ЛИНОЛЕУМ ИШЛАБ ЧИҚАРИШДА МАҲАЛЛИЙ БЕНТОНИТ ГИЛЛАРИДАН МИНЕРАЛ ТЎЛДИРУВЧИ СИФАТИДА ФОЙДАЛАНИШ ИМКОНИЯТЛАРИ

Ботирова Нодира Шерали қизи
Жиззах политехника институти, 1-босқич таянч докторанти
nomozova19@list.ru

Аннотация. *Ушбу мақолада линолеум ишлаб чиқаришда маҳаллий бентонит гилларидан минерал тўлдирувчи сифатида фойдаланиш имкониятлари кўриб чиқилган. Бентонитнинг таркиби, физик-кимёвий хусусиятлари ва унинг линолеум сифатига таъсири таҳлил қилинган. Шунингдек, Каттақўрғон бентонитини қайта ишлаш, модификациялаш ва полимер композициялар таркибида қўллаш усуллари ёритилган. Маҳаллий хомашёдан фойдаланишнинг технологик ва иқтисодий афзалликлари кўрсатиб берилган.*

Калит сўзлар: *линолеум, бентонит, монтмориллонит, минерал тўлдирувчи, поливинилхлорид, маҳаллий хомашё, модификациялаш, полимер композиция.*

Аннотация. *В статье рассмотрены возможности использования местных бентонитовых глин в качестве минерального наполнителя при производстве линолеума. Проанализированы состав, физико-химические свойства бентонита и его влияние на качество линолеума. Также освещены способы переработки, модификации и применения Каттакурганского бентонита в полимерных композициях. Показаны технологические и экономические преимущества использования местного сырья.*

Ключевые слова: *линолеум, бентонит, монтмориллонит, минеральный наполнитель, поливинилхлорид, местное сырьё, модификация, полимерная композиция.*

Abstract. *This article examines the possibilities of using local bentonite clays as mineral fillers in linoleum production. The composition, physicochemical properties of bentonite, and its influence on linoleum quality are analyzed. Methods of processing, modifying, and using Kattakurgan bentonite in polymer composites are also discussed. The technological and economic advantages of using local raw materials are highlighted.*

Keywords: *linoleum, bentonite, montmorillonite, mineral filler, polyvinyl chloride, local raw materials, modification, polymer composite.*

Линолеум ишлаб чиқариш технологиясида маҳаллий бентонит гилларини минерал тўлдирувчи сифатида қўллаш иқтисодий ва технологик жиҳатдан самарали ҳамда истиқболли йўналишлардан бири ҳисобланади. Ўзбекистон Республикаси ҳудудидаги Навбаҳор, Азкамар ва Каттақўрғон каби бентонит гиллари конларининг бой хомашё захиралари маҳаллий қурилиш материаллари ишлаб чиқариш саноатининг ушбу минерал ресурсга бўлган эҳтиёжини тўлиқ қондириш имконини беради. Линолеум рулонли пол қопламалари полимер композицияси (одатда ПВХ асосида) таркибида минерал тўлдирувчилар улуши 40-60% гача етиши мумкин. Анъанавий бўр (кальций карбонат) ўрнини қисман ёки тўлиқ маҳаллий бентонит билан алмаштириш қуйидаги технологик ва иқтисодий имкониятларни тақдим этади[1.2].

Маҳаллий бентонит гилларидан ПВХ асосидаги линолеум ишлаб чиқаришда минерал тўлдирувчи сифатида фойдаланиш имкониятлари уларнинг минералогик таркиби, дисперслиги, заррачаларининг қатламли тузилиши ҳамда сирт хусусиятлари билан белгиланади. Бентонитнинг полимер композицияга таъсири унинг таркибидаги монтмориллонит миқдори, алмашинувчан катионлар табиати, намлик даражаси, киритилиш улуши ва полимер матрицасида тақсимланиш ҳолатига боғлиқ. Шу сабабли ушбу минерал тўлдирувчининг технологик самарадорлигини муайян рецептура ва қайта ишлаш шароитлари доирасида баҳолаш мақсадга мувофиқ[3]. **1-Расм**

