

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



4
2025

Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро давлат техника университети ректори

Муовини:

НИЗАМОВ А.Б. –

БухДТУ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтгаз” АЖ)

МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГКМ” МЧЖ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

ХУРМАМАТОВ А.М. – техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

СОБИРОВА Н.К. – филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро ДТУ ёшлар масалалари ва маънавий- маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.д (PhD)

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

САИДОВ С.Б. – Бухоро ДТУ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – кимё фанлари номзоди, профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусахҳиҳ:

АРТИКОВА М.М.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И

ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро давлат техника университети

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:

200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро давлат техника университети

Тел: 0(365) 223-92-40

Факс: 0(365) 223-78-84

Электрон манзил:

E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан

<https://journal.bmti.uz/>

сайти орқали танишиши мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Беккулов Ж.Ш., Тураев О.А. Математическое и имитационное моделирование усовершенствованной системы виртуального анализа и контроля качества готовой продукции в технологическом процессе сушки хлорида калия.....	4
Imomov Sh.J., Komilov O.S., Shodiyev E.B., Majitov J.A., Ziyoyev D.A. Biogaz qurilmasining issiqlik-texnik va geometrik parametrlarini asoslash.....	10
Ахмедов Ю., Мурадов Ш.М., Хабибов Ф.Ю. Основные свойства функции текучести оболочек предельного равновесия.....	16
Bafoyeu D.X. Yeyilishga chidamli qattiq qoplamalarni qo'llash asosida sirpanishdagi ishqalanish sirtlarini ishlov berish texnologiyasi.....	22
Бердиев Д.М., Константинов В.М., Юсупов А.А., Сайдумаров Б.М. Влияние структуры доэвтектидных конструкционных сталей при различных режимах термоциклической обработки.....	30
Уринов Ж.Р., Абдуллаев Р.С. Динамическая прочность неавтоклавногo газозолобетона.....	35
Худойбердиев А. Биогаз қурилмаси параметрларини оптималлаштиришда асосий кўрсаткичлар тахлили.....	39
Ахмедов Ю., Мурадов Ш. Конструктивные особенности плит перекрытий в зданиях, возводимых методам подъёма.....	47
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Baxshilloev N.K., Umirov F.E., Maxmudov R.A. Natriy xlorid, kaliy xlorid, magniy sulfatlarga boy bo'lgan tuzlar tarkibini tadqiq qilish.....	52
Bokiyeva Sh.K. O'simlik chiqindilari asosida olingan uglerodli adsorbentlar.....	56
Maxmudov M.J., Svaykosov S.O., Saloydinov A.A. Benzol saqlagan benzin fraksiyalarini gidroizomerizatsiyalash jarayonlari texnologiyalari va ularda qo'llaniluvchi katalizatorlarni tadqiq qilish.....	60
Sadullayev N.N., Murtazoyev F.F. Sanoatda tabiiy gazni qazib olish va uni qayta ishlashda energiya samaradorlikni oshirishning imkoniyatlari.....	67
Ziyadullayev O.E., Saliyeva M.K. SnCl ₂ ·2H ₂ O/Et ₃ N/Et ₂ O katalitik sistemasi ishtirokida atsetilen spirtlari sintezi.....	70
Umarov A.A., Ochilov A.A. Gazlarni haydovchi kompressor agregatlaridan foydalanishning tahliliy tamoyillari.....	79
Xolmuxammadiyev A.M., Toshev Sh.O. Burg'ilash eritmalari uchun mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqiladigan kimyoviy reagentlarning fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq qilish.....	85
Nuriddinova G.A., Niyazov L.N. Anilin va gidrooksibenzoy kislotalar asosida birikmalar sintezi istiqbollari.....	90
Usmanova M.M. Noorganik matritsalar asosida ionitlarning olinish usullari va ularning xossalari.....	93
Oripov A.A. Silvinit rudasidan kaliy xlorid ishlab chiqarish jarayonida ajralib chiqadigan shlam chiqindisidan foydalanishning ilmiy asoslari.....	98
G'aybullayeva A.F., Mavlonov Sh.B., Mavlonov B.A., Saidov A.A. Rezina asosli elastomerlar bilan modifikatsiyalangan polimer-bitum kompozitsiyalarining fizik-mexanik xossalari va morfologik tahlili.....	102
Хакимов К.Ж., Ражабов Ш.Х. Сырья характеристика и основных технологических материалов хандизинского месторождения.....	110
Мухсинов С.С., Тожиев О.О., Зоирова А.И. Влияние выбора гидродинамической модели на прогноз добычи из трещиновато-поровых пластов.....	120

