

GRAVITALIK ENERGIYASINI SAQLOVCHI GIDRAVLIKANI EKSPERIMENTAL TEKSHIRISH. MODELLASH.

*Kabilova Elvira, Alijonova Ruxsora,
Tursunboyeva Muyassar va Ermatova Sevara
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti Olmaliq
filiali*

Anatatsiya: Energiyani saqlash qayta tiklanadigan energiya texnologiyalarining yuqori integratsiyalashuviga yechim sifatida keng tarqalgan. Ko'proq kabi qayta tiklanadigan energiya tizimlari ishga tushirilsa, ko'proq energiya saqlashga bo'lgan ehtiyoj ortib boradi. Hozirgacha pompalangan gidro saqlash (PHS) eng muhim ishlatiladigan saqlash texnologiyasi hisoblanadi. Investorlar tizimlarni qidirmoqdalar qodir uchun yengish PHS kamchiliklar. Sifatida muqobil uchun PHS, tortishish kuchi energiya saqlash hisoblanadi a tizimi bu hisoblanadi hozirda ishlab chiqilmoqda. Ushbu texnologiya PHS ish prinsipiga asoslangan. Buni modellashtirish va simulyatsiya qilish tizimi ushbu maqolaning mavzusidir. Ushbu ish tizimning gidravlik dinamikasiga qaratilgan. Chunki tortishish energiyasi saqlash murakkab suyuqlik va tizimli tizimlarni talab qiladi, Simulink to yordamida matematik model ishlab chiqilgan tizim ish faoliyatini tekshirish. Taklif etilgan model eksperimental ravishda tasdiqlangan. Olingan natijalar bajarilgan simulyatsiyadan ish aylanishi vaqti, piston kabi muhim parametrlarni aniqlash imkonini beradi pozitsiyasi, kameralar bosim va hajmi, kabi yaxshi kabi miqdoriy aniqlashning tizimi kuch va sig'im. Bu hisoblanadi simulyatsiya qilingan model nisbatan kichik bo'lgan haqiqiy modelning ishlashini muvaffaqiyatli taqlid qilishi mumkinligini ko'rsatdi xatolar.

Kalit so'zlar: Gidravlik modellashtirish; tortishish kuchi saqlash ; energiya saqlash; dinamik.

1. Kirish

Muvaffaqiyatning ambitsiyali rejalar uchun karbonsizlantirish energiya ishlab chiqarish tizimi va yengillik qazib olinadigan yoqilg'iga qaramlik, energiyani saqlash kelgusi yillarda sezilarli o'zgarishlarga uchraydi. Qayta tiklanadigan energiya avlod ushbu maqsadlarga erishishda muhim rol o'ynashi taxmin qilinmoqda [1]. Shuning uchun bir qator maqsadlarga erishish kerak bo'l ta'minlangan qaysi o'z ichiga oladi energiya arzonligi, xavfsizligi va barqarorlik. Muddati uchun o'zgaruvchanlik qayta tiklanadigan energiya manbalari, ular energiyaga bo'lgan talabni qondirishda kamroq samarali hisoblanadi. Shuning uchun energiyani ushlab turish kerak energiya ta'minoti xavfsizligini ta'minlash maqsadida zaxira. Energiyaga bo'lgan talab va taklifni muvozanatlash uchun bir

nechta echimlar ular orasida mavjud tarmoq tarmog'ini yaxshilash, energiya yukini o'zgartirish va energiyani saqlash [2]. Bu oxirgi ning yuqori integratsiyasidan kelib chiqadigan bir qancha muammolarni hal qilishi mumkin bo'lgan eng yaxshi variantlardan biri hisoblanadi qayta tiklanadigan energiya. Ko'pincha ishlatiladigan yaxshi tasdiqlangan saqlash texnologiyasi nasosli gidro ombordir (PHS). Biroq, shunday a tizimi ehtiyojlari xos balandligi farq qaysi hisoblanadi emas har doim mavjud. Asoslangan yoqilgan yaxshi- ushbu saqlash tizimining o'rnatilgan kontseptsiyasi, bir necha turdagi gidravlik energiya saqlash tizimlari ishlab chiqilmoqda orasida ular tortishish kuchi energiya saqlash [3]. Bu tizimi ega o'xshash yuqori samaradorlik kabi PHS va hisoblanadi hisobga olinadi mustahkam uzoq umr ko'rish bilan [4-5]. Ushbu texnologiyada elektr energiyasi suvni pompalash orqali potentsial energiya shaklida saqlanadi yuqoriga va og'ir pistonni ko'tarish. Ishlab chiqarish rejimida yuqori bosimli suv turbina orqali o'tkaziladi chiqarish piston pastga [6]. A tortishish sxemasi energiya saqlash ko'rsatilgan ichida 1-rasm.