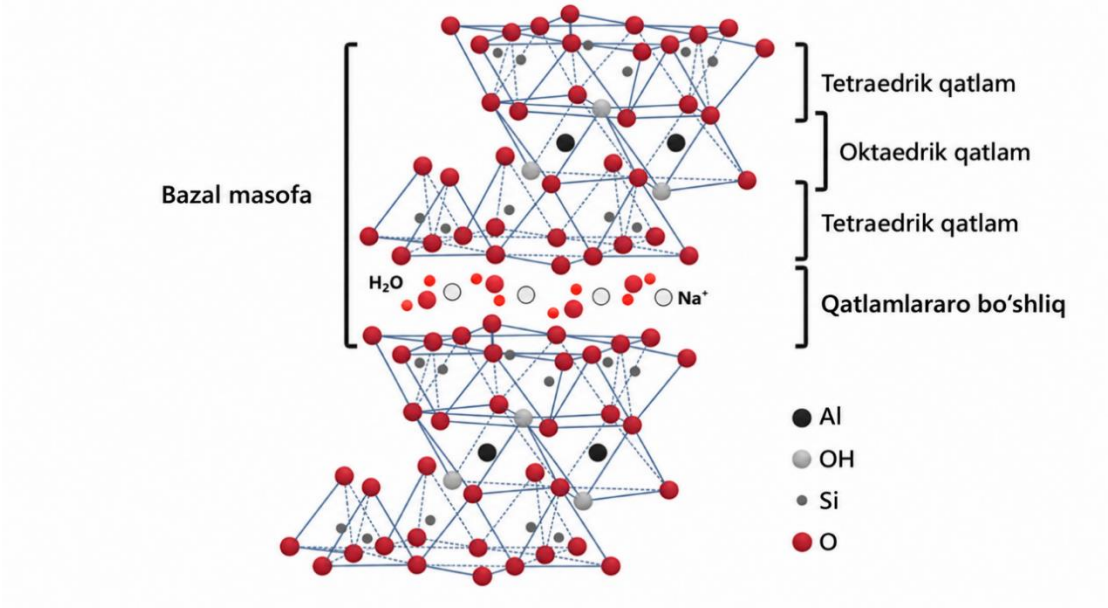
Бентонит заррачаларининг юқори солиштирма сирти ва сирт фаоллиги ПВХ пластизолидаги компонентлараро ўзаро таъсирга ҳамда композициянинг оқиш хусусиятларига таъсир кўрсатиши мумкин. Бунда тўлдирувчининг дисперслиги ва концентрацияси пластизолнинг қовушқоқлиги, силжиш таъсиридаги оқиш ҳолати ва сақлаш давридаги седиментацион барқарорлигини белгиловчи омиллардан ҳисобланади. Бентонитни мақбул миқдорда киритиш ва самарали диспергирлаш орқали компонентларнинг бир текис тақсимланишига ҳамда қоплама қатламини шакллантириш жараёнининг барқарорлигига эришиш мумкин. Бироқ тўлдирувчи миқдорининг ортиши ёки заррачаларнинг агломерацияланиши қовушқоқликнинг ҳаддан ташқари ошишига ва композицияни қайта ишлашнинг қийинлашишига олиб келиши эҳтимолини ҳисобга олиш лозим.

Бентонитнинг қатламли заррачалари полимер матрицасида етарли даражада диспергирланган ва фазалараро адгезия таъминланган шароитда мустаҳкамловчи компонент вазифасини бажариши мумкин. Бундай тузилиш ташқи юкланиш таъсирида кучланишларнинг қайта тақсимланишига ва микродарзлар тарқалишининг чекланишига хизмат қилади. Натижада композициянинг чўзилишдаги мустаҳкамлиги, йиртилишга қаршилиги ва ейилишга чидамлилигини ошириш имконияти юзага келади. Шу билан бирга, мустаҳкамликнинг ортиши эластикликнинг яхшиланишини автоматик равишда англатмайди: тўлдирувчининг юқори улуши материалнинг нисбий узайишини камайтириши ва мўртлигини ошириши мумкин. Шу боис мақбул таркиб мустаҳкамлик, эгилувчанлик ва қолдиқ деформация кўрсаткичларини ўзаро мувофиқлаштириш асосида танланиши зарур[4].

