



## МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАРНИ ҚУРИТИШ ОБЪЕКТИ СИФАТИДА ТАҲЛИЛИ

Ахунбаев А.А.  
Давронбеков А.А.

Фарғона политехника институти,  
a.ahunboyev@ferpi.uz ORCID:0000-0001-6764-3690  
a.davronbekov@ferpi.uz ORCID:0000-0002-2203-6392  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6642505>

**Аннотация:** Мақолада минерал ўғитларни қуритиш жараёнларида уларнинг тузилиши, структураси, хусусиятларини асосийларини ажратиб олиш, асосий ҳоссаларни умумий хусусиятларга кўра қуритиш объектлари сифатида таснифланган ва таҳлил қилинган. Қуритишнинг кинетик эгри чизиқларини ўрганиш асосида яратилган материалларнинг қуритиш объектлари сифатидаги таснифлари таҳлил қилинган.

**Калит сўзлар:** қуритиш, материаллар структураси, капиллярлар, коллоидлар, капилляр-ғоваклар, намликни ўтказиш.

**Аннотация:** В статье классифицированы основные свойства минеральных удобрений как объектов сушки, выделены их строение, структура, анализируются основные свойства как объектов сушки по общей характеристикам. На основе изучения кинетических кривых сушки проанализированы классификации материалов, созданных как объекты сушки.

**Ключевые слова:** сушка, структура материала, капилляры, коллоиды, капиллярно-коллоиды, влагоперенос.

**Abstract:** The article classifies the main properties of dispersed materials as drying objects, highlights their structure, structure, analyzes the main properties as drying objects according to general characteristics. Based on the study of drying kinetic curves, the classifications of materials created as drying objects are analyzed.

**Key words:** drying, material structure, capillaries, colloids, capillary colloids, moisture transfer.

### Kirish

Материалларни қуритиш жарёни саноатнинг турли соҳаларида қўлланиладиган муҳим ва кенг тарқалган технологик операция бўлиб ҳисобланади. Қуритиш жараёнида эритувчини чиқариб ташлаш натижасида қайта ишланган материалнинг структуравий тузилишини, механик, технологик ва биокимёвий хусусиятларини сезиларли даражада ўзгаради. Қуритиш иссиқлик ва масса алмашинув жараёни бўлиб, конвектив ва диффузия узатиш, деформация, ўлчам қисқариши, парчаланишларни ўз ичига олган ҳодисаларининг комбинацияси ҳисобланади.

Қуритиш кимёвий технологияда энг кўп энергия талаб қиладиган жараёнлардан бири бўлиб, кўпинча кимёвий маҳсулотларнинг сифатини ва истеъмол хусусиятларини



аниқлайди. Жараённинг муҳимлиги шундан иборатки, кимё корхонаси томонидан истеъмол қилинадиган энергиянинг 85% гачаси қуритишга тўғри келади, қуритилиши керак бўлган моддалар ассортиментини юз минглаб номларни ташкил этади ва бу рўйхат ҳар йили 10-20 мингдан ортиқ номдаги янги материаллар қўшилади [1]. Шунинг учун, қуритиш технологик жараёнларнинг энг муҳимларидан бири бўлиб, қуритгич турини танлашда қурилманинг энергия кўрсаткичларига алоҳида эътибор берилиши керак. Одатда, ишлаб чиқаришда, янги қуритилиши керак бўлган маҳсулотни иссиқлик билан ишлов бериш технологиясини мавжуд ускунага мослаштиришга интилинади. Жараённи била туриб, самарасиз лойиҳалаш ишлаб чиқаришнинг рақобатбардош мавқеига путур етказиши ва янги маҳсулот сифатининг бузилишига олиб келади.

Минерал ўғитларни қуритишдаги энг муҳим муаммолардан бири материалларни қуритиш объектлари сифатида таснифлашдир. Кўп минглаб материаллар қуритилиши керак бўлганда, ҳар бир материал учун, унга мосланган қуритгични яратиши иқтисодий самарасиздир. Шу сабабли, ўхшаш хусусиятларга эга бир синфга тегишли бўлган материалларни қайта ишлаш учун мос бўлган типик қуритгичларни яратишга эҳтиёж пайдо бўлди.