Nomenclature

a: Diametric compression (mm).

A: Chamber Area (m^2).

AA: Area of chamber A (m^2).

AB: Area of chamber B (m^2).

AB: Area of chamber B (m^2).

AO: Opening area of the valve (m^2).

b: Contact width (mm).

Cd: Valve discharge coefficient.

CA: Effective compliance of chamber A.

CB: Effective compliance of chamber B.D:

Mean diameter of of the O-ring.(mm).

dS: Cross section diameter of the O-ring.(mm).

E: Elastic modulus of the O-ring material (N/m^2)

EW: Liquid compressibility modulus (kPa).

f: Normal force.

Ff: Friction force (N).

Fg: Gravitational force (N).

I: the channel Inductance ($Kg.m^2.s^{-2}.A^{-2}$)

m: Piston mass (Kg).

P: Pressure (Pa).

ΔP : Contact pressure due to the system pressure difference

α : Conversion coefficient.

μ : Friction factor.

ξ : Conversion coefficient

Dinamik modellashtirish hisoblanadi a kuchli asbob uchun tushunish

murakkablikning tortishish kuchi saqlash gidravlik xulq-atvor bosim va oqim tezligi kabi bir nechta ish sharoitlariga kuchli bog'liq. Bir nechta ilmiy maqolalar energiya saqlash tizimlarini dinamik modellashtirishni muhokama qildilar. [7] uchun ikkita modelni taklif qildi yonilg'i xujayralarining barqaror holat va dinamik kuchlanish oqim xususiyatlarini aniqlash. Shu va boshqalar modellashtirilgan dinamik xulq-atvorning sovutish - PCM (Bosqich O'zgartirish Materiallar) energiya saqlash tizimi foydalanish differensial tenglamalar. Simulyatsiya qilingan modeli taqdim etildi tomonidan bilan qarshilik zanjirlari to'plangan parametrlar va elektr sig'im. Olingan natijalar eksperimental natijalar bilan solishtirildi [8]. [9] dagi Duglas dinamikani ishlab chiqdi model uchun Fotovoltaik tizimi bog'langan bilan batareya va vodorod energiya saqlash ishlashning Ushbu tadqiqotda yuqorida aytib o'tilgan gibrid tizim o'rganildi. Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, batareyalar kam quvvat yuki uchun ishlatilishi mumkin, yonilg'i xujayralari esa yuqori quvvat yuklari uchun ko'proq mos keladi. Ushbu tahlil shuni ko'rsatadi yoqilg'i hujayra ega a cheklangan dinamik javob [9]. Foydalanish Matlab/Simulink, rivojlangan a model uchun yuqori bosimli PEM elektrolizator tizimi uning xatti-harakatlarini o'rganish va tizimdagi yo'qotishlarni baholash uchun boshqacha faoliyat ko'rsatmoqda sharoitlar [10]. Va umumiy ko'rinish detallashtirish bir nechta usullari ishlatilgan uchun model energiya saqlash binolarni narish va boshqalar taqdim etgan. [11]. Shu va boshqalar tekshirish uchun Simulink yordamida matematik modelni taklif qildi. Yuqori haroratli supero'tkazuvchi magnit energiyani saqlashni boshqarish strategiyasi [12]. Bir nechta modellashtirish ishlari mavjud nasosli gidrotoplam texnologiyasi bo'yicha amalga oshirildi. [13] da mualliflar turli xil saqlashni modellashtirishni muhokama qilishdi Turbina, generator, penstok va gubernatorni o'z ichiga olgan komponentlar. ning ishlashi aniqlandi gidroturbinali tizim hisoblanadi ta'sirlangan tomonidan suv oqimi elastiklik, inertsiya kabi xususiyatlar, va siqilish [13-14]. O'tkazgich tizimi va gidroturbinani modellashtirish mos ravishda [15,16], [17-19] da amalga oshirildi kelsak yuk va generator, birinchi tartib, ikkinchi tartib va uchinchi tartibni ishlatadigan turli modellar tomonidan taklif qilingan mualliflar [20-22].

