулот таннархини сезиларли даражада камайтириш имконини бериши аниқланди. 1 тонна ўғитнинг нархи 6776,7 дан 4481,49 - 4296,89 минг сўм/т гача камаёди, бу эса 33.86 % гача иқтисод қилиш имконини беради. Бунда юқори агрокимёвий самарадорлик ва маҳсулот сифатининг барқарорлиги сақланиб қолади. Олинган натижалар ишлаб чиқилган технологияларни қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришига жорий этишнинг иқтисодий ва экологик жиҳатдан мақсадга мувофиқлигини тасдиқлайди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/2025.27.12.T.04.08
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ
КАРАКАЛПАКСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**КАРАКАЛПАКСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

ОЧИЛОВ СИРОЖ УРАЗБОЙ УГЛИ

**РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
СЛОЖНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОБОГАЩЕНИЯ
ВЕРМИКУЛИТОВ КАРАКАЛПАКСТАНА**

02.00.13 - Технология неорганических веществ и материалов на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером B2025.3.PHD/T5829 Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Каракалпакском научно-исследовательском институте естественных наук.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета www.karsu.uz и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Алланиязов Давран Оразымбетович
доктор технических наук, старший
научный сотрудник

Официальные оппоненты:

Курбаниязов Рашид Калбаевич
доктор технических наук, доцент

Умиров Фарход Эргашевич
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Наманганский государственный технический университет

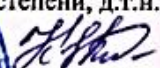
Защита состоится «24» октября 2026 году в «10⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.03/2025.27.12.T.04.08 при Каракалпакском государственном университете по адресу: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдирова, дом 1. Тел: (+99861) 223-60-47; факс: (+99861) 223-60-78; e-mail: karsu_info@edu.uz

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Каракалпакского государственного университета (зарегистрировано за № 582). Адрес: 230112, г. Нукус, ул. Ч.Абдирова, дом 1. Тел.: (+99861) 223-60-47; факс: (99861) 223-60-78.

Автореферат диссертации разослан «7» октября 2026 года
(реестр протокола рассылки № 4 от «7» октября 2026 года)




А.М. Реймов
Председатель научного
совета по присуждению ученой
степени, д.т.н., проф., академик


С.А. Казахбаев
Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.ф.т.н. (PhD)


Ш.Н. Туремуратов
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
ученой степени, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации (PhD) доктора философии)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В последние годы в мире наблюдается острая нехватка воды, необходимой для сельского хозяйства. В таких условиях наиболее оптимальным способом решения этой проблемы в сельском хозяйстве является применение местных удобрений, сохраняющих влагу в почве. Создание высокоэффективных технологий получения новых видов сложных удобрений, обеспечивающих почвы питательными веществами, является одной из наиболее актуальных задач на сегодняшний день. В частности, особое значение имеет производство изделий на основе природных слоистых и пористых минералов, обладающих высокими сорбционными свойствами и способных выполнять роль эффективных матричных носителей макро-и микроэлементов. В связи с этим важное значение имеет разработка эффективных и инновационных технологий, основанных на переработке вермикулитового сырья, являющегося заместителем высококачественных агроруд и важным в повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

В мире ведутся научно-исследовательские работы по получению вермикулит содержащих различных препаратов. В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, включая такие отрасли, как овощеводство и бахчеводство, рисоводство, хлопководство, зерновое хозяйство особенно важно соблюдать нормы внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений для обеспечения высокой урожайности и плодородия почв. Однако во многих марках удобрений отсутствуют микроэлементы, которые имеются в значительном количестве вермикулитах и др. Кроме того, отсутствует база данных результатов проведенных исследований, направленных на разработку сложных и рациональных технологий по обогащению и переработки вермикулитов также получения на их основе сложных удобрений и различные средства для снижения засоления, и улучшения структуры почв. С этой точки зрения, необходимо разработка технологии получения сложных удобрений также средств для снижения засоления и улучшения структуры почв на основе вермикулита Каракалпакстана.

В Республике благодаря масштабным научно-исследовательским и инновационным работам достигнут прогресс в производстве азотных, фосфорных, калийных, а также сложных органоминеральных удобрений и препаратов, способствующих снижению засоленности почв и улучшению их структуры. В третьем направлении стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы отмечены важные задачи, направленные на «...продолжение реализации промышленной политики, увеличение доли промышленности во внутреннем валовом продукте и роста объема производства промышленной продукции в 1,4 раза ²». В связи с этим разработка технологии получения

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О новой стратегии развития Узбекистана на 2022-2026 годы».

сложных удобрений и средств для снижения засоления и улучшения структуры почв на основе обогащения вермикулитов Каракалпакстана приобретает очень важное значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан УП-60 от 29 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», в Указ Президента Республики Узбекистан УП-21 от 16 февраля 2026 года «О дополнительных мерах по последовательному продолжению реформ и выведению их на новый этап в рамках приоритетных направлений развития страны до 2030 года», Указ Президента Республики Узбекистан от 29 октября 2020 года № ПФ-6097 «Об утверждении Концепции развития науки до 2030 года и ПП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в республике VII «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В научно-технической литературе имеется определенный объем научных материалов по обогащению и переработки вермикулитов с получением сложных азотнофосфорнокалийных удобрений таких, как (Набиев М.Н., Якубов Р., Беглов Б.М., Намазов Ш.С., Амирова А.М., Сейтназаров А.Р., Реймов А.М., Ахтиямов Р.Я., Арипов А.Р., Сайдахмедов А.А., Сабиров Б.Т., Умиров Ф.Е. и др.), в них затрагиваются вопросы азотнокислотной переработки фосфатного сырья и получения экстракционной фосфорной кислоты сернокислотным разложением, либо термической обработкой с получением так называемых термофосфатов, технологии обогащения и переработки вермикулитовых руд и производства вспученного вермикулита, изучение физико-химических свойств, а также тепло-устойчивые материалы на основе вермикулита.

В мире Theocharis Chatzistathis, Evgenia Papaioannou, Anastasia Giannakoula, Ioannis E. Papadakis Zhuang Liu, Yumei Tan, Rui Li, Narumon Phaonakrop B.D. Balgysheva, D.G. Baltabayeva, I.A. Massalimov, F.Kh. Urakayev и другие провели ряд научно-исследовательских работ по механохимической активации и переработки, показали потенциал вермикулита для улучшения качества почвы и безопасности растений и разработке технологий получения сорбентов.

Наряду с этим, не изучен вопрос получения сложных удобрений с улучшенными физико-химическими свойствами за счет применения при переработке вермикулитов. Кроме того, отсутствует база данных результатов проведенных исследований, направленных на разработку сложных удобрений и рациональных технологий переработки вермикулита на средств для снижения засоления и улучшения структуры почв Каракалпакстана.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ фундаментального проекта Каракалпакского научно-исследовательского института естественных наук по теме «Разработка эффективной технологии получения новых видов органоминеральных удобрений на основе агроруд Каракалпакстана» (2021-2026 гг).

Целью исследования является разработка безотходной технологии обогащения и переработки вермикулитов Каракалпакстана и получения эффективных сложных удобрений на их основе.

Задачи исследования:

мониторинг литературного обзора и патентный поиск по обогащению и переработки вермикулитов с получением сложных удобрений и различных препаратов;

определение элементного, химического и минералогического составов вермикулита Тебинбулакского месторождения Каракалпакстана;

определение оптимальных технологических параметров процесса механического и термического обогащения вермикулита, определение влияния термической обработки вермикулита на его сорбционные и десорбционные свойства по отношению к воде;

исследование процесса получения сложных удобрений на основе вермикулита, глауконита, сапропеля, фосфогипса и удобрительных солей;

проведение химических, элементных, микроскопических, рентгенографических, хроматографических и дифференциально-термических исследований промежуточных и конечных продуктов;

разработка технологической схемы и режимов получения сложных удобрений на основе вермикулита в присутствии удобрительных солей, определение товарных и агрохимических свойств произведенных удобрений;

установление оптимальных технологических параметров производства сложных удобрений на модельной установке и промышленном оборудовании «ООО ALBASE»;

подготовка технологических регламентов, расчет технико-экономической эффективности об организации производства вермикулит содержащих сложных удобрений по предлагаемой технологии.