Саноат жараёнида қуритилиши керак бўлган янги маҳсулот учун қуритиш режими ва конструктив параметрларини танлаш узоқ ва қиммат жараён бўлиб, кенг кўламли тадқиқотлар ўтказишни, тажрибали ходимларни, замонавий илмий тадқиқот базасини ва кўп меҳнатни талаб қилади. Одатда, фундаментал фан нуқтаи назаридан тўғри бўлган ечимларни саноат шароитида қайта ишлаб амалга оширилганда, мутлақо аниқ қабул қилиб бўлмайдиган натижаларни бериши мумкин. Шу сабабли, материалларнинг юзлаб маълум бўлган турли хил ҳоссаларини ҳисобга олган ҳолда, қуритиш объектлари сифатида материалларнинг хусусиятларини асосийларини чекланган миқдордагисини ажратиб олиш, асосий ҳоссаларни умумий хусусиятларга кўра таснифлаш ва таҳлил қилиш учун мантиқий ва қулай таснифлашни яратиш зарурати туғилди [2]:

- мавжуд оммавий ишлаб чиқарилган қуритиш ускуналарига эътибор қаратган ҳолда, уни тармоқ имкониятлари ва эҳтиёжлари билан боғлаган ҳолда гидродинамик режимларнинг ягона таснифини ишлаб чиқиш;

- гидродинамик режимларнинг илмий асосланган таснифини ишлаб чиқиш ва унга янги энергия тежовчи режимларни киритиш;

- гидродинамик режимларнинг самарадорлиги назариясини ишлаб чиқиш, гидродинамик режимлар самарадорлигини ҳисоблаш ва қиёсий таҳлил қилиш учун муҳандислик усуллари ва муаммоли дастурий комплексларини ишлаб чиқиш учун гидродинамик режимлар самарадорлиги мезонини таклиф қилиш ва илмий асослаш;

- қуритиш объекти сифатида материалларнинг асосий хусусиятларига мос келадиган барча параметрлар тўпламидан қуритиш объекти сифатида материалнинг ҳолатини энг

яхши аниқлайдиган интеграл хусусиятларни (битта ёки иккита) танлаш ва илмий жиҳатдан асослаш;

- қуритиш жараёнини муҳандислик ҳисоблаш стратегиясини ишлаб чиқиш, маълум миқдордаги хусусиятларга эга бўлган махсус намунавий материалларни танлаш учун материалларни қуритиш объектлари сифатида таснифлаш;

- ҳар бир танланган намунавий модел материаллари учун ягона математик моделни ишлаб чиқиш билан кинетика ва гидродинамик жараёнларини моделлаштириш, қуритиш жараёнини ҳисоблаш, самарали гидродинамик режимни танлаш, қуритиш қурилмаларининг режими ва конструктив параметрларини ҳисоблашни муҳандислик усулларини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқотлар ўтказиш.

Муайян материални қуритиш жараёни учун оптимал аппарат ва технологик схемасини танлаш стратегияси олтига асосий босқични ўз ичига олиши керак [3]:

- 1) қуритиш объекти сифатида материални комплекс таҳлил қилиш;
- 2) қуритгичларнинг ҳар томонлама таҳлили ва мавжуд таснифлари асосида қуритгич турини аниқлаш;
- 3) қуритилган маҳсулот сифатига қўйиладиган технологик талабларни ҳисобга олган ҳолда оптимал қуритиш режимини аниқлаш;
- 4) керакли кўрсаткичларни ҳисобга олган ҳолда аппаратни ҳисоблаш;
- 5) технологик жараённинг экологик ва саноат хавфсизлигини таъминлаш;
- 6) иқтисодий ҳисоб.

Қуритиладиган материалларнинг хилма-хиллиги ва айниқса уларнинг дастлабки ҳолати (суюқликлар, пасталар, донадор материаллар ва бошқалар) ҳар хиллиги туфайли кўплаб турдаги қуритгичлар яратилган. Муаллиф [4], техник адабиётларда 400 га яқин турли хил қуритгичларнинг тавсифини топиш мумкинлигини таъкидлаб, амалиётда 50 дан ортиқ қурилмалар кенг қўлланилганлигини таъкидлайди. Қуритгичларни бир қатор мезонларга кўра таснифлаш мумкин:

- иш принципига кўра қуритгичлар узлуксиз ва даврий ишлайдиган қурилмаларга бўлинади;

- намликни буғлатиш учун энергия бериш усули бўйича: конвектив, контакт, радиация, электромагнит тўлқини таъсирида ва уларнинг комбинациясига эга қурилмаларга;

- қатлам тури бўйича: актив гидродинамик режимга ва қўзғалмас материал қатламига эга қурилмаларга;

- қуритгичдаги босим бўйича: вакуум остида ва атмосфера босимида ишлайдиган қурилмаларга;

- конвектив қуритгичларда иситувчи агент турига кўра ҳаво, қиздирилган буғ, тутун газлари билан қиздирилувчи қурилмаларга бўлиниши мумкин;