Hatto Garchi a muhim raqamning adabiyot hisoblanadi mavjud muhokama

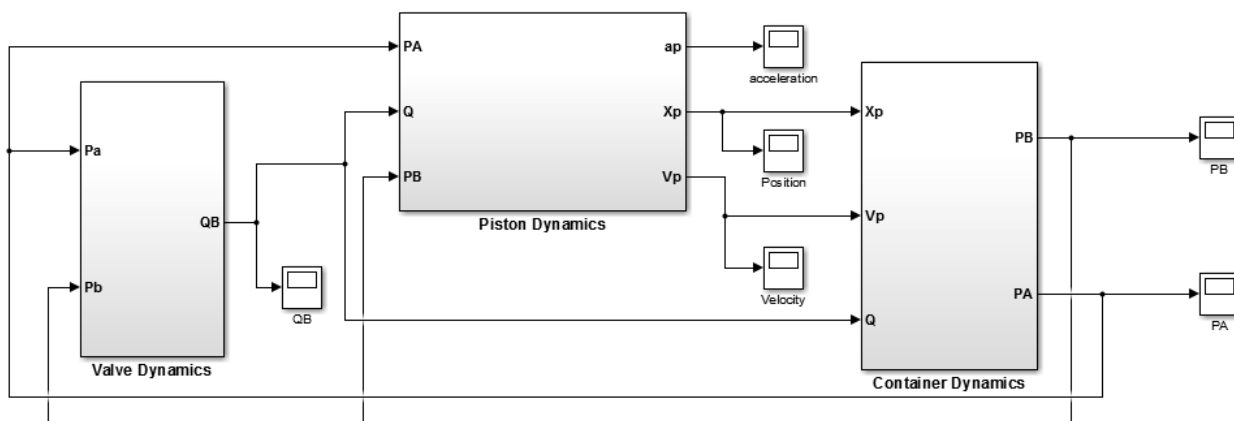


1-rasm. Gravitatsiya saqlash sxematik

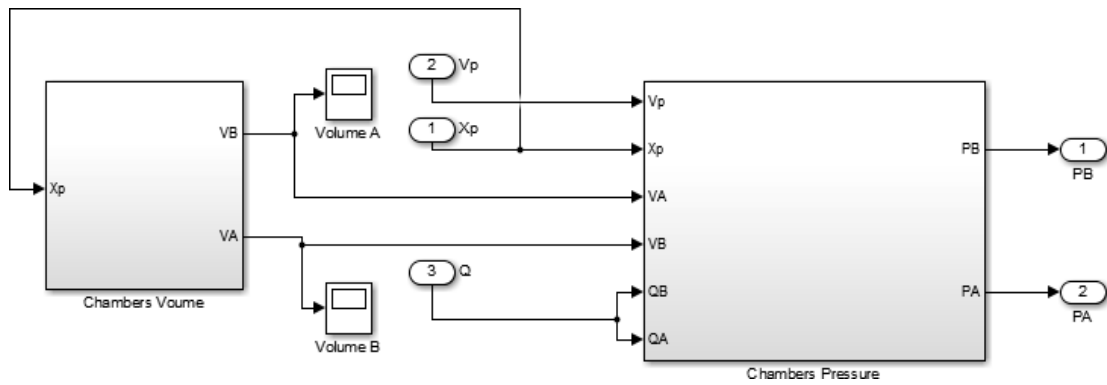
qilish va modellashtirishning energiya saqlash Gravitatsiya energiyasini saqlashning ishlashini modellashtirish uchun bir nechta texnologiyalar ishlab chiqilgan. Yangilik va ushbu ishning o'ziga xosligi tizim dinamikasi haqida tushunchaga ega bo'lish uchun ishlab chiqilgan batafsil matematik modeldadir. Xulq-atvor ning tortishish kuchi saqlash va taklif qilingan model ega bo'lgan tasdiqlangan va isbotlangan kabi bo'lish qodir uchun simulyatsiya qilish va tizimning ishlashi va kamera bosimi, oqim tezligi kabi texnologiyaning turli parametrlarini aniq taxmin qilish.