Ibragimov Sh.R., Sharipov N.Z. Suyuq shishadan natriy silikat pentagidrat ishlab chiqarish qurilmasini muhandislik hisobi	125
Мухсинов С.С. Применение искусственного интеллекта в прогнозировании показателей разработки газового месторождения.....	130
МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА	
Maxmudov M. I., Timirov X.N. Kompressor stansiyalarini turli xil zamonaviy boshqarish usuli orqali energiya samaradorligini baholash.....	137
Xamroyev X.X., Isamov P.N., Savriyev Y.S. Metall keshish dastgohlarini oʻrnatish bilan bogʻliq yuzaga keladigan deformatsiyalar va ularni bartaraf etish usullari.....	142
Хошимов Ф.А., Кадиров К.Ш., Қарақулов Ш.Ю., Юсупалиева Х.У. Энергия самарадорлигини оширишда технологик жиҳозлар иш режимларининг ўрни.....	146
Садуллаев Н.Н., Нематов Ш.Н. Ўзбекистонда “яшил” энергиядан фойдаланиш самарадорлигини аниқлашдаги муаммолар ва унинг ечимлари.....	153
Tovboyev A.N., Togʻayev I.B. Konveyer tizimlarida elektr energiyasi samaradorligini oshirishning kompleks yondashuvlarini tahlil qilish.....	158
Usmonov Sh.Y., Sobirov M.N. Energiya samaradorligini oshirish maqsadida texnologik parametrlarni optimallashtirish: yogʻ-moy ishlab chiqarishda tizimli yondashuv.....	163
ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР	
Savriyev Y.S., Azizov B.A., Xamroyev X.X. Improvement and mathematical modeling of the pressing process of oilseed fuza of cotton black oil.....	172
Hasanova D.B. Sogʻliqni saqlash sohasini raqamlashtirish istiqbollari.....	181
Murodova M.H. Muhandislik va kompyuter grafikasini oʻqitish xususiyatlari.....	186
Хабибов. Ф.Ю, Ахмедов Ю, Рамазонов А.Ч, Юсупов Ф.Ф. Автоматическая аппроксимация модели поверхности окончательной дистиллизации мисцелы растительного масла.....	189
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Ganiyeva M.Oʻ., Djurayeva N.R. Amarant donining ozuqaviy va terapevtik potentsiali.....	193
Xaydarov Sh.X., Tairov B.B. “Oʻynoqi muskat” shampan vinosining yarim tayyor mahsulotini tayyorlash	133
Barakayev N.R., Kamolova M.X. Mahalliy oʻsimliklar tarkibidagi uglevodlarni innovatsion usullar bilan ajratish laboratoriya qurilmasi.....	203
Dehqonova N.A., Majidov K.X. Oʻsimlik moylarini ishqoriy rafinatsiyalashda elektromagnit faollashtirish taʼsirining xususiyatlarini oʻrganish.....	206
Рахмонов К.С. Применение пряно-ароматического сырья для повышения потребительской ценности ржаных сортов хлеба.....	209
Олтиев А.Т., Бозорова Д.Н. Совершенствование технологии переэтерификации жиров с использованием биокатализаторов нового поколения.....	216
ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ	
Vafayeva Z.S., Bozorova F.M. Tikuv mashinasiga tavsiya etilgan tarkibli moki gʻaltagida ip oʻramlar sonini uning burchak tezligiga taʼsirini tadqiq qilish.....	219
Хужаева М.Э., Гафурова Н.Т., Выбор и обоснование ткани для создания комплекта специальной одежды для прядильщиков.....	222
Rajabov A.I., Nodirova M.N. Yarim dagʻal qoʻy jun tolasini maxsus qurulma asosida shatish usullari.....	227

Пардаев Б.Ч., Абидова А.Р., Росулов Р.Х., Каримова Г.Т. Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда такомиллаштирилган козиқли барабанларда пахта массасининг оқимини назарий тахлили.....	234
Қўшимов А.А., Муродов Р.М., Шодмонкулов А.М., Сайиткулов С.О., Салимов Ш.Х. Пневмотранспортлар ва уларда пахтани стационар узатиш конструкциясини тахлили.....	239
Ражабов А.И., Нодирова М.Н. Махаллий жун толасидан ишлаб чиқариладиган ип ҳажмини кўпайтириш ва сифатини ошириш.....	244
Хамроева М.Ф., Muxamedjanova S.F., Tuychiyev T.O., Xudayarova F.O. Turli kombinatsiyada joylashgan takomillashtirilgan qoziqchali plankali barabanlarning tahlili	247
Bozorova F.M., Vafoyeva Z.S. Tavsiya etilgan tepki uzelineing to'liq faktorli rejalash usuli bo'yicha rezina amortizatorli tishli reyka-tepki tizimini o'rganish.....	253
Мухамеджанова С.Ф., Хамроева М.Ф., Туйчиев Т.О., Худаярова Ф.О. Колосникли панжара ва аррачали барабан оралиқ масофасининг тозалаш жараёнига таъсири.....	258
Saparov M.K., Ro'zmetov R.I., Tuychiyev T.O., Axmedov M.X. Kolosnik qirrasini bilan baraban arrasi tishlari uchlari orasidagi masofani tozalash jarayoniga ta'siri.....	263
Hamroyeva M.F., Muxamedjanova S.F., Tuychiev T.O., Sayfullayev S.S., Xudayarova F.O. Turli kombinatsiyada joylashgan takomillashtirilgan qoziqchali plankali barabanlarning tahlili.	268
Ortiqova K.I., Umarov A.A. xorijiy va mahalliy linter mashinalarining taqqosiy tahlili.....	275
Мусаев С.С., Аслонов А.М. Исследование устойчивости полимерных подошв специальной обуви для работников агропромышленных кластеров к воздействию масел, различных растворителей и старению.....	278
Saparov M.K., Ro'zmetov R.I., Tuychiyev T.O. Kolosnikli panjara o'lchamlarining tozalash jarayoniga ta'siri.....	286
Sayidova M.H. Quyosh batareyalarini maxsus kiyimda qo'llashning nazariy asoslari.....	291
Barakayeva D.F., Gafurova N.T. Energetiklar uchun maxsus ish kiyim yaratishda zamonaviy estetik va xavfsizlik talablarni shakllantirish	295
Худайбердиев М.Р., Очилов Т.А., Хамроева С.А., Нурбоев Р.Х. Тола таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг механик хоссаларини тадқиқоти ва тахлили.....	300
АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Казакова Д.Г. Проблемы перевода терминов и их решения	305
Авлякулова Ш.Б. Аппроксимация орнаментов резьбы по дереву кубическими сплайнами.....	308
Hikmatov N.I. Zamonaviy qurilishda energiya tejankor va samarador texnologiyalardan foydalanish.....	314
Xaitov B.U., Avlyakulova Sh.B. CAM tizimlarida geometrik modelashtirish asoslari.....	318
Рабиев Ғ.Б. Юртимизнинг шаҳар-қишлоқларида автотурагоҳлар ташкил этишнинг долзарб масалалари.....	323
Sadirov S.S. Buxoro viloyatida investitsiyaviy muhitni tahlil qilish: mavjud holat va istiqbollar..	326
Sharipov A.A. Kasbiy ta'lim tashkilotlarida o'quvchilarni amaliyotga yo'naltirishning pedagogik shart-sharoitlari.....	330