Полимер матрицасида бир текис тақсимланган қатламли силикат заррачалари иссиқлик ва термик парчаланишнинг учувчан маҳсулотлари кўчишига тўсқинлик қилувчи тузилма ҳосил қилиши мумкин. Мазкур таъсир композициянинг термик парчаланиш ва ёниш жараёнларини бошқариш нуқтаи назаридан аҳамиятлидир. Бироқ бентонитнинг мавжудлиги маҳсулотнинг оловга бардошлилигини ёки ёнғин хавфсизлиги талабларига мувофиқлигини ўз-ўзидан кафолатламайди. Унинг самараси минерал таркиб, сиртга ишлов бериш усули, диспергирланиш даражаси ва бошқа қўшимчалар билан ўзаро таъсирга боғлиқ бўлиб, термик таҳлил ҳамда стандарт ёнғин синовлари натижалари асосида тасдиқланиши лозим.

Бентонитнинг сувни сорбциялаш ва шишиш хусусиятларини полимер қопламанинг сув ўтказмаслиги билан бевосита тенглаштириш мумкин эмас. Хусусан, модификацияланмаган натрийли бентонитнинг гидрофиллиги композициянинг сув шимувчанлигини ошириши ва нам муҳитда ўлчамлар барқарорлигига салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Айни пайтда, заррачалар сиртини мақсадли модификациялаш, тўлдирувчини қуритиш ва полимер матрицасида бир текис тақсимлаш орқали фазалараро нуқсонларни камайтириш ҳамда намлик диффузияси йўлини узайтириш имконияти мавжуд. Шунинг учун бентонитли линолеумнинг намликка чидамлилиги сув шимувчанлик, сув таъсиридан кейинги ўлчам ўзгариши ва физик-механик хоссаларнинг сақланиши бўйича тажрибавий баҳоланиши зарур.

1-Расм. Монтмориллонитнинг 2:1 типидаги қатламли кристалл тузилиши



Линолеум ишлаб чиқаришда маҳаллий бентонит гилларини минерал тўлдирувчи сифатида қўллаш импорт тўлдирувчиларнинг муайян қисмини алмаштириш ва хомашё харажатларини камайтириш имконини беради. Иқтисодий самарадорлик бентонитни қазиб олиш, ташиш, бойитиш, қуритиш, майдалаш ва зарур ҳолларда сиртини модификациялаш харажатларини ҳисобга олган ҳолда баҳоланиши лозим. Бунда тўлдирувчининг мақбул миқдори маҳсулотнинг талаб этилган эксплуатацион хусусиятларини сақлаш шарти асосида белгиланади. Бентонит пластификатор вазифасини бевосита бажармаганлиги сабабли, уни киритиш ҳисобига пластификатор сарфини камайтириш имконияти алоҳида тажрибавий асослашни талаб этади.

Маҳаллий бентонит хомашёсидан фойдаланиш линолеум ишлаб чиқаришнинг импорт ресурсларига боғлиқлигини камайтириш, валюта харажатларини қисқартириш ва хомашё таъминоти барқарорлигини оширишга хизмат қилиши мумкин. Шунингдек, маҳаллий минерал ресурсларни қайта ишлашга жалб этиш ҳудудий ишлаб чиқариш кооперациясини ривожлантириш ва қўшилган қиймат яратиш имкониятларини кенгайтиради. Мазкур ёндашувнинг рақобатбардошликка таъсири хомашё сифати барқарорлиги, логистика харажатлари ва тайёр маҳсулотнинг сифат кўрсаткичлари билан белгиланади.