2 Modellashtirish va Simulyatsiya

Gravitatsiya energiyasini saqlash samaradorligi haqida tushunchaga ega bo'lish uchun dinamik simulyatsiyalar amalga oshiriladi. Modellashtirish uchun tizim komponentlarining ishlash jarayonida uning xatti-harakati, raqamli integratsiyalash orqali analitik modellar yaratiladi tenglamalarni boshqaruvchi tizim. Shu tarzda Matlab/Simulink yordamida darajali tizim modeli ishlab chiqiladi. Kalit komponentlar ning tortishish kuchi saqlash tizimi qaysi o'z ichiga oladi idish, valf va qaytish quvur bor juda bog'langan. Komponentlarning kirish va chiqishlari o'rtasidagi bog'liqlik boshqaruvchi tenglamalar bilan ifodalanadi asoslangan yoqilgan fizika-suyuqlik nazariyalar va dinamik harakat. Rivojlangan model hisoblanadi ifodalangan tomonidan tarmog'i ekvivalent elektr sig'im va qarshilik davrlari. Tizim modelining sxemasi 2-rasmda keltirilgan.



*2-rasm. Tizim darajasi Simulink model
Simulink model*



3-rasm. Idish Model

Bosim o'zgaruvchanlik ichida kamera hisoblanadi olingandan ilova ning davomiylik uchun hajmi boshqaruv. Bu hisoblanadi ifodalangan kabi amal qiling:

$$P(t) = \frac{C}{C_A + C_B} (Q_A - Q_B - Ax(t)) \quad P(t) = \frac{C}{C_A + C_B} (Q_A + Q_B - Ax(t))$$

Qayerda Q_A va Q_B bor oqim darajasi ichida kamera A, va B, mos ravishda. P_A va P_B bor bosim ichida kamera A va B, mos ravishda. x_p - pistonning holati. A - A va B kameralarining maydoni. C_A va C_B - gidravlik kameraning sig'imi A, va B, mos ravishda qaysi ifodalanadi tomonidan:

$$\frac{E_V(p)}{C_A * V(x)}$$

$$C_B$$

$E_V(p)$ hisoblanadi ommaviy modulning ishlaydi suyuqlik kabi a funksiyasi ning bosim.

Model

Suv oqimi bosim farqiga javoban o'z yo'lini to'g'rilaydigan valf tomonidan boshqariladi orasida ikki kameralar. A kvazistatik chiziqli funksiyasining bosim farq bo'ylab teshik hisoblanadi ishlatilgan uchun modelning ochilishi bu ikkinchisi. Bu tenglama bog'lanadi va bo'ylab bosim valf va oqim tezligi (teng. 3) [23].

$P = \frac{1}{2} \frac{1}{Q^2}$ (3) ayerda I hisoblanadi, va A o hisoblanadi ochilish hududning va valf, va o hisoblanadi tushirish ko'effitsienti.

3.Simulyatsiya va eksperimental tasdiqlash

Ushbu simulyatsiya gravitatsiyaviy saqlash tizimining laboratoriya prototipida amalga oshirildi. Diametri 0,6 m bo'lgan 2,2 m ga teng. Amaldagi zanglamaydigan po'latdan yasalgan va 1500 kg massaga ega. Eksperimental modelning o'lchamlari I-jadvalda keltirilgan [29]. Mavjud ma'lumotlardan foydalanish, boshqa kiritish ma'lumotlar olingan foydalanish fizika nazariyalari. Bu ma'lumotlar ko'rsatiladi ichida Jadval II.

Simulyatsiyani amalga oshirish uchun boshqa etishmayotgan parametrlarni baholash kerak. Vana deb taxmin qilingan chiqarish ko'effitsienti 0,611 va ochilish maydoni $2,32 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ga teng. Ishqalanish yo'qotishlarini

aniqlash uchun, biroz parametrlari bog'liq uchun muhrlash, O-ning, bor bo'lgan taxmin qilingan va kesib o'tish Bo'lim diametrining muhrlash hisoblanadi 8 mm esa o'rtacha diametri hisoblanadi 600 m elastik modulning va O-ning materiali ishlatiladi sifatida baholanadi 5.52 MPA.

1-jadval. Taqdim etilgan eksperimental ma'lumotlar.

Konteyner balandligi	Ekspereperimental model
Konteynerlar diametri	2.2 m
Massa	0.6 m
Zichlik	1500 kg
Bosim	7850 kg/m
Saqlash imkoniyatlari	4 mVt
Saqlash quvvati	3.5 wh
	40 V

2-jadval. Olingam ma'lumotlar.