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВИРТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА И
КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ
ПРОЦЕССЕ СУШКИ ХЛОРИДА КАЛИЯ**

Беккулов Ж.Ш., Тураев О.А.

Каршинский государственный технический университет.

Аннотация. Предлагаемая усовершенствованная система управления стабилизирует технологические режимы процесса сушки калийных удобрений и увеличивает выход продукта в среднем на 0,8%, а также обеспечивает экономию расхода газа. Разработана математическая и имитационная модель технологического процесса сушки удобрений при производстве калийных удобрений. Данная модель позволяет описать процесс сушки в барабанных сушилках.

Ключевые слова: сушилка, виртуальный анализатор, моделирование, параметр, управление, контроль, индуктивные знания, продукт, качество, модель.

**MATHEMATICAL AND SIMULATION MODELING OF AN ADVANCED SYSTEM FOR
VIRTUAL ANALYSIS AND QUALITY CONTROL OF THE FINISHED PRODUCT IN
THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF DRYING POTASSIUM CHLORIDE**

Bekkulov J.Sh., Turayev O.A.

Karshi state technical university.

Annotation. The proposed improved control system stabilizes the technological regimes of the potassium fertilizer drying process and increases product yield by an average of 0.8%. Additionally, it contributes to gas consumption savings. Furthermore, a mathematical and simulation model of the technological process for drying fertilizer in potassium fertilizer production has been developed. This model allows for the description of the drying process in drum dryers.

Key words: dryer, virtual analyzer, modeling, parameter, control, monitoring, inductive knowledge, product, quality, model.

**КАЛИЙЛИ ХЛОРИДНИ ҚУРИТИШ ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНИДА ТАЙЁР
МАҲСУЛОТ СИФАТИНИ ВИРТУАЛ ТАҲЛИЛ ВА НАЗОРАТ ҚИЛИШНИНГ
ТАКОМИЛЛАШГАН ТИЗИМИНИ МАТЕМАТИК ҲАМДА ИМИТАЦИОН
МОДЕЛЛАШТИРИШ**

Беккулов Ж.Ш., Тўраев О.А.

Қарши давлат техника университети.

Аннотация. Таклиф этилаётган такомиллашган бошқариш тизими калийли ўғитларни қуритиш жараёнининг технологик режимларини барқарорлаштиради ва маҳсулот чиқишини ўртача 0,8 фоизга оширади. Шунингдек, газ сарфини тежаш ҳамда калийли ўғитлар ишлаб чиқаришда ўғитни қуритиш технологик жараёнининг математик ва имитацион модели ишлаб чиқилган бўлиб, бундай модель барабанли қуритгичларда ўтадиган қуритиш жараёнини тавсифлаш имконини беради.

Калит сўзлар: қуритгич, виртуал анализатор, моделлаштириш, параметр, бошқариш, назорат, индуктив билим, маҳсулот, сифат, модель.

Введение. В настоящее время различные отрасли промышленности требуют разработки систем высокоскоростного усовершенствованного управления технологическим процессом и его высокоточного прогнозирования. В свою очередь, эффективность управления определяется точностью модели прогнозирования. Усовершенствованное управление сложными химико-технологическими процессами и производствами требует использования виртуальных анализаторов качества готовой продукции для прогнозирования текущих значений контролируемых параметров и предвидения возможных возмущений. Формирование модели прогнозирования на основе индуктивных знаний об исследуемом объекте в среде виртуальных анализаторов определяется некоторыми тенденциями совершенствования усовершенствованных методов и алгоритмов управления на основе эмпирических данных. В целях получения высококачественной готовой продукции при производстве минеральных удобрений целесообразно разрабатывать новые технологии и

модернизировать существующие. Исходя из правил работы и управления технологическими устройствами, изменяется структура управления, поскольку комплекс устройств автоматизации включает в себя систему локального регулирования и логического управления. Система управления обеспечивает стабилизацию оптимального режима технологических процессов. Показатели качества готовой продукции зависят от предъявляемых к ним технологических требований, а именно: влажности, исходной плотности, структурного состава, физических и химических характеристик [1-4].