Объект исследования являются вермикулиты Тебинбулакского месторождения Каракалпакстана и их обогащённые концентраты, Крантауские глаукониты, Кушканатауские сапропели Каракалпакстана, фосфогипс, а также азотные, фосфорные, калийные и сложные удобрения.

Предметом исследования являются разработка технологии и установление закономерностей изменения физико-химических и технологических характеристик вермикулита после стадии его обогащения и получения сложных удобрений на основе вермикулитового концентрата Тебинбулакского месторождения.

Методы исследований. В диссертационной работе использованы термогравиметрический, графоаналитический, рентгенофазовый, ИК-

спектроскопический, сканирующий электронно-микроскопический (SEM), масс-спектрометрический ISP-MS, хроматографический, физико-химический, агрохимический методы исследования.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлено состав вермикулита Тебинбулакского месторождения физико-химическими методами анализа, согласно которой в руде содержится (вес. %): K_2O -8,04; MgO -11,2; TiO_2 -2,11; Fe_2O_3 -13,2; Al_2O_3 -18,9; CaO -1,12; SiO_2 -44,3% и обоснованы возможности использования их при получении сложных удобрений;

предложена оптимальная технологическая схема обогащения вермикулита и теоретически обоснованы закономерности изменения состава вермикулитового концентрата в широком диапазоне варьирования технологических параметров;

впервые разработана научно обоснованный подход к созданию новых композиций сложных минеральных удобрений на основе обогащённого вермикулита и солей минеральных удобрений с заранее заданными агрохимическими свойствами.

определены минералогический, элементный и солевой составы, а также товарные свойства вермикулитовых концентратов и сложных минеральных удобрений, полученных на их основе;

разработана безотходная технология получения различных марок сложных минеральных удобрений на основе вермикулитов Тебинбулакского месторождения Каракалпакстана, предназначенных для местного применения.

Практические результаты исследования определяются тем, что:

установлены оптимальные технологические параметры обогащения и переработки вермикулита Тебинбулак;

предложена принципиальная технологическая схема обогащения вермикулита, включающая одностадийное измельчение, извлечение из состава руды железосодержащих компонентов, цветных металлов и других примесей, а также классификацию вермикулитового концентрата по фракциям;

разработана технология получения сложных удобрений на основе местного сырья вермикулита, глауконита, сапропеля, биогумуса, отходов фосфогипса, а также аммофоса и карбамида, на модельных и промышленных установках определены оптимальные технологические режимы производства и предложена принципиальная технологическая схема процесса, опытные партии разработанного сложного удобрения прошли агрохимические полевые испытания на опытных участках Каракалпакского научно-исследовательского института земледелия;

установлено, что применение разработанных удобрений способствует улучшению агрохимических свойств почвы: содержание гумуса увеличивается до 1,49 %, содержание подвижного фосфора до 120 мг/кг, показатель рН снижается с 8,5 до 8,0, уменьшается щёлочность почвы, а степень её засоления снижается до 0,450-0,564 %;

предложенная технологическая схема прошла опытно-промышленные испытания на предприятии ООО «ALBASE» с выпуском опытной партии продукции, для организации производства нового вида сложных удобрений разработана нормативно-техническая документация.

Достоверность результатов исследования. Обоснована использованием совокупности химических и физико-химических методов анализ, таких как (термогравиметрический, рентгенофазовый, ИК-спектроскопический, сканирующий электронно-микроскопический (SEM), масс-спектрометрический ISP-MS, хроматографический), а также подтверждена результатами укрупнённых опытно-промышленных и агрохимических испытаний.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в получении новых данных о химических, физико-химических и технологических закономерностях процесса получения сложных минеральных удобрений путем обогащения вермикулитов Тебинбулакского месторождения Каракалпакстана и их переработки в присутствии удобрительных солей, кроме того, разработаны оптимальные технологические параметры процесса обогащения вермикулита.

Практическая значимость исследования определяется разработкой эффективной технологии получения сложных минеральных удобрений на основе вермикулитов Тебинбулакского месторождения. Внедрение данной безотходной технологии позволит обеспечить потребности экономики региона в недорогих и высокоэффективных сложных удобрениях, а производство удобрений с заданным соотношением питательных элементов на основе местного сырья обеспечит существенное сокращение транспортных и других эксплуатационных затрат при их применении в регионе.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработке безотходной технологии получения сложных удобрений на основе обогащения вермикулитов Каракалпакстана:

технология производства сложных удобрений на основе вермикулитов Каракалпакстана и минеральных солей внедрена в ООО «ALBASE» (справка Министерства сельского хозяйства Республики Каракалпакстан № 04/10-2160 от 1 июня 2026 года). В результате обеспечена возможность организации производства нового вида сложных удобрений, предназначенных для применения на основе местного сырья.

технология получения сложных гранулированных NPK-удобрений на основе вермикулита, глауконита, сапропеля, биогумуса и фосфогипса Каракалпакстана апробирована на опытно-промышленной установке ООО «ALBASE» и внедрена в производство (справка Министерства сельского хозяйства Республики Каракалпакстан № 04/10-2160 от 1 июня 2026 года). В результате применения разработанных технологических решений урожайность хлопка-сырца увеличилась на 6,5 ц/га.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были доложены и обсуждены на 3 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 5 научных статьи, в том числе 2 в республиканском и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций (PhD).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о состоянии внедрения в практику результатов исследования по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Обогащения вермикулитовых руд и их применение в сельскохозяйственном производстве в качестве сложных удобрений»** приведены результаты анализа и обсуждение работ, опубликованных в научно - технической литературе, по вопросам выбора сырьевых смесей, разработки составов, физико-химических, физико-механических и технологических свойствах, способов обогащения и переработки вермикулитов, вспучивания, фазовых переходов при термообработке и технологии производства сложных удобрений на их основе и их применение в промышленности и в сельском хозяйстве Республики. Проанализированы способы обогащения и переработки вермикулитовых руд в сложные удобрения. На основе критического анализа и обсуждения опубликованных работ в области переработки вермикулитов сформулированы цель и задачи данного исследования

Во второй главе диссертации, **«Исследование состава и свойств вермикулита Тебинбулакского месторождения с применением физико-химических методов анализа»**, подробно рассмотрены исходные сырьевые материалы и физико-химические методы исследования состава, структуры и свойств вермикулита Тебинбулакского месторождения. При термической обработке для исследования химико-минералогического состава, структурных и фазовых изменений использован комплекс современных методов анализа, включающий рентгенофазовый, дифференциально-термический, термогравиметрический, химический и микроскопический анализы. Физико-механические характеристики образцов определены в соответствии с

действующими стандартами. Особое внимание уделено влиянию состава вермикулита на процессы термического вспучивания и формирование эксплуатационных свойств материалов.

В третьей главе диссертации названной «**Технологические особенности процесса подготовки вермикулита Тебинбулакского месторождения к переработке**» приводятся результаты физико-химического и минералогического состава исходного сырья, приведены результаты исследований технологической схемы и методов механического обогащения вермикулитов Тебинбулакского месторождения, влияния термической обработки вермикулита на его сорбционные и десорбционные свойства, а также изучения химического и минералогического состава, реологических и товарных характеристик полученных сложно-смешанных удобрений.

Согласно данным таблицы 1, основу макрокомпонентного состава минерала составляют SiO_2 44,3 %, Al_2O_3 18,9 %, Fe_2O_3 13,2 % и MgO 11,2 %. Относительно высокое содержание K_2O 8,04 % связано с генезисом месторождения и отражает гидрослюдистую природу исходного сырья. Минимальное значение потери массы при прокаливании (п.п.п.) 0,42 % подтверждает низкое содержание летучих примесей и высокую термическую устойчивость исследуемого концентрата.