Бентонит табиий минерал хомашё ҳисобланади, бироқ унинг табиий келиб чиқиши тайёр пол қопламасининг экологик хавфсизлигини ўз-ўзидан кафолатламайди. Экологик баҳолашда бентонит таркибидаги аралашмалар, жумладан кристалл кремнезём ва эҳтимолий зарарли компонентлар, шунингдек уни қайта ишлаш жараёнидаги чанг ҳосил бўлиши ва энергия сарфи ҳисобга олиниши зарур. Тайёр линолеумнинг турар жойларда қўллашга яроқлилиги эса композициянинг барча компонентлари, учувчан органик бирикмалар эмиссияси ва санитария-гигиеник синов натижалари асосида аниқланади. Маҳаллий хомашёдан фойдаланиш ҳисобига ташиш масофаси қисқарган тақдирда, транспорт билан боғлиқ экологик юкламани камайтириш имконияти ҳам юзага келади.

Маҳаллий бентонит гилларини ПВХ асосидаги линолеум таркибига минерал тўлдирувчи сифатида киритишда уларнинг намлиги, сирт хусусиятлари ва табиий ранги билан боғлиқ технологик чекловларни ҳисобга олиш зарур. Ушбу омиллар композицияни қайта ишлаш шароитларига, фазалараро ўзаро таъсирга ва тайёр маҳсулот сифатига таъсир кўрсатиши мумкин.

Бентонитнинг гидрофиллиги ва намликни сорбциялаш қобилияти уни ишлаб чиқаришга тайёрлаш ҳамда сақлаш шароитларини назорат қилишни талаб этади. Тўлдирувчи таркибидаги ортиқча намлик термик қайта ишлаш жараёнида буғланиб, қопламада ғоваклар, пуфакчалар ва бошқа тузилиш нуқсонларини ҳосил қилиши мумкин. Шу сабабли бентонитни композицияга киритишдан олдин белгиланган қолдиқ намликкача қуритиш ва қайта намланишдан ҳимояланган шароитда сақлаш мақсадга мувофиқ. Қуритиш ҳарорати ва давомийлиги минералнинг таркиби ҳамда термик хусусиятлари асосида танланиши лозим. Бунда қуритишни юқори ҳароратли кальцинация билан тенглаштириш тўғри эмас: ортиқча қиздириш минералнинг қатламли тузилиши ва сирт хусусиятларини ўзгартириши мумкин.

Бентонит сиртининг гидрофил табиати унинг ПВХ ва пластификатордан ташкил топган муҳитда намланиши ҳамда бир текис тақсимланишини қийинлаштириши мумкин. Етарли диспергирланмаган заррачаларнинг агломерацияланиши фазалараро адгезиянинг пасайишига ва композицияда нуқсонли соҳалар шаклланишига олиб келиши эҳтимоли мавжуд. Ушбу чекловни камайтириш учун бентонит сиртини органик модификаторлар, жумладан тўртламчи аммоний тузлари билан ишлаш орқали органофил хусусиятга эга тўлдирувчи олиш имконияти кўриб чиқилади. Модификатор тури ва сарфи унинг ПВХ композицияси билан мослашувчанлиги, қайта ишлаш ҳароратидаги

барқарорлиги ҳамда тайёр маҳсулот хоссаларига таъсири асосида белгиланиши зарур. Модификациялашнинг мақсадга мувофиқлиги эса модификацияланган ва дастлабки бентонит иштирокидаги таркибларни қиёсий синаш орқали асосланади.

Табиий бентонитнинг кулранг, сарғиш ёки жигарранг туси унинг минералогик таркиби ва ранг берувчи аралашмалар, хусусан темир бирикмалари мавжудлиги билан боғлиқ бўлиши мумкин. Бундай тўлдирувчини оқ ёки оч рангли қопламаларга киритиш маҳсулотнинг оқлик даражаси ва белгиланган ранг кўрсаткичларига таъсир кўрсатади. Шу сабабли бентонитнинг қўлланиш соҳасини танлашда унинг ранги, киритилиш миқдори ва пигментлар билан ўзаро таъсири баҳоланиши лозим. Ранг бўйича талаблар юқори бўлган декоратив қатламларда оч тусли ёки бойитилган бентонитдан фойдаланиш, нисбатан тўқ рангли навларни эса кўп қатламли линолеумнинг қуйи қатламларида ёки тўқ рангли композицияларда қўллаш имкониятини тажрибавий текшириш мақсадга мувофиқ.