Исходя из вышеизложенных мнений и соображений, количество воды, содержащейся в продуктах в процессе сушки, определяется путем расчетов с помощью лабораторных устройств через определенные промежутки времени.

Для управления технологическим процессом сушки хлористого калия и одновременного улучшения качества получаемого продукта предлагается использовать виртуальный анализатор. Он позволит решить задачу прогнозирования количества остаточной влаги в составе высушенного продукта за короткий промежуток времени. Составляет программно-алгоритмический комплекс, реализующий математическую модель виртуального анализатора для контроля нескольких параметров хлористого калия, показателей качества и одновременно его влажности. Единственная цель применения виртуального анализатора заключается в повышении уровня информационного обеспечения операторов и улучшении контроля на всех этапах изготовления продукции, что является инвариантным способом оптимизации процесса [1-2].

Существуют различные методы применения виртуального анализатора. Для решения поставленной в данной работе задачи, основываясь на знаниях о технологических параметрах, влияющих на качество продукта в барабанной сушилке, предложено использование виртуального анализатора в процессе сушки хлорида калия. В многочисленных научных работах рассмотрены методы формирования моделей, основанных на проблемах сушки влажного концентрата в барабанных установках при сложных химических процессах. При этом большое количество моделей, описывающих структуру барабанных сушилок, отражает только некоторые отдельные аспекты явления. Из-за сложности системы и большого количества внешних и внутренних параметров их можно использовать в качестве основы для построения эмпирических корреляций и связей [1-3]. Целесообразно использовать усовершенствованные экстремальные методы автоматического управления всеми технологическими параметрами, задействованными в барабанных сушилках. Математическая модель строится на основе материального баланса процесса сушки, при этом применяются, например, определенные упрощения и эмпирические зависимости (рис.1).



Рис.1. Структурная схема барабанной сушилки как объекта контроля, диагностирования и управления

Представлены результаты математического и имитационного моделирования технологического процесса сушки хлорида калия с использованием пакета прикладных программ MATLAB. В работе осуществлено математическое моделирование процесса сушки

хлорида калия в барабанной сушилке на основе материально-теплого баланса с прохождением сигнала через основной динамический канал.

При создании математической модели объекта с распределенными параметрами были приняты следующие условия:

Материальный баланс по воздушной среде:

$$FR_{ex} - FR_{ex} - \beta_f S_M (T_{ex} - \frac{T_{ex} - T_{ex}}{2}) - \beta_f S (T_{ex} - T_{ap}) = \mu_{cyl} \frac{dR_{ex}}{dt}. \quad (1)$$

Материальный баланс по влажному воздуху:

$$F(\eta_{ex} - \eta_{ex}) + Q(W_{ex} - W_{ex}) = \mu_{\Gamma} \frac{dR_{ex}}{dt}. \quad (2)$$

Энергетический баланс по высушиваемому материалу:

$$C_M Q \frac{\partial T_M}{\partial y} + C_M T_M \frac{\partial Q}{\partial y} - \beta_f S_M (T_{ex} - T_M) + \frac{\partial}{\partial t} (C_M \mu_M T_M) = 0. \quad (3)$$

Материальный баланс по сухому материалу:

$$\frac{\partial Q}{\partial y} + \frac{\partial \mu_M}{\partial t} = 0. \quad (4)$$

Материальный баланс по влажному материалу:

$$Q \frac{\partial T}{\partial y} + W \frac{\partial Q}{\partial y} + K S_M (W - W_{равн}) + \frac{\partial}{\partial t} (\mu_M W) = 0. \quad (5)$$

Материальный баланс по абсолютно сухому веществу:

$$\beta_f S (T_{ex} - T_{ap}) = C_{ap} \mu_{ap} \frac{dT_{ap}}{dt}, \quad (6)$$

здесь: F - расход сушильного агента; R_{ex}, R_{ex} - внутренняя энергия сушильного агента на входе и выходе из сушилки; α_f - коэффициент теплопередачи; T_{ex}, T_{ex} - температура теплоносителя на входе и выходе из аппарата; μ_{cyl} - количество вещества во влажном материале; S - поверхность контакта; η_{ex}, η_{ex} - влага сушильного агента на входе и выходе из сушилки; W_{ex}, W_{ex} - влажность продукта на входе и выходе из сушильного устройства; K - коэффициент сушки; C_M - удельная теплоемкость высушиваемого материала; Q - расход высушенного материала; $\bar{y} = \frac{y}{D}$; D - длина барабанной сушилки. На основе этих уравнений