Таблица 1

Химический состав вермикулитов Тебинбулакского месторождения

Компоненты	Содержание вес. %	Компоненты	Содержание вес. %
SiO_2	44,3	MnO	0,09
Al_2O_3	18,9	Fe_2O_3	13,2
MgO	11,2	NiO	0,03
K_2O	8,04	ZnO	0,01
CaO	1,12	Rb_2O	0,02
TiO_2	2,11	SO_3	0,16
V_2O_5	0,16	SrO	0,01
Cr_2O_3	0,02	ппп	0,42
Σ %			99,79

Снимки поверхности образцов вермикулита при разном увеличении (рис. 1), сделанные с помощью сканирующего электронного микроскопа Zeiss EVO®MA10, показывают форму и строение поверхности вермикулита месторождения Тебинбулак. С помощью микроскопа и энергетического дисперсионного анализатора (Inca, Oxford Instruments, UK) (ЭДР-анализ) одновременно определены элементные составы этих проб. Результаты ЭДР-анализа показали они имеют следующие элементы: О 43,39%, С 13,99%, Si 12,62%, Mg 6,62%, Ca 6,06%, Al 5,77%, Fe 4,52%, K 5,06%, P 1,97%;

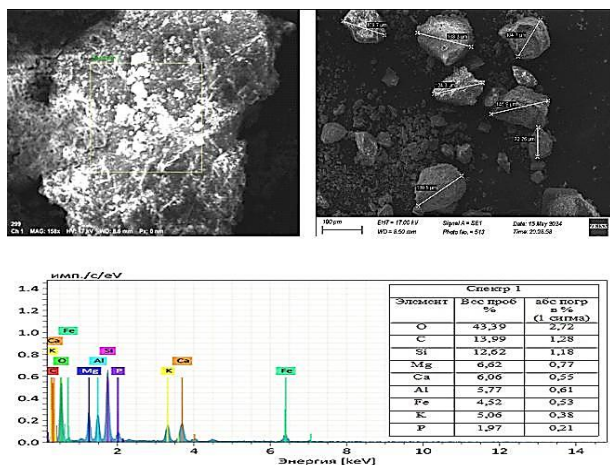


Рис.1. Электронные микроснимки и ЭДР-анализ вермикулита

По результатам термогравиметрического и дифференциально-термического анализа установлено, что вермикулит характеризуется многостадийной дегидратацией. В интервале до 250 °С происходит удаление физически адсорбированной и межслоевой воды, сопровождающееся потерей массы около 1,9 %. В диапазоне 250-500 °С наблюдается дополнительная потеря массы (~1,1 %), связанная с дегидроксилированием и структурной перестройкой минерала, при этом на DTA-кривой фиксируется эндотермический эффект с максимумом при 441 °С. В области 500-750 °С существенных изменений массы не отмечается, что свидетельствует о термической стабильности материала. При 850-970 °С наблюдается интенсивный тепловой эффект с максимумом около 952 °С, обусловленный фазовыми превращениями и разрушением кристаллической структуры. Полученные результаты показывают, что основные структурные изменения вермикулита происходят в интервалах 100-250 °С, 400-500 °С и 900-1000 °С, что необходимо учитывать при выборе режимов его термообработки и вспучивания.

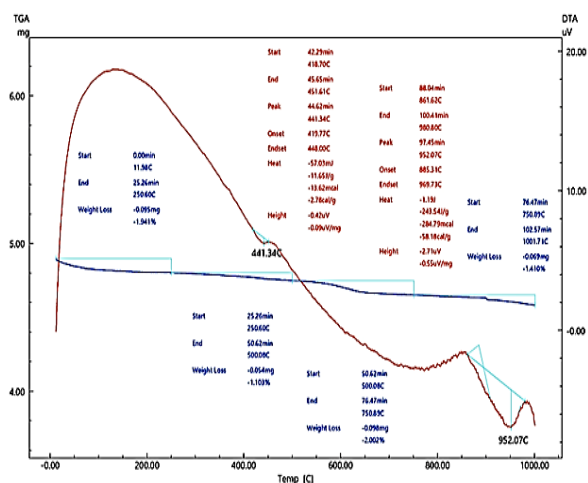


Рис. 2. ТГ-ДСК вермикулита Тебинбулакского месторождения

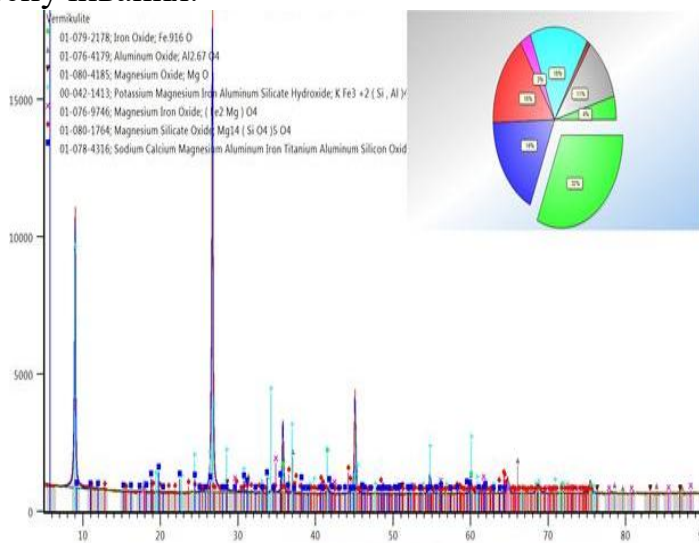


Рис. 3. Рентгенофазовый анализ вермикулита

Наличие интенсивных дифракционных максимумов в области малых и средних углов 2θ свидетельствует о высокой степени кристалличности

На рентгенограмме вермикулита, представленной на рисунке 3, приведены результаты рентгенофазового анализа (XRD), выполненного с использованием $\text{CuK}\alpha$ -излучения в диапазоне углов 2θ . Анализ дифракционной картины позволил определить минералогический состав исследуемого образца и идентифицировать основные кристаллические фазы.

минерала и хорошо выраженной слоистой структуре. Кроме того, в составе вермикулита выявлены дополнительные фазы, содержащие кальций, натрий, железо и титан, что указывает на полиминеральный состав исследуемого сырья.

На основании полученных результатов предложена принципиальная технологическая схема обогащения вермикулита (рисунок 4).

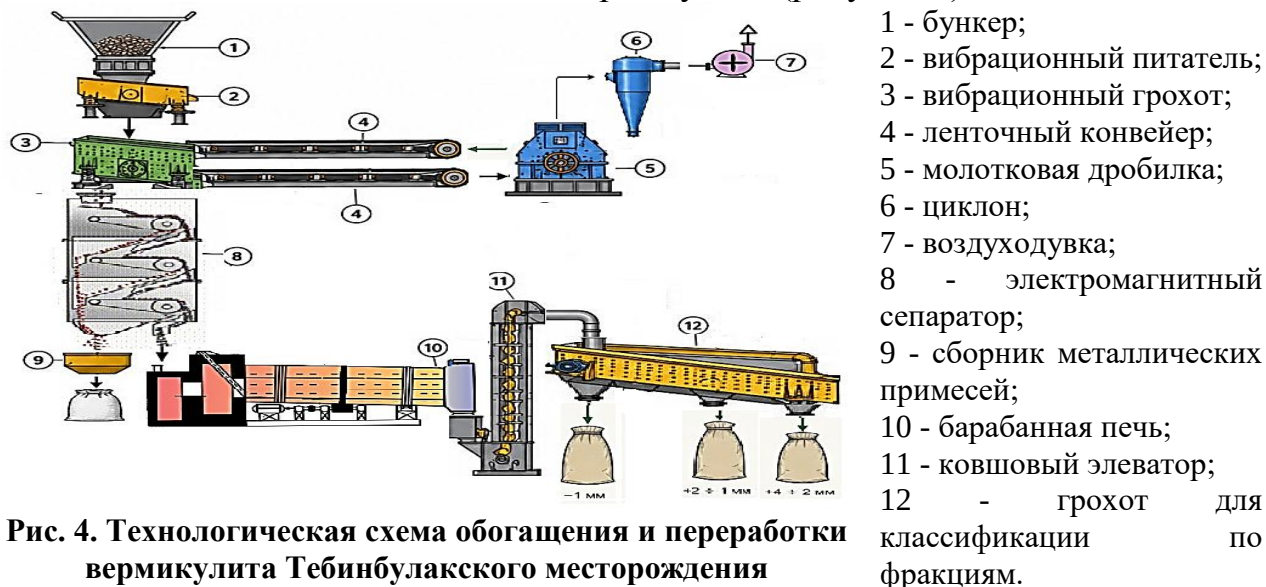
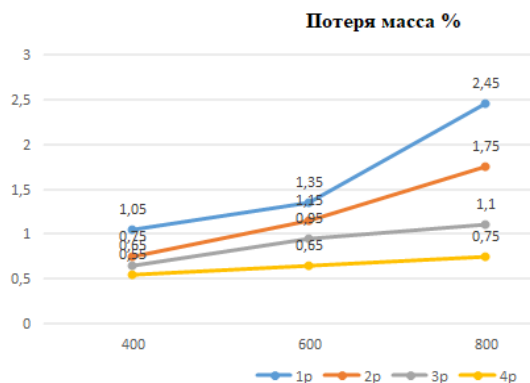