Balandligi	Qiymatlar
Diametri	0.67 m
Suv balandligi	0.6 m
Qaytish quvur balandligi	1.524 m
	2.2 m

Tizimning zaryadsizlanish jarayoniga mos keladigan simulyatsiya natijalari III-jadvalda keltirilgan konteyner ichida 0,00452 m/s tezlik bilan harakatlanadi va oxirgi holatiga erishish uchun taxminan 336 soniya kerak bo'ladi. Va bosim ichida idish (kamera B) hisoblanadi teng uchun 40.6 kPa. Bu yuqori bosim hisoblanadi muddati uchun suv bosim va yuk.

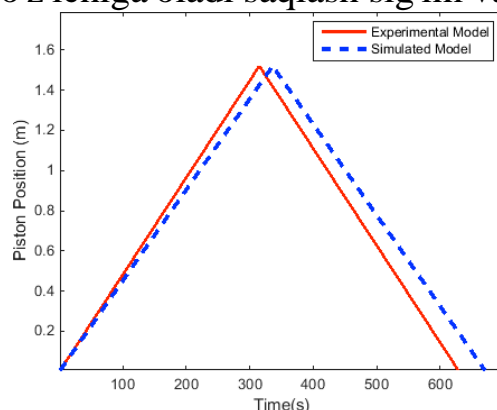
Olingan ishqalanish va gidravlik yo'qotishlar ko'rsatilgan III-jadvalda.

3-jadval. Olingam ma'lumotlar

Tezlik (m/s)	Qiymatlar
Bo'shatish vaqtlar	4.52*10
Bosim(kPa)	336
	40.6

Oqim darajasi(m/s)	1.27*10
Ishqalanish yo'nalishi(kN)	6.584 6838
Kichik yo'qotishlar(Pa)	5036
Meyor yo'qotishlar(Pa)	

Taklif etilayotgan modelni tasdiqlash uchun simulyatsiya qilingan amaliy tadqiqot natijalari bilan solishtiriladi eksperimental modeldan olingan. Tizimning energiya saqlash davrlari sifatida tasvirlangan vaqt tarixi 4-rasmda keltirilgan. Eksperimental va simulyatsiya qilingan model o'rtasida kichik farq mavjud taxminiy geometriya parametrlariga bog'liq bo'lishi mumkin. Eksperimental modelning saqlash zaryadsizlanish vaqti olingandan mavjud ma'lumotlar qaysi o'z ichiga oladi saqlash sig'im va quvvat; bu edi topildi uchun



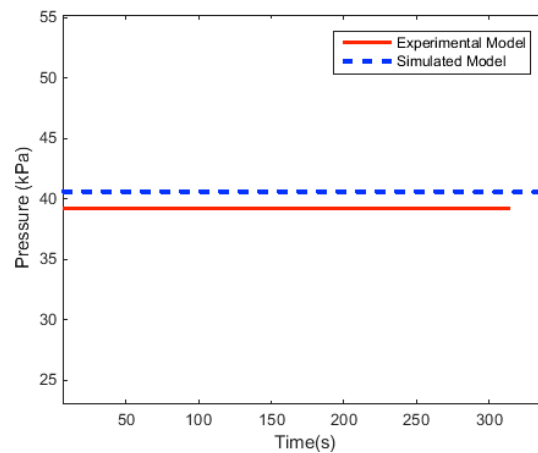
teng 315 s. Yoniq va boshqa qo'l, simulyatsiya qilingan modeldan olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, piston o'zining yakuniy holatiga erishish uchun taxminan 336 s vaqt oladi. yarim tsikl davomida. Bu farq kutilmoqda, chunki ishqalanish, kichik va asosiy tizim yo'qotishlari yo'qotishlar adabiyotdagi formulalar yordamida taxmin qilingan. Bundan tashqari, vana maydoni bo'lganligini ta'kidlash kerak taxmin qilingan. Agar yuqoriroq vana ochilishi maydoni tanlangan bo'lsa, kamroq tushirish vaqtiga erishish mumkin. Shuning uchun, a vana o'lchamidagi o'zgarishlarning tizimga ta'sirini o'rganish uchun sezgirlik tahlili o'tkaziladi simulyatsiya qilingan natijalar.

A solishtirishning va bosim kursning ikkalasi ham tizimlari hisoblanadi ko'rsatilgan ichida . Eksperimental bosim bosh hisoblanadi 4 mVt ga teng, bu taxminan 39,2 kPa; simulyatsiya qilingani esa 40,6 kPa ga teng. Kichkina farq

bor orasida ikki solishtirildi natijalar.