- қуритиш ҳарорати бўйича: нормал шароитда эритувчининг қайнаш температурасидан паст ёки юқори ҳароратларда, эритувчининг музлаш ҳароратидан паст ҳароратларда ишлайдиган қуритгичларга бўлиниши мумкин;

- актив гидродинамикали қурилмалар иситувчи оқимининг ва дисперс материалнинг ҳаракатига кўра паралел оқим, карама қарши оқим ва аралаш оқимларга эга қурилмаларга бўлиниши мумкин;

- босқичлар сони бўйича бир босқичли қуритгичлар ва кўп босқичли қуритгичларга;

- материалнинг аппаратда бўлиш вақтига кўра: қисқа муддатли (1 минутдан кам), материалнинг ўртача бўлиш вақти (1-60 мин) ва материалнинг узоқ бўлиш вақти (1 соатдан ортиқ) бўлган қуритгичларга бўлиниш мумкин.

Турли материалларни қуритишнинг кинетик эгри чизиқларини ўрганиш материалларнинг қуритиш объектлари сифатида бир нечта таснифларини ишлаб чиқишга олиб келди:

П.А. Ребиндер томонидан таклиф қилинган тасниф бўйича эритувчи ва материал орасидаги боғланиш шаклига кўра кимёвий боғланиш, физик-кимёвий боғланиш, физик-механик боғланиш турлари мавжуд [5];

А.В. Ликов томонидан таклиф қилинган тасниф материалнинг ички тузилиши хусусиятларига асосланиб (коллоид, капилляр-ғовак, капилляр-ғовак коллоид), улардан намликни олиб ташлаш механизмларини белгилайди ва қуритиш кинетикасининг математик тавсифи бир биридан сезиларли даражада фарқларга эга бўлади [6];

Б.С. Сажин томонидан таклиф қилинган тасниф асосида қуритиш учун берилган материалнинг фазавий ҳолатига, унинг ўлчамларига (сочилувчан, суюқ, пасталар, донадор) асосланган [7].

Ушбу таснифлар кўплаб материалларни турли нуқтаи назардан қуритувчи объектлар сифатида кўриб чиқади ва аслида, юқоридаги таснифларни асосий ғояларини инкор этмаган ҳолда, бир-бирини тўлдиради: биринчи таснифга мувофиқ, эритувчи молекулаларининг материаллар билан боғланиш табиати, уларнинг нисбати ва бундай алоқаларни бузиш шартлари (микро даражада) ҳисобга олинади; иккинчисига кўра, материалдан эритувчини чиқариб ташлашнинг хусусиятлари танадаги намликнинг кичик градиенти шароитида аниқланади; учинчисига мувофиқ - материал бир ёки бошқа усул билан қуритиш имконияти ва самарадорлиги нуқтаи назаридан кўриб чиқилади.

Муаллифлар [5-7] томонидан ишлаб чиқилган материалларни қуритиш объектлари сифатида таснифлаш бир-бирига зид эмас ва бундан ташқари, сезиларли даражада кенгроқ имкониятларга эга бўлиб, амалий фан ва ишлаб чиқариш вакиллари учун ўзига хос “йўл харитаси”га айланиши керак. Чунки, бу материалнинг бир нечта хусусиятларига асосланиб, МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАРНИ қуритиш соҳасида ихтисослашган, уларни амалга ошириш учун энг самарали гидродинамик режимлар ва қурилмаларни тавсия қилиш имконини беради.





Қуритиш жараёнини самарали амалга ошириш учун маълум бир материал учун керакли қуритиш вақтини тўғри ҳисоблаш муҳим аҳамиятга эга. Ишлаб чиқариш шароитида янги материал учун мос ҳолатлар принципи ва намунавий материалларнинг қуритиш кинетикаси ҳақидаги маълумотлардан фойдаланган ҳолда керакли қуритиш вақтини ҳисоблаш мумкин.

Қуритилган материалларнинг полидисперсиясини ҳисобга олиш жиддий муаммодир. Одатда ҳисоблаш йирик фракцияси учун олиб борилади (бу майда фракцияларни қуритишни таъминлайди) ёки ҳар бир фракцияни алоҳида қуритишни ҳисоблаш ёрдамида амалга оширилади. Қуритилган материалнинг полидисперслик индексини камайтириш жараённинг самарадорлигини сезиларли даражада ошириши мумкин. Ушбу муаммони ҳал қилиш усулларида бири дисперс заррачаларни ишлаб чиқариш жараёнида монодисперс зарраларни олишга ҳаракат қилиш бўлади.