Рис. 4. Технологическая схема обогащения и переработки вермикулита Тебинбулакского месторождения

Для получения вермикулитового концентрата, используются вермикулитовые руды, раздробленные до определенного фракционного состава. Фракционный состав дробленых вермикулитовых руд согласно по требованию должен быть от $-4+2\text{ мм}$, $-2+1\text{ мм}$ и -1 мм .

Технологическая схема включает одностадийное дробление, извлечение из руд железосодержащих, цветных металлов и других примесей, сортировку на грохотах вермикулитового концентрата на получаемые фракции.

Величина потерь массы образцов существенно зависит как от температуры прокаливания, так и от размера фракций. При повышении температуры в интервале $400-800\text{ }^{\circ}\text{C}$ и уменьшении размера частиц наблюдается увеличение потерь массы, значения которых изменяются от 0,55 до 2,45 %.



Потери массы образцов при термообработке 30 мин

Продолжительность, прокаливания мин.	номер пробы фракции			
	1 мм	2 мм	3 мм	4 мм
исходный	19,21	18,72	17,54	16,80
20	18,82	18,36	17,12	16,4
40	18,54	18,07	16,82	16,15
60	18,17	17,70	16,42	15,80
120	17,50	17,07	15,72	15,20

Потери массы и кинетика десорбции вермикулита при $30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Рис. 5. Потери массы и кинетика десорбции вермикулита при термообработке

С уменьшением размера частиц и увеличением продолжительности вермикулита адсорбционная способность образцов возрастает, тогда как их десорбционная способность снижается. При уменьшении размера фракций относительная степень адсорбции влаги увеличивается с 16,8 до 19,21 %. Установлено, что содержание остаточной влаги через 120 мин при температуре 30 °С составляет 14,29; 12,12; 4,58 и 1,31 % соответственно.

Таблица 2

Состав сложно-смешанных удобрений, полученных на основе вермикулитов Каракалпакстана

№	Вермикулит %	Аммофос	Карбамид	N: P ₂ O ₅	pH	P ₂ O ₅ % общ	P ₂ O ₅ % вода	CaO общ	CaO вода	Фракция гранул мм %			Прочность гранул МПа
										2 >	2 < 4 >	4 <	
1	40	21,9	38,1	2\1	5,8	7,835	4,181	3,180	0,517	17	65	18	2,1
2	40	26,78	33,22	1,5\1	5,6	9,251	4,706	4,078	0,585	6	77	17	2,3
3	40	34,5	25,5	1\1	5,2	15,507	6,414	7,847	0,867	14	71	15	2,7
4	40	42,67	17,33	1\1,5	4,9	17,392	7,675	8,978	1,211	9	73	18	3,2
5	40	47,6	12,4	1\2	4,4	18,555	8,498	3,578	1,287	7	75	18	3,2
6	50	18,25	31,75	2\1	6	8,395	6,02	2,782	1,124	17	65	18	1,8
7	50	22,31	27,69	1,5\1	5,7	10,262	6,13	2,924	1,562	6	77	17	2
8	50	28,75	21,25	1\1	5,4	13,225	6,32	5,624	2,245	14	71	15	2,1
9	50	35,55	14,45	1\1,5	5,1	16,353	6,51	6,224	2,865	9	73	18	2,2
10	50	39,67	10,33	1\2	5	18,248	6,53	8,325	3,542	7	75	18	2,4
11	60	14,6	25,4	2\1	6,2	6,221	5,396	2,152	0,796	23	55	22	1,5
12	60	17,85	22,15	1,5\1	6,1	8,156	5,954	1,855	0,657	21	60	19	1,7
13	60	23	17	1\1	5,7	10,865	6,536	1,481	0,586	7	68	25	1,9
14	60	28,45	11,55	1\1,5	5,4	11,607	6,935	1,657	0,518	12	77	11	2
15	60	31,73	8,27	1\2	5,5	13,497	7,809	1,393	0,451	8	83	9	2,1

Результаты (табл. 2) отражают влияние соотношения компонентов системы «вермикулит-аммофос-карбамид» на физико-химические и гранулометрические свойства сложных удобрений. При содержании вермикулита 40-60 % и соотношении N:P₂O₅=2:1-1:2 наблюдается закономерное увеличение содержания фосфора с ростом доли аммофоса. Так, при 40 % вермикулита содержание общего P₂O₅ увеличивается от 7,835 до 18,555 %, а водорастворимого P₂O₅ от 4,181 до 8,498 %. Аналогичная тенденция отмечена для образцов с 50 и 60 % вермикулита. Значения pH изменяются в пределах 4,4-6,2 и снижаются при увеличении доли аммофоса, что связано с его физиологической кислотностью.

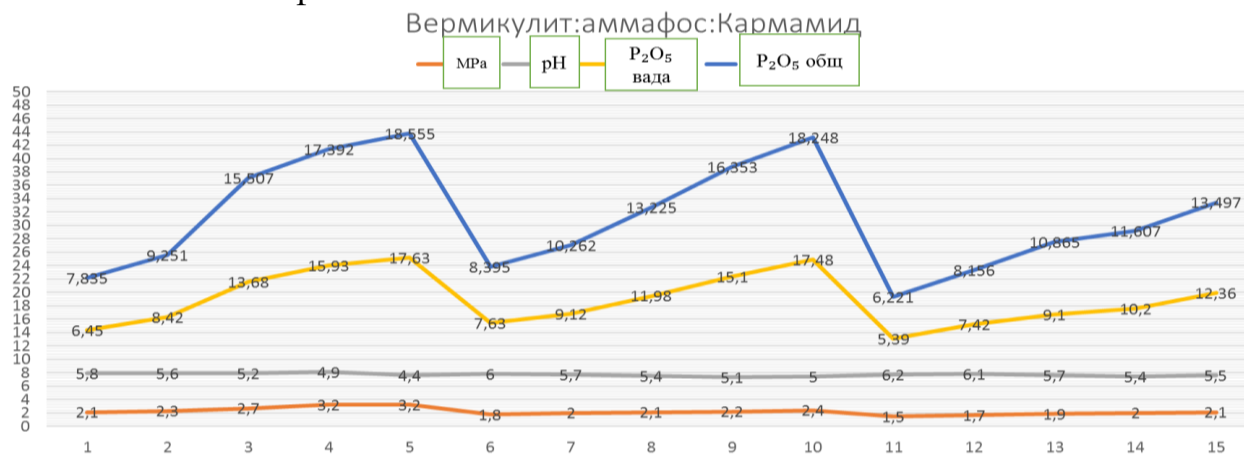


Рис.6. Графическая интерпретация результатов, полученных муракабных вермикулитсодержащих удобрений

Содержание общего и водорастворимого СаО изменяется в зависимости от соотношения исходных компонентов. Для образцов, содержащих 40 и 50 % вермикулита, увеличение доли аммофоса способствует повышению содержания кальция. В то же время при содержании 60 % вермикулита значения СаО остаются сравнительно низкими. Это обусловлено разбавляющим действием вермикулита и снижением концентрации минеральных компонентов в системе. Гранулометрический анализ показал преобладание фракции 2-4 мм 55-83 %, при этом максимальный выход 83% наблюдается при 60 % вермикулита и соотношении N: P₂O₅=1:2. Прочность гранул составляет 1,5-3,2 МПа; наибольшие значения (до 3,2 МПа) характерны для образцов с 40 % вермикулита и повышенным содержанием аммофоса (№4 и №5). Увеличение доли вермикулита до 60 % приводит к некоторому снижению прочностных характеристик гранул вследствие повышения пористости композиции. Установленные закономерности изменения физико-химических и гранулометрических характеристик сложных вермикулитсодержащих удобрений наглядно представлены на диаграмме (рис. 6).