получена система нелинейных уравнений в частных производных. Проведем линеаризацию полученной системы уравнений, которая представляет собой математическое описание процесса сушки по каналам прохождения сигнала:

$$\gamma_1 \frac{\partial T_{ex}}{\partial t} + \gamma_2 \Delta T_{ex} + \gamma_3 \frac{\partial \phi_{2\eta}}{\partial t} + \gamma_4 \phi_{2\eta} = \gamma_5 \Delta T_{ex} + \gamma_6 \Delta T_{ex} + \gamma_7 \Delta T_{2\mu} + \gamma_8 \Delta T_{ap} + \gamma_9 \phi_{1\eta} + \gamma_{10} \phi_{S,\mu}. \quad (7)$$

$$\gamma_{11} \frac{\partial \phi_{2\eta}}{\partial t} + \gamma_{12} \phi_{2\eta} = \gamma_{13} \phi_{2\eta} + \gamma_{15} \phi_F + \gamma_{14} \phi_{1W} - \gamma_{14} \phi_{2W} + \gamma_{16} \phi_Q. \quad (8)$$

$$\gamma_{17} \frac{\partial T_M}{\partial y} + \gamma_{18} \frac{\partial T_M}{\partial t} + \gamma_{19} \Delta T_M = \gamma_{19} \Delta T_{ex} + \gamma_{20} \phi_{S,\mu} + \gamma_{21} \frac{\partial \phi_{\mu,\mu}}{\partial t} + \gamma_{22} \frac{\partial \phi_Q}{y}. \quad (9)$$

$$\frac{\partial \phi_Q}{\partial y} + \gamma_{23} \frac{\partial \phi_Q}{\partial t} = 0. \quad (10)$$

$$\gamma_{24} \frac{\partial \phi_W}{\partial t} + \gamma_{25} \frac{\partial \phi_W}{\partial t} + \gamma_{26} \phi_W + [\gamma_{27} \exp(-\gamma_0 \bar{y}) + \gamma_{28}] \phi_{2\eta} + [\gamma_{29} \exp(-\gamma_0 \bar{y}) + \gamma_{30}] \Delta T_{ex} + [\gamma_{31} \exp(-\gamma_0 \bar{y}) + \gamma_{32}] \frac{\partial \phi_Q}{\partial t} + \gamma_{33} \exp(-\gamma_0 \bar{y}) \phi_F + [\gamma_{34} \exp(-\gamma_0 \bar{y}) + \gamma_{35}] \frac{\partial \phi_Q}{y} + [\gamma_{36} \exp(-\gamma_0 \bar{y}) + \gamma_{37}] \phi_Q = 0 \quad (11)$$

$$\gamma_{38} \frac{\partial \Delta T_{\delta ap}}{\partial t} + \gamma_{39} \Delta T_{\delta ap} = \gamma_{39} \Delta T_{\delta vx}, \quad (12)$$

где γ_i – коэффициенты, являющиеся функциями параметров исходных уравнений (1)-(6); ΔT – приращения переменных; ϕ – относительные изменения переменных. Для верификация математического описания (7)-(12) зададимся начальными и граничными условиями: $y = \phi_W = \phi_{1W} = \Delta T_M = \Delta T_{\delta xM} = \mu_Q = \mu_{\delta xQ} = 0$, $t = \Delta T_{\delta x} = \phi_{2\eta} = \Delta T_M = \phi_Q = \phi_W = \Delta T_Q = 0$

Используя прямое $\alpha(p) = L|F(t)|$ и $\alpha(s) = L|F(\bar{y})|$ и обратное $F(y) = L^{-1}|F(\alpha(s)|$ преобразования Лапласа к математическому описанию (7)-(12), получим необходимые передаточные функции по каналам связи [3-8].

Модель, основанная на материальном и тепловом балансах, была реализована с использованием пакета MATLAB. Работа модели была проверена на основе информации из архивов базы данных системы автоматического управления технологическим процессом. В данном случае отбор проб для определения содержания влаги в продукте в заводской лаборатории производился с интервалом 720 секунд в течение рабочей смены.

Схема моделирования в MATLAB для регулирования температуры сушильного агента и содержания влаги в продукте путем управления тепловым режимом барабанной сушилки показана на рис.2.

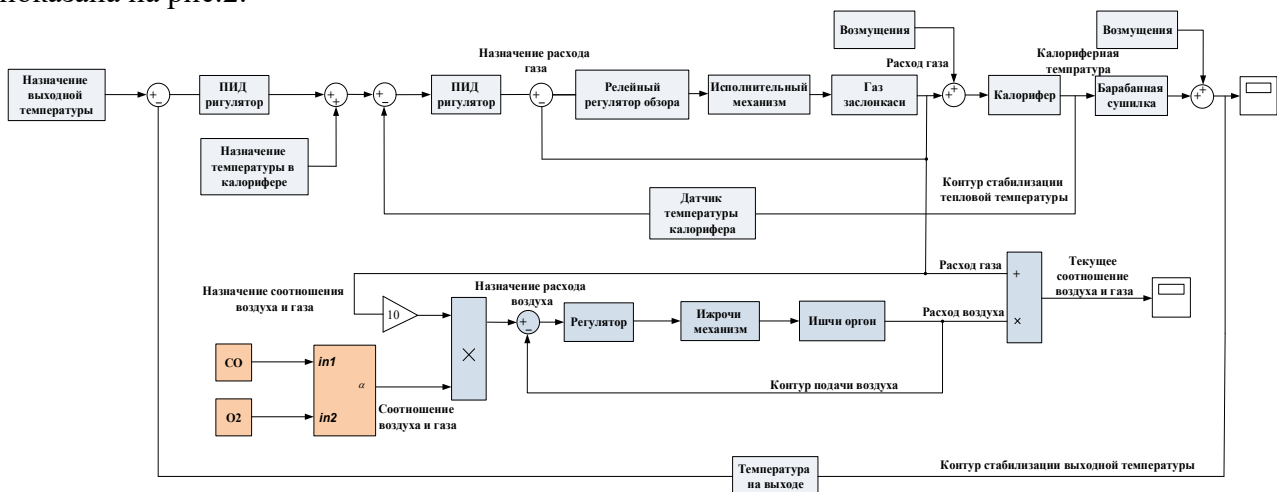


Рис. 2. Схема моделирования системы управления температурой сушильного агента и содержанием влаги в продукте в программной среде MATLAB.