Бир қатор технологик жараёнларда минерал ўғитларни олиш жараёнида капилляр-ғовак тузилишга таъсир қилиш мумкин. Масалан, микроғовак ўрнига осон қуритиладиган кенг ғовакли материалларни олиш имконини берадиган полимеризация жараёнларидан фойдаланиш, қуритилган материалнинг керакли намлигига эришиш учун катта иссиқлик ва вақт сарфланиши билан боғлиқ бўлган масалаларни осонлаштиради. Худди шундай масала қуритиш учун дисперсли материалларни олиш жараёнида ёпишувчи-адгезион хусусиятларни назорат қилиш ҳақида ҳам айтиш мумкин, бу биринчи навбатда қуритгичларнинг таркибий жиҳозларига (таъминлагичлар, дозаторлар, юклаш – тушириш қурилмалари) таъсир қилади.

Хулоса

Материалларни изотермик бўлмаган шароитда қуритиш пайтида юқорида кўрсатилган намликни узатиш механизмларига қўшимча равишда, намликнинг ўтиши термокапилляр оқим орқали, намликнинг капилляр-осмотик ёки электроосмотик ўтиши, буғнинг термик ўтиши, термо диффузия натижасида кузатилиши мумкин [10].

Юқорида кўрсатилган намликни зарралар юзасига ўтишининг барча турларини ҳисобга олувчи умумлашган ҳолатнинг аналитик тавсифи муракаб бўлиб, ҳозирда бунинг аниқ ечими мавжуд эмас. Бунинг сабаби, турли диаметрли капиллярларда намлик ўтказишнинг умумий тезлигини аниқлашда, барча турдаги намлик ўтказишлар бўйича қўшимча равишда ифодалаш мумкин бўлсада, оқимларнинг бир бирига ўзаро таъсирини ҳисобга олмаслик қуритиш вақтини аниқлашда жиддий хатоларга олиб келиши мумкин. Шунинг учун, ҳар бир капилляр гуруҳидан намликни олиб ташлашнинг ўртача тезлиги реал аппаратларда ғовак структурали тузилишга эга бўлган модел материалларининг қуритиш кинетикасидан аниқланади. Жараённинг бошқа барча параметрлари иситиш агентининг маълум бир ҳароратида, маҳсулотнинг намлигига қуритувчи агентнинг унумдорлиги ва тезлиги таъсирини ўрганиш бўйича тажрибалар асосида оптимал деб белгиланади.

Фойдаланилган адабиётлар



- [1] Tojiev, R. J. (2019). Drying glass feed stock in drum drier for manufacturing glass products. *Scientific-technical journal*, 22(3), 137-140.
- [2] Фролов, В. Ф., Круковский, О. Н., & Ахунбаев, А. А. (1992). Сушка высоковлажных тонкодисперсных материалов. Минский международный форум «Тепломассообмен в химико-технологических устройствах» Тез. докл, 83.
- [3] Ахунбаев, А. А., Ражабова, Н. Р., & Вохидова, Н. Х. (2020). Исследование гидродинамики роторной сушилки с быстровращающимся ротором. *Экономика и социум*, (12-1), 392-396.
- [4] Тожиев, Р. Ж., Ахунбаев, А. А., & Миршарипов, Р. Х. (2018). Сушка тонкодисперсных материалов в безуносной роторно-барабанном аппарате. *Научно-технический журнал ФерПИ,-Фергана*, (2), 116-119.
- [5] Мухамадсадилов, К. Д., & Давронбеков, А. А. (2021). Исследование влияния гидродинамических режимов сферической нижней трубы на процесс теплообмена. *Universum: технические науки*, (7-1 (88)), 38-41.
- [6] Mirsharipov, R. H., & Akhunbaev, A. A. (2020). Research of Hydrodynamic Parameters of Drum Dryer. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 7(11).
- [7] Тожиев, Р. Ж., Миршарипов, Р. Х., Ахунбаев, А. А., & Абдусаломова, Н. А. К. (2020). Оптимизация конструкции сушильного барабана на основе системного анализа процесса. *Universum: технические науки*, (11-1 (80)).
- [8] Тожиев, Р. Ж., Миршарипов, Р. Х., Ахунбаев, А. А., & Абдусаломова, Н. А. К. (2020). Оптимизация конструкции сушильного барабана на основе системного анализа процесса. *Universum: технические науки*, (11-1 (80)).
- [9] Ахунбаев, А. А., Туйчиева, Ш. Ш., & Хурсанов, Б. Ж. (2020). УЧЁТ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ. *Universum: технические науки*, (12-1 (81)).
- [10] Исомиддинов, А. С., & Давронбеков, А. А. (2021). Исследование гидродинамических режимов сферической углубленной трубы. *Universum: технические науки*, (7-1 (88)), 53-58