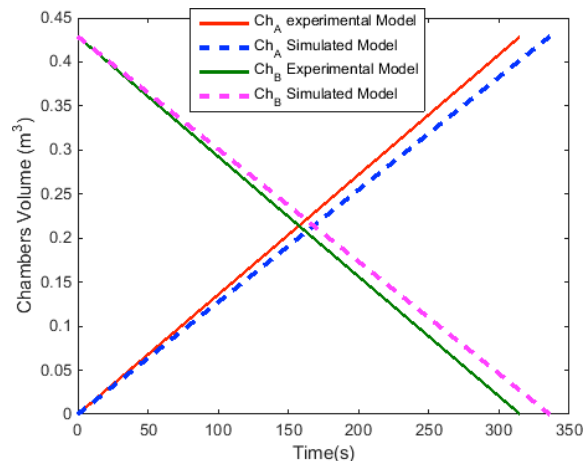
Tizim kameralarini suyuqlik bilan to'ldirish va bo'shatish 6-rasmda ko'rsatilgan. A va B palatalarini ifodalaydi mos ravishda ustida va pastda joylashgan joylar pastga qarab harakatlanishi vaqtida hajmi A kamerasi B kamerasi hajmining kamayishi bilan ortadi. Oxirgi holatiga yetganda, kamera B butunlay bo'shatilgan. Bu eksperimental va simulyatsiya qilingan modellar uchun mos ravishda 315 va 336 soniyalarda sodir bo'ladi. Farq ichida taqdim etdi chiziqlar hisoblanadi muddati uchun tushirish vaqt farqning ikki solishtirildi model.

Simulyatsiya qilingan model oladi. Ko'proq vaqt uchun to'ldirish va



tushirish eksperimental bitta.

5-rasm. Tizim Bosim Bosh



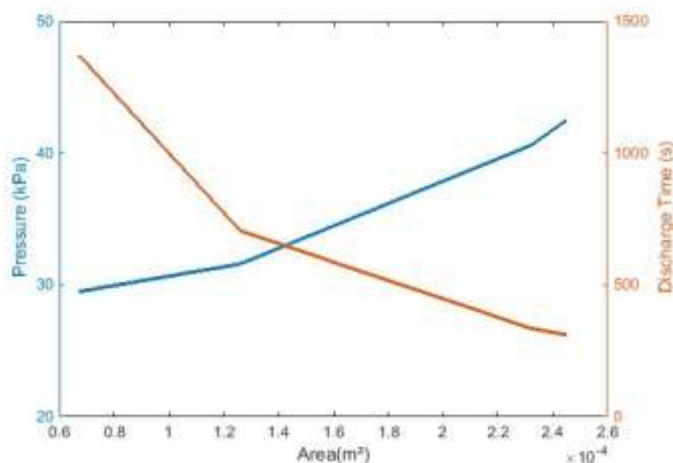
6-rasm. Palatalar hajmi davomida piston pastga harakat.

Ikkala tizimning quvvati va quvvati IV-jadvalda ham solishtirilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki nisbatan past bosim va yuqori tushirish vaqti tufayli eksperimental model kamroq quvvat va quvvatga ega uning hamkasbi va natijalar olingandan taklif qilingan simulyatsiya qilingan model bor yaqin bularning eksperimental model.

% xatolarning olingan natijalar bor taqdim etdi ichida jadval V. Va olingan xatolar mumkin bo'lgan muddati uchun taxminlar bajarildi bog'liq uchun model kiritish parametrlar; ayniqsa bular bog'langan bilan valf o'lchamlari. 7-rasmda ushbu o'zgarishning tizim ishlashiga ta'siri ko'rsatilgan. Bu hisoblanadi ko'rsatilgan bu valf ochilish hudud ega a muhim ta'sir yoqilgan tizimi bosim va tushirish vaqt. Sifatida hudud hisoblanadi ortdi, bosim hisoblanadi ortdi, esa tushirish vaqt hisoblanadi kamaydi. In buyurtma uchun kamaytirish bosim % xato orasida eksperimental va simulyatsiya qilingan modellar, a kichikroq valf hajmi hisoblanadi afzal. Biroq, bu ikkinchisi bo'ladi sabab a kattalashtirish; ko'paytirish ichida tushirish vaqt % xatoning solishtirildi modellar. A valf ochilish hudud ning $2,32 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ishlatilgan ichida simulyatsiya qilingan model ega qo'rg'oshin uchun nisbatan yaqin natijalar ichida solishtirish bilan eksperimental model.

4-jadval . Olingan ma'lumotlar.