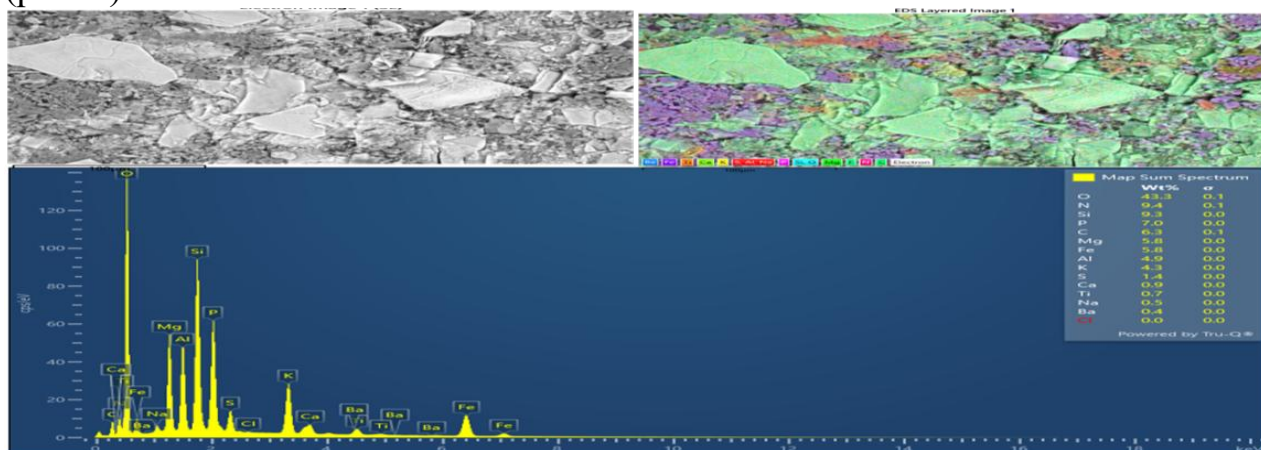


Рис.7. EDS-анализ вермикулитсодержащего удобрения табл.2. образец №4

По данным приведенном (рис.7) EDS-анализа установлено, что исследуемый образец представляет собой вермикулитсодержащее минеральное удобрение, основу которого составляет магний-алюмосиликатная матрица. Основными элементами являются О - 43,3%, Si - 9,3%, Р - 9,4 %, Mg - 5,8%, Fe - 5,8%, Al - 4,9% и К - 4,3%. Наличие Mg-Al-Si-системы подтверждает присутствие вермикулита.

Таблица 3

Влияние содержания фосфогипса и вермикулита на свойства органоминеральных удобрений

№	Биогумус	Фосфогипс	Вермикулит	Аммофос	Карбамид	pH	P ₂ O ₅ общ %	P ₂ O ₅ раствор %	СаО общ	K ₂ O	SO ₃ общ	Органика	N ₂ общ	Фракция гранул мм %			Прочность гранул МПа
														2 >	2 < 4 >	4 <	
1	42,5	42,5	6	6,4	2,6	5,1	2,75	96,68	21,35	0,12	31,8	19	2,4	21	63	16	1,3
2	58,12	19,38	9	9,6	3,9	5,3	4,6	94,88	10,32	0,35	21,32	25	4	18	70	22	1,2
3	32,5	32,5	14	14,94	6,06	4,8	6,9	95,35	13,25	0,41	29,32	15	5	12	75	13	1,4
4	41,25	13,75	18	19,2	7,8	5,3	9,6	97,56	8,2	1,01	18,35	21	5,6	11	73	16	1,3
5	14,25	42,75	17,2	18,34	7,46	4,1	9,7	98,98	18,4	1,02	32,8	5	6,4	18	68	14	1,9
6	20	20	24	25,6	10,4	4,6	11,2	97,76	12,52	2,42	25,32	8	14,3	9	80	11	2,6
7	22,5	7,5	28	29,88	12,12	5,5	12,3	98,84	7,2	2,75	15,2	11	10,2	8	78	14	2,4

В рамках экспериментальных исследований (табл. 3) варьировалось соотношение биогумуса, фосфогипса, вермикулита, аммофоса и карбамида в составе композиции. Полученные составы содержат органические и минеральные компоненты, обеспечивающие комплексное питание растений. Установлено, что с изменением соотношения компонентов в исследованных образцах содержание общего P_2O_5 изменяется от 2,75 до 12,30 %, K_2O от 0,12 до 2,75 %, содержание общего азота от 5,10 до 5,50 %, а механическая прочность гранул возрастает с 1,3 до 2,4 МПа.

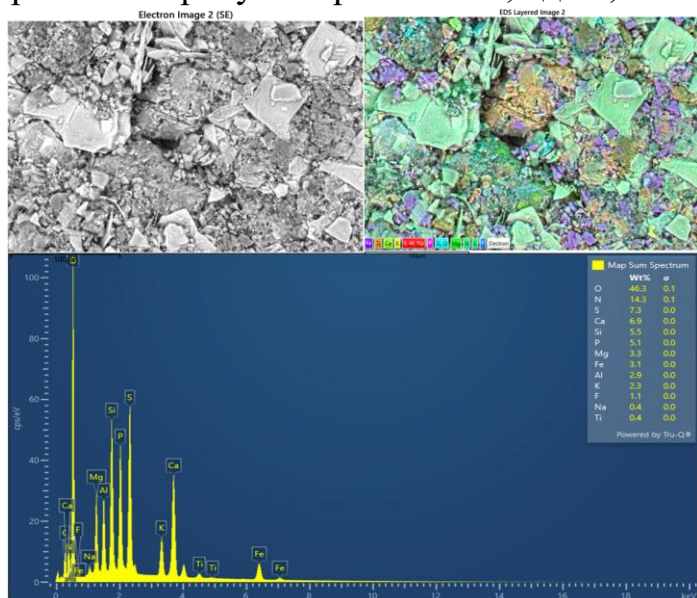


Рис.8. EDS-анализ вермикулитсодержащего удобрения табл. 3. образец № 6

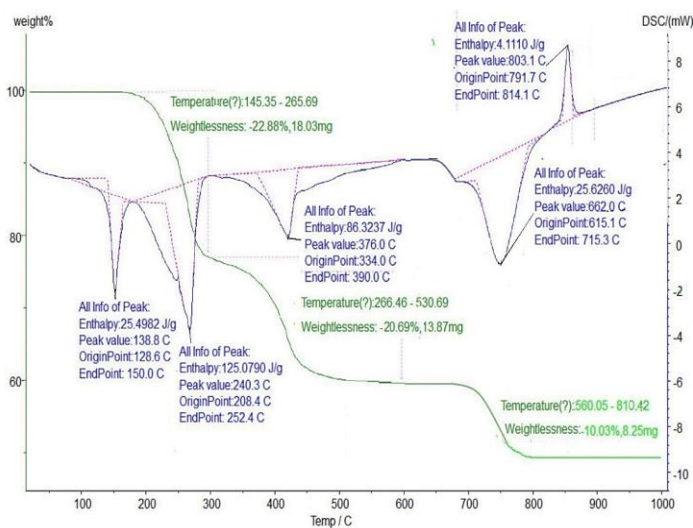


Рис.9. ТГ/ДСК-анализ вермикулитсодержащего удобрения табл. 3. образец № 6

Третья стадия 560-810 °С сопровождается дополнительной потерей массы 10,03% и вероятно, связана с разложением термостабильных неорганических или углеродистых структур. DSC-кривая демонстрирует несколько тепловых эффектов при 138,8; 240,3; 376; 662 и 803 °С, что указывает на последовательные процессы дегидратации, термодеструкции и высокотемпературных фазовых превращений. Остаточная масса при 1000 °С

Данный образец характеризуется высоким содержанием кислорода и кремния при наличии магния, калия, кальция, железа и алюминия, что типично для слоистых силикатов группы вермикулита. Минеральный состав образца одновременно выполняет функции почвоулучшающего и влагоудерживающего субстрата, источника макро- и микроэлементов, а также ионообменного компонента почвы.