- [11] .Ахунбаев, А. А., & Ражабова, Н. Р. (2021). ВЫСУШИВАНИЕ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АППАРАТЕ С БЫСТРО ВРАЩАЮЩИМСЯ РОТОРОМ. *Universum: технические науки*, (7-1 (88)), 49-52.
- [12] Фролов, В. Ф., Круковский, О. Н., & Ахунбаев, А. А. (1992). Непрерывная сушка мелкодисперсных материалов с быстровращающимся ротором и кондуктивных подводом теплоты. Минский международный форум «Тепломассообмен в химико-технологических устройствах» Тез. докл, 92-95.
- [13] Sadullaev, X., Alimatov, B., & Mamarizaev, I. (2021). DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A HIGH-EFFICIENT EXTRACTION PLANT AND PROSPECTS FOR INDUSTRIAL APPLICATION OF EXTRACTORS WITH PNEUMATIC MIXING OF LIQUIDS. *Барқарорлик ва Етакчи Тадқиқотлар онлайн илмий журналы*, 1(5), 107-115.
- [14] Ахунбаев, А. А., Нишонова, Ф. Ф., & Жалилова, Г. Х. Қ. (2021). ҚУРИТИШ АППАРАТЛАРИДА МАТЕРИАЛ ҚАТЛАМИНИ САҚЛАШ УЧУН САРФЛАНГАН ҚУВВАТ ҲИСОБИ. *Scientific progress*, 2(6), 1624-1627.
- [15] Sadullaev, X., Tojiyev, R., & Mamarizaev, I. (2021). EXPERIENCE OF TRAINING BACHELOR-SPECIALIST MECHANICS. *Барқарорлик ва Етакчи Тадқиқотлар онлайн илмий журналы*, 1(5), 116-121.
- [16] Ёнлчиева, М. (2021). Роль современной химии и инноваций в развитии национальной экономики. *Scienceweb academic papers collection*.
- [17] Sadullaev, X., Muydinov, A., Xoshimov, A., & Mamarizaev, I. (2021). ECOLOGICAL ENVIRONMENT AND ITS IMPROVEMENTS IN THE FERGANA VALLEY. *Барқарорлик ва Етакчи Тадқиқотлар онлайн илмий журналы*, 1(5), 100-106.
- [18] Ахунбаев, А. А. (2021). ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ В БАРАБАННОМ АППАРАТЕ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЬНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ. *Universum: технические науки*, (9-1 (90)), 34-38.
- [19] Rasuljon, T., Akmaljon, A., & Ilkhomjon, M. (2021). SELECTION OF FILTER MATERIAL AND ANALYSIS OF CALCULATION EQUATIONS OF MASS EXCHANGE PROCESS IN ROTARY FILTER APPARATUS. *Universum: технические науки*, (5-6 (86)), 22-25.



- [20] Йнлчиева, М. (2021). Роль современной химии и инноваций в развитии национальной экономики. Scienceweb academic papers collection.
- [21] Xursanov, B. J., Mamarizayev, I. M. O., & Abdullayev, N. Q. O. (2021). APPLICATION OF INTERACTIVE METHODS IN IMPROVING THE QUALITY OF EDUCATION. Scientific progress, 2(8), 175-180.
- [22] Tojiev, R. J. (2019). INTENSIFICATION OF HEAT TRANSFER IN CROSSCUT WASHING OF HEAT EXCHANGER'S MATRIX. Scientific-technical journal, 22(4), 29-34.
- [23] Ахунбаев, Адил Алимович. "Сушка тонкодисперсных материалов в аппарате с кондуктивным подводом теплоты." (1990).
- [24] Xursanov, B. J., Mamarizayev, I. M. O., & Akbarov, O. D. O. (2021). OPERATION OF MIXING ZONES OF BARBOTAGE EXTRACTOR IN STABLE HYDRODYNAMIC REGIME. Scientific progress, 2(8), 170-174.
- [25] Xursanov, B. J., Mamarizayev, I. M. O., & Akbarov, O. D. O. (2021). APPLICATION OF CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL RELATIONSHIPS IN MACHINES. Scientific progress, 2(8), 164-169.
- [26] Davronbekov, A., Qoxorov, I., Xomidov, X., & Maxmudov, A. (2021). SYSTEMATIC ANALYSIS OF PROCESS INTENSIFICATION IN HEAT EXCHANGE PRODUCTS. Scientific progress, 2(1), 694-698.