Юқорида қайд этилган технологик чекловларни ҳисобга олган ҳолда, Каттақўрғон кони бентонит гилларини ПВХ асосидаги линолеум ишлаб чиқаришга жалб этиш хомашёни дастлабки бойитиш, намлигини меъёрлаш, сиртини модификациялаш ва композиция таркибини оптималлаштириш босқичларини ўзаро мувофиқлаштиришни талаб этади. Бунда бентонитнинг минералогик таркиби, йўлдош минераллар миқдори ва сирт хусусиятлари уни тайёрлаш усули ҳамда қопламанинг муайян қатламида қўллаш имкониятини белгиловчи асосий омиллар ҳисобланади.

Каттақўрғон бентонити таркибидаги монтмориллонитнинг қатламли тузилиши мазкур хомашёни функционал минерал тўлдирувчи сифатида ўрганиш учун асос бўлади. Бироқ монтмориллонитнинг 55–70% миқдорда мавжудлиги, шунингдек гидрослюда, кварц ва пирит каби йўлдош минералларнинг иштироки муайян намуна учун минералогик таҳлил натижалари билан тасдиқланиши лозим. Хомашёнинг яшил-кулранг тусини ҳам фақат пирит мавжудлиги билан изоҳлаш етарли эмас, чунки унинг ранги темир сақловчи фазалар ва бошқа аралашмаларнинг умумий таъсирига боғлиқ бўлиши мумкин. Шу сабабли дастлабки тадқиқотларда кимёвий ва рентгенфазавий таҳлил натижаларини заррачалар ўлчами ҳамда ранг кўрсаткичлари билан биргаликда баҳолаш мақсадга мувофиқ[5-6].

Бентонитни бойитишнинг дастлабки босқичида гилни сувда диспергирлаш ва заррачаларни ўлчами ҳамда зичлиги бўйича ажратиш имконияти кўриб

чиқилади. Тажрибавий жараён учун қаттиқ фаза миқдори 20–25% бўлган суспензиядан фойдаланиш бошланғич вариант сифатида қабул қилиниши мумкин. Бироқ ушбу концентрациянинг мақбуллиги суспензия қовушқоқлиги ва ажратиш ускунасининг ишлаш самарадорлиги асосида аниқланади. Гидроциклонлаш ёки центрифугалаш орқали йирик кварц ва оғир минерал заррачалари улушини камайтириш, майда дисперсли гилли фракцияни эса бойитилган маҳсулот сифатида ажратиш кўзда тутилади. Бойитиш самарадорлиги олинган фракциянинг чиқиши, монтмориллонит билан бойиш даражаси ва йўлдош минераллар миқдорининг камайиши орқали баҳоланади[6].

Ажратилган гилли фракцияни сувсизлантириш ва қуритиш кейинги технологик босқич ҳисобланади. Дастлаб таклиф этилган 180–200°C ҳароратда икки соат давомида ишлов бериш режими тайёр саноат меъёри сифатида эмас, балки текширилиши лозим бўлган тажрибавий вариант сифатида қаралиши зарур. Ушбу ҳароратда ишлов беришни юқори ҳароратли кальцинациядан фарқлаш ҳамда минерал таркибидаги барча боғланган сувнинг тўлиқ чиқарилиши сифатида талқин қилмаслик лозим. Қуритишнинг асосий вазифаси тўлдирувчининг қолдиқ намлигини композицияни қайта ишлашда нуқсонлар келтириб чиқармайдиган даражагача камайтиришдан иборат. Мақбул режим термогравиметрик таҳлил, қолдиқ намлик ва қайта намланишга мойиллик натижалари асосида белгиланади[6].