По данным совмещённого TGA/DSC-анализа образец (рис.9) подвергается многостадийному термическому разложению. Первая стадия 145-266 °С сопровождается потерей массы 22,88% и обусловлена удалением адсорбированной влаги и летучих компонентов. Вторая стадия 266-531 °С характеризуется потерей массы 20,69% и соответствует основной деструкции органической матрицы.

составляет около 46%, что свидетельствует о высокой доле термостойкого остатка.

В четвертой главе диссертации «Агрохимические испытания и технико-экономические показатели вермикулит содержащих сложно-смешанных удобрений» приведены результаты по оценке состояния почвы в регионе и агрохимической эффективности новых сложных минеральных удобрений и их влияния на рост и развитие культурных растений.

Описываемая глава посвящена контролю состояния почвы, воды и растений для предупреждения и ликвидации химической деградации почв, а также восстановления и повышения плодородия орошаемых почв Каракалпакстана. Отбор проб и координаты приводится (рис. 10) и степень засоления почвогрунтов данных участка представлены в (табл. 4)



Рис. 10. Координаты образцов почв на территории Мамий Шуманайского района Каракалпакстана

Таблица 4

Ионный состав образцов грунтов

№	Наименование и № выработки	Цвет и прозрачность выщелки	pH	Сухой остаток		NO ₂ ⁻	Числитель: мг-экв на 100г, сух. грунта; знаменатель: % к абс.										Тип засоление	
				экспериментальный	Вычисленный		сухому грунту									Сумма мг-экв катионов		
							анионы					катионы						
							CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Сумма мг-экв анионов	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺			Na ⁺
1	11/98	Прозрбел/ц	7,10	0,750	0,713	0,01 0,001	Нет	0,80	0,75	9,43	0,02	11,01	7,20	2,00	0,33	1,48	11,01	-С- слабо
							-	0,049	0,026	0,453	0,001		0,144	0,024	0,006	0,034		
2	11/76	Прозрбел/ц	6,90	1,780	1,712	0,02 0,001	Нет	0,60	7,75	18,46	0,15	26,98	9,20	6,40	0,33	11,05	26,98	-С- средне
							-	0,073	0,275	0,886	0,009		0,184	0,078	0,006	0,254		
3	17/17	Прозрбел/ц	7,10	0,940	0,905	0,03 0,001	Нет	0,80	3,25	10,12	0,06	14,26	4,80	3,40	0,17	5,89	14,26	-С- слабо
							-	0,049	0,115	0,485	0,004		0,096	0,041	0,003	0,135		
4	11/73	Прозрбел/ц	6,80	4,800	4,662	0,06 0,003	Нет	1,00	30,00	43,55	0,65	75,26	7,80	25,00	0,33	42,13	75,26	-С- сильно
							-	0,061	1,064	2,090	0,040		0,156	0,304	0,006	0,969		о

*Глубина заливания 0-20 см.

Из таблицы 4. видно содержания ионов Cl⁻, SO₄²⁻ и Na⁺ в исследуемых образцах колебания в интервалах 0,75-30,00, 9,43-43,55 и 1,48-42,13 мг-экв на 100 г сухой почвы соответственно, так чтобы почвы с засоления с сульфатами и хлоридами натрия.

Сухой остаток в образцах колеблется в интервалах 0,750-4,800 мг/экв. Исходя значения сухой остаток данного образца по степени засоленности относится к классу; слабой, слабо и сильно засоленной соответственно.

В результате научно-исследовательских работ и опытно-производственных испытаний оптимальных образцов, разработана обобщенная технологическая схема получения сложных удобрений (рис. 11), состоящей из стадий приготовления сухой смеси, дезинтегрирования, уплотнения, влажной окатки и сушки, классификации гранул готовых продуктов.

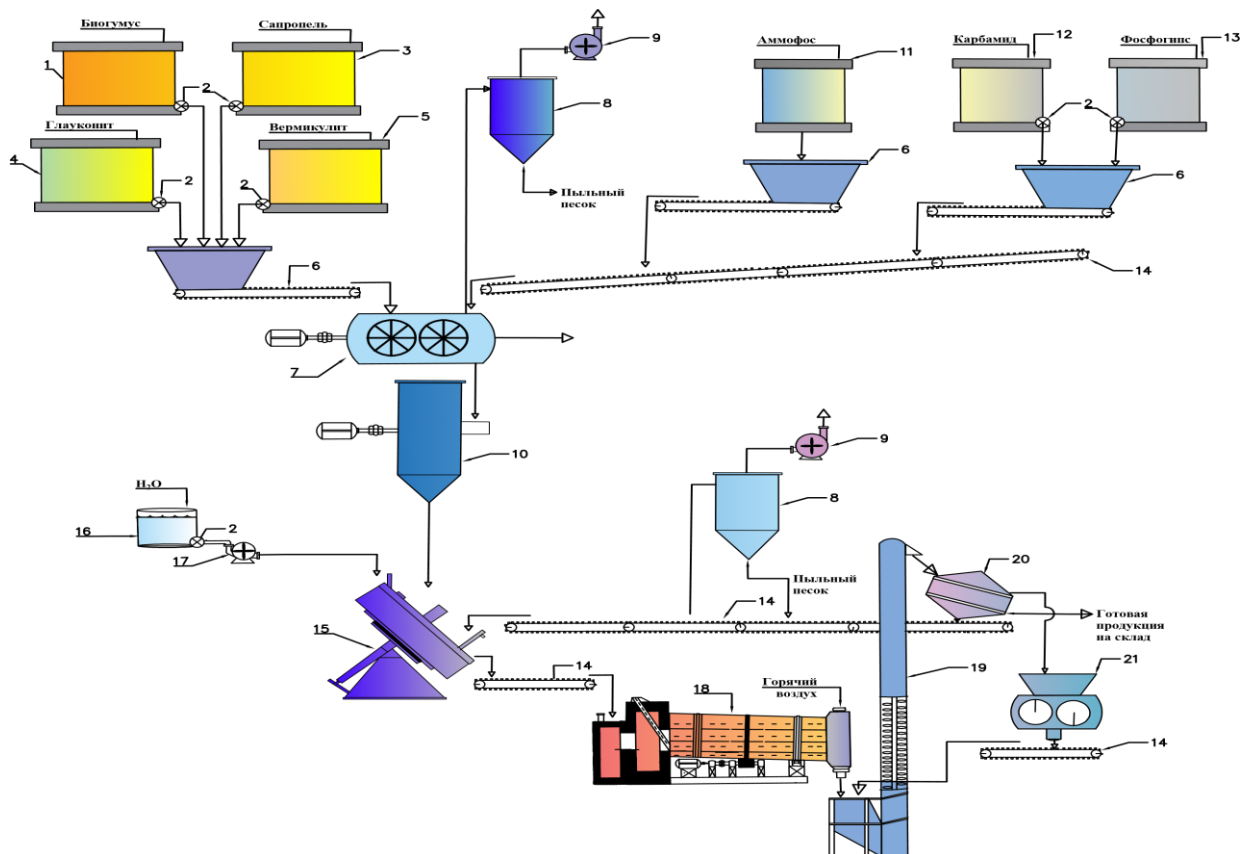


Рис. 11. Принципиальная технологическая схема получения сложных удобрений

1,3,4,5, 6, 10,11,12,13,16-сборник, 2, 7-шнековый дозатор, 7,21- дробилка, 8-циклон, 9-вентилятор, 14-ленточный конвейер, 10-дезинтегратор, 17-шаровый дозатор, 15-тарельчатый гранулятор, 18-барабан сушилка, 19-элеватор, 20-классификатор

Проведённый технико-экономический анализ показал, что себестоимость 1 т сложных органоминеральных удобрений существенно зависит от состава сырьевых компонентов. Наиболее высокая себестоимость установлена для вермикулитно-аммофосного удобрения и составляет 6776,7 тыс.сум/т, что связано с преобладанием дорогостоящих минеральных компонентов. Включение местного органоминерального сырья (глауконита, биогумуса, сапропеля и фосфагипса) позволяет снизить затраты на сырьё до 3447,3 - 3305,3 тыс. сум/т и уменьшить полную себестоимость продукции до 4481,49 - 4296,89 тыс. сум/т.