Eksperemental model.	Simmulyatsiya qilingan model	Simmulyatsiya qilingan model	Simmulyatsiya qilingan model
Vaqt	315	336	6.2%
Bosim	39.2	40.6	3.4%
Quvvat	40	51.2	21%
Imkoniyat	3.5	4.3	18%



7-rasm. Ta'sir ning valf ochilish hudud yoqilgan

tushirish vaqt va Bosim

4. Xulosa

Global isish va energiya xavfsizligi bilan bog'liq ortib borayotgan tashvishlar qayta tiklanadigan energiyani rivojlantirishga turtki bo'lmoqda energiya tizimlari. Energiyani saqlashdan foydalanish ularning uzluksiz hosil bo'lishini kamaytirishning muhim usuli hisoblanadi barqaror energiya tizimlari. Ushbu ish yangi energiya saqlash kontseptsiyasining ishlashini o'rganib chiqdi tortishish saqlash tizimi. Ushbu energiya zaxirasining gidravlik harakatini simulyatsiya qilish uchun dinamik model taklif qilingan va tasdiqlangan ichida bu o'rganish va taklif qilingan metodologiyasi ruxsat beradi va vakillikning va tizimi oddiy differensial tenglamalar to'plami bilan komponentlar, ular sonli yechilgan.

Taqdim etilgan modelni tasdiqlash uchun simulyatsiya qilingan va eksperimental natijalar o'rtasidagi taqqoslash taqdim etiladi. Va olingan% tizim bosimi va tushirish vaqtining xatolari mos ravishda 3,4% va 6,2% ni tashkil qiladi. Sezuvchanlik tahlili vana hajmining tizim dinamikasiga ta'sirini o'rganish uchun amalga oshirildi. Aniqlanishicha, vana ochilish maydoni tizim bosimi va tushirish vaqtini sezilarli darajada ta'sir qiladi. Shuning uchun, farq Eksperimental va simulyatsiya qilingan modellardan olingan natijalar olingan va taxminiy kirish hisobiga bo'lishi mumkin parametrlari yoki tufayli taxminiy tizimi yo'qotishlar. Taklif etilgan modeli bo'lgan isbotlangan qodir bo'lganidek tizimning dinamik gidravlik javoblarini yuqori aniqlik bilan simulyatsiya qilish. Shuning uchun, a olish mumkin tizimi modeli, kimga tegishli natijasida xususiyatlari hisoblanadi o'xshash haqiqiy.

ADABIYOTLAR

1. Zarar, J., Ekins, P., tilaklar, M., 2011 yil. Energiya 2050: yasash o'tish uchun a xavfsiz past uglerod energiya tizimi. ISBN: 9781849710848, Yerni tekshirish.
2. Ellis, V., 2012 yil. Energiya saqlash subsidiya uchun bo'l e'lon qildi ichida Kuz. Energiya yashash yangiliklar [Onlayn] Mavjud dan: www.energylivenews.com
3. Berrada A, Loudiyi K. Zorkani I. Baholash ning Energiya Saqlash ichida Energiya va Reglament Bozorlar. Energiya Jurnal. Elsevier. 10.1016/j.energy.2016.09.093
4. Berrada A, Loudiyi K, Zorkani I. Daromadlilik, xavf, va moliyaviy modellashtirish ning energiya saqlash ichida Aholi yashash joyi va katta masshtab ilovalar.
5. Energiya 119 (2017) 94-109
6. Aneke, M. & Vang, M., 2016 yil. Energiya saqlash texnologiyalar va haqiqiy hayot ilovalar - A davlatning san'at ko'rib chiqish. Qo'llaniladi Energiya, 179, 350-377-betlar
7. Berrada A, Loudiyi K, Zorkani I. Gravitatsiyani saqlashning o'lchamlari va