Бойитилган бентонитнинг ПВХ композициясида намланиши ва диспергирланишини яхшилаш мақсадида уни органик модификациялаш имконияти ўрганилади. Бунда тўртламчи аммоний тузлари билан катион алмашиниш орқали минерал сиртининг органофиллигини ошириш кўзда тутилади. Тажрибавий синтез учун бентонитнинг 5–7% ли сувли суспензиясини тайёрлаш ва жараённи 60–70°C ҳароратда механик аралаштириш шароитида олиб бориш бошланғич режим сифатида танланиши мумкин. Модификатор сифатида цетилтриметиламмоний бромид ёки октадецилтриметиламмоний хлорид каби бирикмаларни қиёсий ўрганиш мақсадга мувофиқ. Бунда тайёрланадиган тизим ҳақиқий эритма эмас, балки дисперс суспензия ҳисобланади.

Модификатор сарфини белгилашда бентонитнинг катион алмашиниш сиғими асосий мезон бўлиши лозим. Шу нуқтаи назардан, 100 г қуруқ бентонитга 35–40 ммоль аммоний тузи киритиш миқдори универсал рецептура сифатида қабул қилинмайди; унинг етарлилиги муайян намунадаги алмашинув марказлари миқдорига нисбатан баҳоланади. Органик катионлар қатламлараро бўшлиқдаги

алмашинувчан катионларни қисман ёки муайян даражада алмаштириши мумкин. Жараён натижадорлиги базал масофанинг ўзгариши, органик компонент миқдори ва сирт хусусиятларининг ўзгариши асосида текширилади.

Модификацияланган маҳсулот фильтрланиб, ортиқча реагент ва эрувчан реакция маҳсулотларидан ювилади, сўнгра назорат қилинадиган шароитда қуритилади. 80°C да қуритиш ва 45–60 мкм гача майдалаш дастлабки тайёрлаш вариантлари сифатида кўриб чиқилиши мумкин. Бироқ кукуннинг мазкур ўлчами унинг полимер ичида алоҳида силикат қатламларигача ажралганлигини англатмайди. Шунинг учун органобентонитнинг композицияда тақсимланиши, агломератлар ҳосил қилиши ва фазалараро таъсири алоҳида баҳоланиши зарур. Модификаторнинг қайта ишлаш ҳароратидаги барқарорлиги ҳам тўлдирувчини танлашда ҳисобга олинади.

Каттақўрғон бентонитини линолеумнинг муайян қатламида қўллаш унинг ранги ва композицияга таъсири асосида белгиланади. Тўқ тусли хомашёни қуйи ёки шаффоф бўлмаган қатламларда ишлатиш имконияти мавжуд бўлса-да, уни кальций карбонатнинг тўлиқ муқобили сифатида олдиндан қабул қилиш тўғри эмас. Бентонит ва кальций карбонатнинг сирт фаоллиги, заррача шакли ҳамда пластификатор билан ўзаро таъсири фарқланганлиги сабабли, алмаштириш даражаси қиёсий тажрибалар орқали аниқланиши лозим.

Асос қатлам учун таклиф этилган 45% органобентонит, 40% ПВХ, 12% пластификатор ҳамда 3% стабилизатор ва пигментлардан иборат таркиб тажрибавий рецептура сифатида баҳоланиши мумкин. Органобентонитнинг бундай юқори улуши композиция қовушқоқлиги, эгилувчанлиги ва қайта ишланувчанлигига сезиларли таъсир кўрсатиши эҳтимоли туфайли тўлдирувчи миқдорини босқичма-босқич ўзгартириш орқали ўрганиш зарур. Аралаштириш учун 80–90°C ва шакллантириш учун 140–165°C оралиқлари ҳам ПВХ маркаси, пластификатор ва стабилизатор тизимига мувофиқ равишда текшириладиган режимлар ҳисобланади. Баҳолашда композициянинг бир жинслилиги, гелланиш даражаси, термик барқарорлиги ва олинган қатламнинг физик-механик кўрсаткичлари асос қилиб олинади.