Результаты работы схемы, построенной на основе разработанной выше математической модели, представлены на рис. 3 и рис. 4.

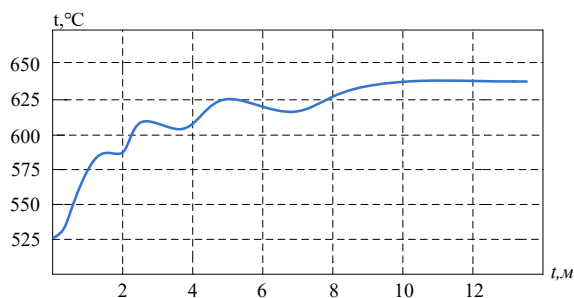


Рис.3. График изменения температуры сушильного агента

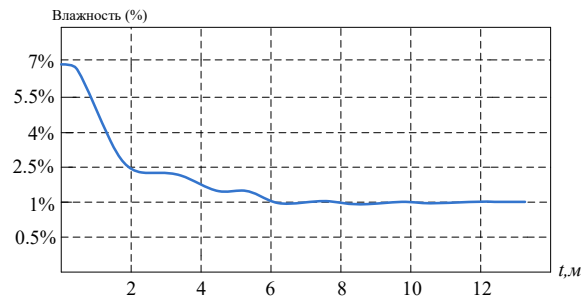


Рис.4. График изменения влажности хлорида калия

При прогнозировании показателей качества конечных продуктов после сушки в барабанной сушилке с хлоридом калия виртуальные анализаторы используются в качестве

решающего элемента систем контроля и управления. Контроль процесса сушки минеральных удобрений заключается в обеспечении стабильного содержания влаги в конечном продукте[5-10]. Чтобы сушилка работала более надежно, в ней должны использоваться современные системы управления и инструменты. Ниже приведена структурно-функциональная схема предлагаемой системы усовершенствованного управления сушильным барабаном (рис.5).