- iqtisodiy tahlili. Qayta tiklanadigan va barqaror energiya jurnali 8, 024101 (2016)
8. Shayfi Asl SM, Rowshanzamir S, Eikani MH. Modellashtirish va Simulyatsiya ning Barqaror holat va Dinamik Xulq-atvor ning a PEM yoqilg'i hujayra.
 9. Energiya 35 (2010) 1633-1646 yillar
 10. Vu J. Eksperimental taxlilning dinamik xulq-atvorning a keng ko'lamli sovitish e PCM energiya saqlash tizimi. Energiya 116 (2016) 32e42.
 11. Duglas T. Quyosh-PV gibrid batareyasi va vodorod energiyasini saqlash tizimini dinamik modellashtirish va simulyatsiya qilish. Energiyani saqlash jurnali 7 (2016) 104–114
 12. Yigit T, Selamet OF Matematik modellashtirish va dinamik Simulink simulyatsiya ning Yuqori bosim PEM elektrolizator tizimi. Xalqaro Jurnal vodorod energiyasi. 41(2016) 1301-13914.
 13. Harish VSKV, Kumar A. A ko'rib chiqish yoqilgan modellashtirish va simulyatsiya ning bino energiya tizimlari. Yangilash Barqarorlik Energiya Rev 56(2016)1272– 1292
 14. Chju J , va boshqalar al. Dizayn, dinamik simulyatsiya va qurilish ning a gibrid HTS SMES (yuqori harorat supero'tkazuvchi magnit energiya saqlash tizimlari) Xitoy uchun elektr tarmog'i Energiya 51 (2013) 184e192
 15. De Jaeger E, Janssens N, Malfliet B, va boshqalar al, Hidro turbina model uchun tizimi dinamik o'qish, IEEE Trans. Quvvat Sist. 9 (1994) 1709–1715 yillar
 16. Singx, M., va Chandra, A. 2010 yil. Modellashtirish va Boshqaruv ning Izolyatsiya qilingan Mikro-gidro Quvvat O'simlik bilan Batareya Saqlash Tizim. Milliy Quvvat Elektron konferentsiya, Roorkee, Hindiston
 17. Guo AW, Yang JD, O'z-o'zini sozlash PID boshqaruv ning gidroturbina gubernator Asoslangan yoqilgan genetik asabiy tarmoqlar, Adv. Hisoblash. Intell. 4683 (2007) 520–528
 18. Pennakchi P, Chatterton S, Vaniya A, Modellashtirishning dinamik javob ning a Frensis turbina, Mex. Sist. Sig. Jarayon. (2011), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ymsp.2011.05.012>.
 19. Jiang CW, Ma YC, Vang SM, PID boshqaruvchi parametrlari optimallashtirish ning gidroturbina boshqaruvchi tizimlari foydalanish deterministik-xaotik-mutatsiya evolyutsion dasturlash (DCMEP), Energiya Suhbatdoshlar. Boshqarish. 47 (2006) 1222–1230.
 20. Liu YJ, Chju XM, Fang YJ, Modellashtirishning gidravlik turbina tizimlari asoslangan yoqilgan a Bayes – Gauss asabiy tarmoq haydalgan tomonidan sirpanish oyna ma'lumotlari, J. Zhejiang Univ. Sci. C 11 (2010) 56–62
 21. Chen D, Ding C, Ma X, yuan P, Ba D. Nochizikli dinamik tahlil ning gidroturbina boshqaruvchi tizimi bilan a to'lqin tank. Qo'llaniladi Matematik Modellashtirish 37 (2013) 7611-7623

22. Shen ZY, *Gidravlik Turbina Nizom, Xitoy Suv quvvati Matbuot, Pekin, 1998 yil (in Xitoy)*
23. Fang HQ, Chen L, Dlakavu N, va boshqalar, *gidroelektrostantsiyalardagi gidravlik o'tish jarayonlarini tahlil qilish uchun asosiy modellashtirish va simulyatsiya vositasi, IEEE Trans. Energiya konvertorlari. 23 (2008) 834–841.*
24. Inayat-Hussain JI, *faol magnit rulmanlarda statik noto'g'ri moslashuvchan rotorning chiziqli bo'lmagan dinamikasi, Kommun. Chiziqsiz fan. Raqam. Simul. 15 (2010) 764–777.*
25. L. Saggere va boshqalar, *"Piezoelektrik boshqariladigan yuqori oqimli mikro nasosni loyihalash, ishlab chiqarish va sinovdan o'tkazish", ISAF 2000. 2000 yil 12-chi IEEE xalqaro ferroelektriklarni qo'llash simpoziumi (IEEE Cat. No.00CH37076), Gonolulu, HI, 2000, 297-300-betlar jild. 1.*
26. Ilango, S. va Soundararajan, V. (2012). *Gidravlika va pnevmatikaga kirish (Ikkinchi nashr). Yangi Dehli: PHI xususiy o'rganish Cheklangan.*
27. Kazutaka Yokoyama va boshqalar. *"Aloqa bosimi va termal degradatsiyaning O-ningning muhrlanishiga ta'siri". In: JSAE sharhi 19.2 (4-iyul, 1997), 123-bet -128*