Кўпиртирилган ўрта қатламда бентонит заррачаларининг ғовак тузилиш шаклланишига таъсирини ўрганиш алоҳида аҳамиятга эга. Таклиф этилган 15% органобентонит, 60% ПВХ, 22% пластификатор ва 3% азодикарбонамиддан иборат таркибни якуний рецептура сифатида қабул қилишдан олдин термостабилизация тизими ҳам белгиланиши лозим. Тўлдирувчи ғоваклар ҳосил бўлишига таъсир кўрсатиши мумкин, бироқ унинг газ пуфакчаларини бир текис

тақсимлаши тажрибавий тасдиқни талаб этади. Шунингдек, 170–185°C ҳарорат оралиғининг мақбуллиги кўпиртирувчи агентнинг фаоллашиш шароити ва ПВХ композициясининг гелланиш жараёни билан мувофиқлиги асосида аниқланади. Олинган қатламнинг зичлиги, ғоваклар ўлчами ва тақсимланиши, қолдиқ босилиш ҳамда деформациядан кейин тикланиш хусусиятлари асосий баҳолаш мезонлари бўлиб хизмат қилади[7].

Шундай қилиб, Каттақўрғон бентонитини линолеум ишлаб чиқаришга мослаштиришнинг самарали йўли бойитиш, назоратли қуритиш, зарур ҳолларда органомодификациялаш ва қатламлар бўйича рецептурани оптималлаштиришга асосланади. Ушбу ёндашувнинг термик барқарорлик, ўлчамлар барқарорлиги ва маҳсулот таннархига таъсири тажрибавий ҳамда техник-иқтисодий ҳисоблар билан тасдиқланиши лозим. Жумладан, таннархнинг 30–40% га пасайиши ҳақидаги кўрсаткични ҳисоб-китобсиз якуний натижа сифатида келтириш мумкин эмас; баҳолашда бойитиш, модификациялаш, қуритиш, реагентлар, энергия ва ишлаб чиқариш чиқиндилари билан боғлиқ харажатлар тўлиқ ҳисобга олиниши зарур.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РУЙҲАТИ

1. Содикова Ш. А., Махкамова Д. Н., Усмонова З. Т. Бентонитовая глина, её физико-химическая характеристика и применение в народном хозяйстве // Universum: технические науки. – 2019. – № 6 (63).

2. Donayev H., Hoshimjonova S., Tursunova Sh. Bentonitni sanoatda qo‘llanishi va uning fizik va kimyoviy jihatdan qayta ishlash, qazib olishning foydali jihatlarini sanoatda qo‘llash // New Renaissance. – 2025. – B. 48–54.,

3. Сабиров Б. Т., Намазов Ш. С., Пулатов Х. Л., Таиров С. С., Мадатов Т. А., Пардаев С. Т. Комплексное исследование бентонитовых глин перспективных месторождений Узбекистана // Universum: технические науки. – 2020. – № 8 (77). – URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10621 (мурожаат санаси: 28.10.2026)

4. Ashurov Sh. M., Bozorov O. N., Quyboqarov O. E. Bentonit va mahalliy mineral xomashyolar asosida adsorbentlar olish imkoniyatlari // Development of Science. – 2026. – Vol. 4, № 5.,

5. Сабиров Б. Т., Намазов Ш. С., Пулатов Х. Л., Таиров С. С., Мадатов Т. А., Пардаев С. Т. Комплексное исследование бентонитовых глин перспективных месторождений Узбекистана // Universum: технические науки. –

2020. – № 8 (77). – URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10621. 7universum.com

6. Bergaya F., Lagaly G. (eds.). Handbook of Clay Science. – 2nd ed. – Elsevier, 2013. – (Developments in Clay Science; Vol. 5). Elsevier Shop

7. Alexandre M., Dubois P. Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials // Materials Science and Engineering: R: Reports. – 2000. – Vol. 28, № 1–2. – P. 1–63. – DOI: 10.1016/S0927-796X(00)00012-7. ScienceDirect