Наиболее экономически эффективным является биогумусное сложное удобрение с себестоимостью 4481,49 тыс. сум/т, что на 33,86 % ниже базового варианта. Полученные результаты подтверждают целесообразность использования местных природных ресурсов для снижения себестоимости и повышения экономической эффективности производства сложных удобрений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными научными и практическими результатами, полученными при выполнении диссертационной работы, являются следующие:

1. Установлено, что вермикулит Тебинбулакского месторождения представляет собой магний-алюмосиликатный минерал с высоким содержанием основных оксидов: SiO_2 до 44,3 %, Al_2O_3 18,9 %, Fe_2O_3 13,2 %, MgO 11,2 % и K_2O 8,04 %. Такое соотношение компонентов определяет его высокую минералогическую, технологическую и агрохимическую ценность. Минерал характеризуется стабильной кристаллической структурой и выраженной слоистостью, что обуславливает его перспективность для использования в мелиорации и производстве удобрений. Полученные данные подтверждают возможность промышленного освоения сырья как основы для органоминеральных композиций.
2. Показано, что термическая обработка вермикулита в интервале 200-800 °C приводит к интенсивному вспучиванию минерала с увеличением объёма в 15-20 раз и снижением насыпной плотности до 65-312 кг/м³. При этом сохраняется высокая термическая устойчивость материала вплоть до 1340-1385 °C, что свидетельствует о его структурной стабильности. Формирование пористой структуры существенно повышает удельную поверхность и сорбционные свойства. Данные характеристики делают вспученный вермикулит эффективным компонентом для агротехнологий и почвенных мелиорантов.
3. Установлено, что вермикулит обладает выраженной влагоудерживающей и катионообменной способностью, что обусловлено наличием межслоевой воды и активных обменных центров. Степень адсорбции влаги достигает 19,21 %, а остаточная влажность через 120 минут составляет 15,2-17,5 %. Это обеспечивает длительное удержание влаги в почве и повышение её водообеспеченности. Полученные результаты подтверждают высокую мелиоративную значимость минерала, особенно в условиях аридного климата.
4. Определено, что термообработка при 800 °C существенно усиливает сорбционные свойства вермикулита по отношению к ионам водорастворимых солей. Степень извлечения ионов Cl^- и Na^+ увеличивается до 20,83 и 20,60 %, соответственно, что значительно превышает показатели исходного материала и глауконита. Повышение эффективности связано с развитием пористой структуры и увеличением доступной поверхности сорбции. Это подтверждает целесообразность термической активации минерала для мелиоративных целей.
5. Установлены оптимальные технологические параметры мелиорации засоленных почв с использованием вермикулита. Наиболее эффективным является соотношение «почва:агроруда» 1,67:1, обеспечивающее максимальное взаимодействие компонентов. Оптимальный размер фракций составляет 1,25-3,25 мм, при котором достигается наибольшая сорбционная активность. При данных условиях степень удаления солей достигает 25 % по

Cl^- и 26,82 % по Na^+ , что обеспечивает существенное улучшение почвенного состояния.

6. Показано, что разработанные вермикулитсодержащие удобрения характеризуются высоким содержанием основных элементов питания растений. Концентрация P_2O_5 составляет 11,2-18,56 %, азота N_2 10,2-14,3 %, K_2O 2,42-2,83 %, при этом доля лимоннорастворимого фосфора достигает 98,84 %. Такая форма элементов обеспечивает их высокую доступность и пролонгированное питание растений в течение вегетационного периода. Это повышает эффективность применения удобрений на засоленных почвах.

7. Установлено, что применение сложных удобрений на основе вермикулита обеспечивает значительное повышение урожайности хлопчатника. В производственных испытаниях урожайность достигала 36-38 ц/га против 30-31 ц/га на контроле. Средняя прибавка составляет около 6,5 ц/га или 20 %, что свидетельствует о высокой агрономической эффективности разработанных составов. Дополнительно отмечено улучшение роста, развития и устойчивости растений к стрессовым условиям.

8. Подтверждено улучшение агрохимических свойств почв при применении разработанных удобрений. Содержание гумуса увеличивается до 1,49 %, подвижного фосфора до 120 мг/кг, при этом показатель pH снижается с 8,5 до 8,0, что свидетельствует об уменьшении щёлочности. Одновременно наблюдается снижение засоленности почв до 0,450-0,564 %. Эти изменения подтверждают выраженный мелиоративный эффект и восстановление почвенного плодородия.

9. Установлено, что использование местного органоминерального сырья вермикулит, глауконит, сапропель, биогумус, фосфогипс позволяет существенно снизить себестоимость продукции. Стоимость 1 т удобрений уменьшается с 6776,7 до 4481,49 – 4296,89 тыс. сум/т, что составляет экономию до 33,86 %. При этом сохраняется высокая агрохимическая эффективность и стабильность качества продукции. Полученные результаты подтверждают экономическую и экологическую целесообразность внедрения разработанных технологий в сельскохозяйственное производство.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES
DSc.03/2025.27.12.T.04.08 AT KARAKALPAK STATE UNIVERSITY**

**KARAKALPAK SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF
NATURAL SCIENCES**

OCHILOV SIROJ URAZBAY UGLI

**DEVELOPMENT OF A WASTE-FREE TECHNOLOGY FOR OBTAINING
COMPLEX FERTILIZERS BASED ON THE ENRICHMENT OF
VERMICULITES IN KARAKALPAKSTAN**

02.00.13 - Technology of inorganic substances and materials based on them

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
TECHNICAL SCIENCES**

Nukus-2026

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under № B2025.3.PhD/T5829

The dissertation has been carried out at the Karakalpak scientific-research institute of natural sciences.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, English and Russian (resume)) on the scientific council website (www.karsu.uz) and on «Ziyonet» Information and Education portal website www.ziyonet.uz.

Scientific consultant:

Allaniyazov Davran Orazimbetovich
doctor of technical sciences, senior researcher

Official opponents:

Qurbaniyazov Rashid Qalbaevich
doctor of technical sciences, docent

Umirov Farxod Ergashevich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

Namangan state technical university

The defense of the dissertation will take place on «24» october 2026 at 10⁰⁰ o'clock at the meeting of the Scientific Council DSc.03/2025.27.12.T.04.08 at Karakalpak State University at the address: 230112, Nukus, Ch. Abdirov str., 1, Tel: (+99861) 223-60-47; факс: (+99861) 223-60-78; e-mail: karsu_info@edu.uz, Karakalpak State University

The dissertation is registered in the Information Resource Center of Karakalpak State University for № 582, which can be found in the information resource center (Ch.Abdirov str., Nukus, 230112. Tel: (+99861) 223-60-47; факс: (+99861) 223-60-78

The abstract of the dissertation was sent out 7th october 2026.
(register of the mailing protocol №4 of 7th october 2026).