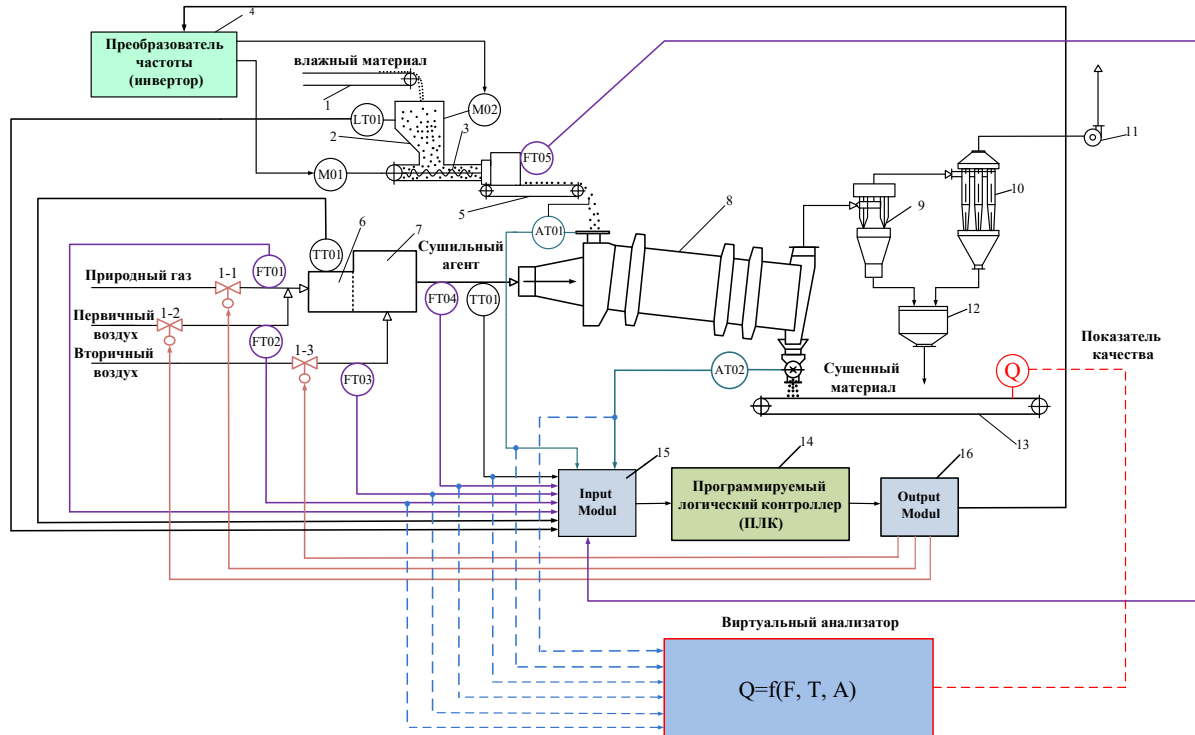


Рис.5. Структурно-функциональная схема системы усовершенствованного управления сушильным барабаном: 1- конвейер, транспортирующий влажный материал; 2 - бункер для влажного материала; 3 - дозатор, 4 - регулятор частоты вращения электродвигателя (преобразователь частоты); 5 - подающий конвейер; 6 - калорифер (топка); 7- смесительная камера; 8- барабанная сушилка; циклоны 9 и 10; 12 - бункер-коллектора, 11 – вентилятор; 13 - конвейер для подачи охладителя; 14- программируемый логический контроллер (ПЛК), 15- блоки аналогового входа (Input Modul) и 16-блоки аналогового выхода (Output Modul); TT01, TT02- датчики температуры; FT01- датчик расхода газа; FT02- датчик расхода первичного воздуха; FT03- датчик вторичного воздуха; FT04- датчик расхода сушильного агента; FT05- датчик расхода влажного концентрата; LT01- датчик уровня; M01, M02- электрический мотор.

Предлагаемой структурно-функциональной схемы интеллектуальной системы управления сушильным барабаном на входе виртуального анализатора измеряются и контролируются влажность высушиваемого хлорида калия. Выходные данные виртуального анализатора являются качественным показателем технологических процессов или производимого продукта. Кроме того, сигналы, передаваемые первичными переключателями, принимаются программируемым логическим контроллером (ПЛК), а управляющие сигналы (эффекты) формируются контроллером. Эти сигналы, в свою очередь, сохраняются в архиве базы данных. На рис.6 и рис.7 представлены графики изменения расхода газа и воздуха, а также график изменения давления газа в барабанной сушилке.

На мониторе персонального компьютера в пункте управления установки представлена мнемосхема процесса в барабанной сушилке, а также в калорифере, где отражаются значения технологических параметров, участвующих в процессе сушки. Программное обеспечение, установленное на промышленном компьютере, обеспечивает архивирование информации в

шкафу управления калориферами и осуществляет их обработку, измеряет технологические параметры, строит графики и дистанционно управляет процессом сушки минеральных удобрений.

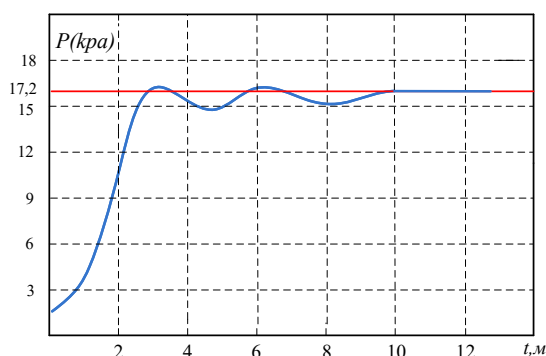


Рис. 6. График изменения давления газа

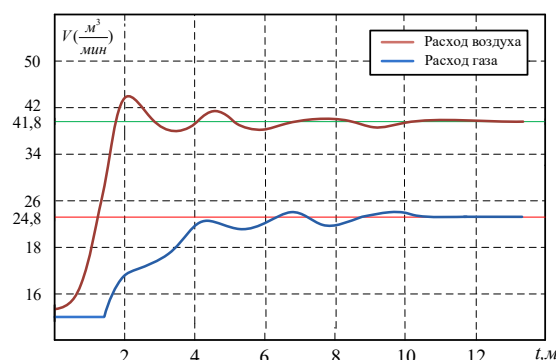


Рис. 7. График изменения расхода газа и воздуха

Заклучение. Критически проанализировано современное состояние теории и практики усовершенствованного управления с виртуальным анализатором в системе контроля и управления технологическими процессами производства калийных удобрений, а также выявлены тенденции их дальнейшего совершенствования. Разработана имитационная модель технологического процесса сушки удобрений при производстве калийных удобрений, описывающая процесс сушки в барабанных сушилках. В качестве альтернативы аналитическим аппаратным средствам непрерывного мониторинга показателей качества минеральных удобрений предложено использование виртуального анализатора, представляющего собой программно-алгоритмический комплекс, реализующий обобщенную математическую модель. Данный виртуальный анализатор позволяет связать текущие значения технологических параметров исследуемого процесса производства калийных удобрений с показателями качества.

Список использованной литературы:

- Бахтадзе Н.Н., Туманов Д. Н., Туманов Н. А., Чадеев В. М. Системы управления качеством производства минеральных удобрений на основе виртуальных анализаторов // Автоматизация в промышленности. М– 2003. – № 8. – с. 33–35.
- Миршарипов Р.Х., Агзамов С. Усовершенствование сушилки минеральных удобрений// “Экономика и социум” Россия-2022. № 6 (97) -1.www.iupr.ru. УДК 697.942.2. 720-726 ст.
- Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Митянина О.Е., Кузьменко Е.А. Математическое моделирование химико-технологических процессов//учебное пособие. 2014.-140 с.
- Коленчук С.В.(RU), Чернаков Н.А.(RU). Способ управления процессом сушки в барабанных сушилках//Патент. R U 2287752 C1.20.11.2006 Бюл. №32
- Баринов С.Ю. (RU), Михеев П.В. (RU), Устройство для автоматического управления процессом сушки сыпучих материалов//Патент. RU 2152572 C1. 10.07.2000 Бюл. № 19.
- Юсупбеков, Н., & Беккулов, Ж. (2023, January). Технологические процесса производства калийных удобрений как объекта контроля и управления. In *Международная конференция академических наук* (Vol. 2, No. 1, pp. 57-64).
- Nurullaevich, K. S., & Sherboyevich, B. J. (2024). Abstract boiling on the example of an improved control system for the combustion of natural gas (potassium chloride) in the calorifier of the dryer. *American Journal of Innovation in Science Research and Development*, 1(7), 18-27.
- Sherboyevich, B. J., & Askarovna, A. S. (2024). The conceptual structure of the APC-an improved system for monitoring and controlling technological processes for the production of mineral (potash) fertilizers. *American Journal of multifunctional publishing*, 1(7), 26-35.

9. Sherboevich, B. Z. (2023). Advanced control system for the drying process of potassium chloride in a drum dryer. *PEDAGOGS*, 46(2), 48-54.
10. Sherboyevich, B.J. (2022). Mineral o'g'itlar sifatini aniqlashda qo'llaniluvchi virtual analizatorlar. *Инновационные подходы, проблемы, предложения и решения в науке и образовании*, 1(1), 79-83.

Беккулов Жаҳонгир Шербоевич - PhD, доцент кафедры “Автоматизация и управление технологическими процессами” Каршинский государственный технический университет. Тел: +998-99-081-09-55 E-mail: jbekqulov@mail.ru

Тураева Орзубека Амирбек угли - Каршинский государственный технический университет Бакалавриат кафедры “Автоматизация и управление технологическими процессами” Тел: +998-50-003-38-05 E-mail: torayevorzubek311@g.com

BIOGAZ QURILMASINING ISSIQLIK-TEXNIK VA GEOMETRIK PARAMETRLARINI ASOSLASH

Imomov Sh.J., Komilov O.S., Shodiyev E.B., Majitov J.A., Ziyoyev D.A.

Buxoro davlat texnika universiteti.

Annotatsiya. Maqolada biogaz qurilmalari uchun issiqlik-texnik va geometrik parametrlarni asoslash masalalari ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda reaktor konstruksiyasining optimal geometrik o'lchamlarini aniqlash va issiqlik yo'qotishlarini minimallashtirish usullari tahlil qilingan. Shuningdek, turli issiqlik izolyatsiya qalinliklari va biomassa ulushlari uchun reaktorning optimal diametri va uzunligi hisoblangan. O'tkazilgan tajribalar natijalari shuni ko'rsatadiki, 30 m³ hajmli bioreaktor uchun maqbul diametr 2800 mm, uzunligi esa 4900 mm bo'lishi kerak. Ushbu tadqiqotlar asosida reaktorning energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: biogaz qurilmasi, issiqlik-texnik parametrlar, geometrik parametrlar, issiqlik yo'qotishlari, reaktor izolyatsiyasi, fermentatsiya jarayoni, biomassa, anaerob sharoit, energiya samaradorligi, optimal diametr.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Имомов Ш.Ж., Комилов О.С., Шодиев Э.В., Мажитов Ж.А., Зиёев Д.А.

Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы обоснования теплотехнических и геометрических параметров биогазовых установок. В исследовании проанализированы методы определения оптимальных геометрических размеров конструкции реактора и минимизации тепловых потерь. Также были рассчитаны оптимальный диаметр и длина реактора для различных толщин теплоизоляции и доли биомассы. Результаты проведенных опытов показывают, что оптимальный диаметр для биореактора объемом 30 м³ должен составлять 2800 мм, а длина - 4900 мм. На основе этих исследований дано предложение, направленные на повышение энергоэффективности реактора.

Ключевые слова: биогазовая установка, теплотехнические параметры, геометрические параметры, тепловые потери, изоляция реактора, процесс ферментации, биомасса, анаэробные условия, энергоэффективность, оптимальный диаметр и длина.

SUBSTANTIATION OF THERMAL ENGINEERING AND GEOMETRIC PARAMETERS OF A BIOGAS PLANT

Imomov Sh.J., Komilov O.S., Shodiyev E.B., Majitov J.A., Ziyoyev D.A.

Bukhara state technical university.

Abstract. This article discusses the issues of substantiation of thermal engineering and geometric parameters of biogas plants. The study analyzes methods for determining the optimal geometric dimensions of the reactor structure and minimizing heat losses. The optimal reactor diameter and length were also calculated for different thicknesses of thermal insulation and the proportion of biomass. The results of the experiments show that the optimal diameter for a bioreactor with a volume of 30 m³ should be 2800 mm, and the length should be 4900 mm. Based on these parameters, recommendations have been developed aimed at improving the reactor's energy efficiency.

Key words: biogas plant, thermal engineering parameters, geometric parameters, heat losses, reactor insulation, fermentation process, biomass, anaerobic conditions, energy efficiency, optimal diameter and length