A.M. Reymov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor of
technical sciences, professor, academician


S.A. Kazakhbaev
Scientific secretary of the scientific
council awarding scientific degrees,
PhD of technical sciences


Sh.N. Turemuratov
Chairman of Scientific seminar at scientific
council on awarding of scientific degree,
doctor of chemical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research. Is the development of a waste-free technology for enriching and processing vermiculite from Karakalpakstan and obtaining effective complex fertilizers based on them.

The object of the research work. Are Tebinbulak vermiculites, Krantau glauconites, Kushkanatau sapropels of Karakalpakstan, their products-enriched concentrates, phosphogypsum, as well as nitrogen, phosphorus, potassium, and complex fertilizers obtained from them.

The scientific novelty of the study is as follows:

the composition of vermiculite from the Tebinbulak deposit was determined using physicochemical analytical methods. The ore was found to contain (wt.%): K_2O - 8.04; MgO - 11.2; TiO_2 - 2.11; Fe_2O_3 - 13.2; Al_2O_3 - 18.9; CaO - 1.12; and SiO_2 - 44.3. Based on these results, the feasibility of its use as a raw material for the production of complex mineral fertilizers was substantiated;

an optimal technological scheme for vermiculite enrichment has been proposed, and the patterns of vermiculite concentrate composition change within a wide range of technological parameters have been theoretically substantiated;

for the first time, a scientifically substantiated approach was developed for designing new formulations of complex mineral fertilizers based on beneficiated vermiculite and mineral fertilizer salts with predetermined agrochemical properties;

the mineralogical, elemental, and salt compositions, as well as the commercial properties of the vermiculite concentrates and the complex mineral fertilizers produced on their basis, were determined;

a waste-free technology for the production of various grades of complex mineral fertilizers based on vermiculites from the Tebinbulak deposit (Karakalpakstan) was developed for local agricultural application.

Implementation of research results. Based on the scientific findings obtained during the development of a zero-waste technology for the production of complex fertilizers from enriched vermiculites of Karakalpakstan, the following results were achieved:

the developed technology for producing complex fertilizers based on Karakalpakstan vermiculite and mineral salts was implemented at LLC “ALBASE” (Reference No. 04/10-2160 dated June 1, 2026, Ministry of Agriculture of the Republic of Karakalpakstan). The implementation enabled the establishment of production of a new type of complex fertilizers based on locally sourced mineral raw materials.

a technology for obtaining complex granulated NPK fertilizers using Karakalpakstan vermiculite, glauconite, sapropel, biohumus, and phosphogypsum was successfully tested at the pilot-industrial facility of LLC “ALBASE” and introduced into industrial production (Reference No. 04/10-2160 dated June 1, 2026, Ministry of Agriculture of the Republic of Karakalpakstan). The use of the developed technological solutions increased raw cotton productivity by 6.5 centners per hectare.

The structure and volume of the dissertatsion:

The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendixes. The volume of the dissertation is 120 pages.

**Эълон қилинган илмий ишлар рўйхати.
СПИСОК ОПУБЛИКАВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим; (I часть; парт I)**

1. Ochilov S., Allaniyazov D., Erkayev A., Reymov A., Karimboyeva M., Physical-Chemical Research and Characteristics of Vermiculite of the Tebinbulak Deposit. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering And Technology Vol. 12, Issue 10, October 2025 23904-23910 с. <https://www.ijarset.com/upload/2025/october/8-dauran-15.pdf>
2. Очилов С. У., Алланиязов Д.О., Каландарова Ф., Аймуратов Д., Аймуратова Н., Физико-химические свойства и минералогическая характеристика вермикулита тебинбулакского месторождения. Universum: Технические науки Выпуск: 12(141) Декабрь 2025 Часть 7. Москва 2025. 59-63с. DOI:10.32743/UniTech.2025.141.12.21485. [https://7universum.com/pdf/tech/12\(141\)/12\(141_7\).pdf](https://7universum.com/pdf/tech/12(141)/12(141_7).pdf)
3. Ochilov S.U., Allaniyazov D., Karimboyeva M., Kurbiyazov D., Study of the chemical and mineralogical Composition of the complex-mixed fertilizers Obtained on the basis of vermiculite and Selection of the optimal composition. Eurasian journal of academic research innovative academy research support center. Volume 6, Issue 06, June 2026. 142-147 с. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20732651>
4. Ochilov S.U., Allaniyazov D., Karimboyeva M., Kurbiyazov D., Study of the chemical and mineralogical composition of the complex-mixed fertilizers obtained on the basis of vermiculite and selection of the optimal composition. Eurasian journal of medical and natural sciences. Volume 6 Issue 06, June 2026. 138-146 с. <https://www.in-academy.uz/index.php/EJMNS/article/view/52654/23393>
5. Ochilov S., Allaniyazov D., Erkayev A., Allaniyazov D., Uzakbaeva M., Study of the effect of glauconite And vermiculite on the salinity of The soil of Karakalpakstan. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2025, № 9 – 10.107-113с. DOI:10.29013/AJT-25-9.10-107-113 https://ppublishing.org/media/uploads/journals/article/AJT_9-10_p107-113.pdf

II бўлим; (II часть; парт II)

6. Ochilov S.O., Tajibaev T.A., Allaniyazov D.O., Vermikulit sanoatining rivojlanish tarixi. “Globallashuv sharoitida noorganik moddalar va materiallar ishlab chiqarishda innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish istiqbollari” 9-10 noyabr 2023 yil 440-441. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10200600>
7. Очилов С.У., Тажибаев Т.А., Алланиязов Д.О., Эркаев А.У., Курбиязов Д. К. Исследование физико-химического анализа вермикулита каракалпакстана. Высшая школа: научные исследования москва, 2025 108-111 с.
8. Asanov A.M., Erkaev A.U., Ochilov S., Allanyazov D.O., Termik ishlov berilgan vermikulit mineralining adsorbsion va desorbsiyon xossalari tahlil qilish. “Zamonaviy kimyoning dolzarb muammolari, yechimlari va rivojlantirish

istiqbollari” Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2025-yil 15-may 238-239 c.
https://dtpi.uz/wp-content/uploads/2026/07/Zamonaviy_kimyoning_dolzarb_muammolari_Toplam_Oxir_1449.pdf

9. Asanov A.M., Erkaev A.U., Ochilov S., Allanyazov D.O‘., Адсорбционных свойств глауконита. “Zamonaviy kimyoning dolzarb muammolari, yechimlari va rivojlantirish istiqbollari” Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2025-yil 15-may 236-237 c.
https://dtpi.uz/wp-content/uploads/2026/07/Zamonaviy_kimyoning_dolzarb_muammolari_Toplam_Oxir_1449.pdf

10. Ochilov S.U., Allaniyazov D., Sharibayeva K., Chemical and mineralogical composition and commodity properties of complexmixed vermiculite-containing fertilizers. International conference on science & technology Hosted from Moscow, Russia. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20733098> 92-96 c

11. Ochilov S.U., Allaniyazov D., Karimboyeva M., Study of the chemical and mineralogical composition of complex-mixed fertilizers obtained on the basis of vermiculite and selection of the optimal composition. Zamonaviy dunyoda innavatsion tadqiqotlar: Nazariya va amaliyot Vol.5 No.20 (2026): ZDIT 17.06.2026 54-57 c. <https://in-academy.uz/index.php/ZDIT/article/view/52603>

12. Очилов С.У., Алланиязов Д. О., Реймов А.М., Эркаев А. У., Тажибаев Т. А ., Курбиязов Д. К. Сорбционные способности глауконита и вермикулита каракалпакстана. Science, technology and global challenges Proceedings of I International Scientific and Practical Conference Tokyo, Japan 11-13 September 2025 82-86 c. https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2025/09/SCIENCE-TECHNOLOGY-AND-GLOBAL-CHALLENGES-11-13.09.25.pdf?utm_source=chatgpt.com

Автореферат «Қорақалпоқ давлат университетининг Ахборотномаси»
журналида таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар
ўзаро мувофиқлаштирилди. (06.10.2026 йил)