

UDK: 621.311

## NASOS STANSIYALARDA AGREGATLARNI TO'XTATISH JARAYONIDA GIDRODINAMIK PARAMETRLARINI ANIQLASH

**Urishev Bobaraim** – texnika fanlari doktori, professor,  
ORCID: 0009-0007-5051-6012, E-mail: [bob-urishev@mail.ru](mailto:bob-urishev@mail.ru)

**Abdirazakov Akbar Ibroximovich** – assistant,  
ORCID: 0009-0004-4963-1169, E-mail: [abdirazzakov77@mail.ru](mailto:abdirazzakov77@mail.ru)

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi sh., O'zbekiston

***Annotatsiya.** Maqolada o'qiy nasoslar bilan jihozlangan nasos stansiyalarda noturg'un ish rejimlaridan biri bo'lgan agregatlarni to'xtatish jarayonida gidrodinamik parametrlarning o'zgarishi masalalari tahlil qilingan. To'xtatish jarayonining gidrodinamik zo'riqlashlar yuqori bo'lgan bosqichlari aniqlangan va unda nasos agregatining suv sarfi, napori va val aylanishlari sonining o'zgarishlari ko'rib chiqilgan. Hozirgi paytda nasoslarda rejimdan rejimga o'tish parametrlarini hisoblashda chekli farqlar usuli bilan bosqichma-bosqich aniqlash metodikalari, grafik va grafoanalitik usullar qo'llaniladi, lekin bu usullar ko'p faktorli, murakkab va katta ish hajmiga ega, shuni hisobga olib o'tish jarayonini bo'laklarga bo'lib, asosiy dominant parametrlarni aniqlash usulubiyoti ishlab chiqildi. Ushbu uslubiyot bo'yicha olingan hisobiy natijalar nasos stansiyalarda o'tkazilgan eksperimentlar natijalari bilan taqqoslandi.*

***Kalit so'zlar.** nasos stansiyasi, gidrodinamik bosim, o'tish rejimlari, napor, suv berish unumdorligi, nasos gidravlik momenti, val aylanishlari chastotasi, bosimli quvur*

УДК: 621.311

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ПРОЦЕССЕ ОСТАНОВКИ АГРЕГАТОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

**Уришев Бобарайм** – доктор технических наук, профессор,  
**Абдиразаков Акбар Иброхимович** – ассистент

Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** В статье анализируются вопросы изменения гидродинамических параметров при остановках осевых насосов, что является одним из их неустойчивых режимов работы. Выделены стадии процесса остановки насосов с высокими гидродинамическими нагрузками и изменениями расхода воды, напора и числа оборотов вала насосного агрегата. В настоящее время при расчете параметров переходного процесса насосов применяются пошаговые методы расчета с использованием метода конечных разностей, а также графические и графоаналитические методы, однако эти методы многофакторны, сложны и имеют большой объем работы, учитывая это, разработан метод разделения переходного процесса на части и определения основных доминирующих параметров. Полученные по этому методу результаты расчетов сопоставлены с результатами экспериментов, проведенных на насосных станциях.*

***Ключевые слова:** насосная станция, гидродинамический напор, переходные режимы, напор, производительность насоса, гидравлический момент насоса, частота вращения вала, напорный трубопровод.*

UDK: 621.311

## DETERMINATION OF HYDRODYNAMIC PARAMETERS DURING THE STOPPING OF PUMPING STATION UNITS

**Urishev, Bobaraim** – Doctor of Technical Sciences, Professor  
**Abdirazakov, Akbar Ibrokhimovich** – Assistant

Karshi State Technical University, Karshi city, Uzbekistan

**Abstract.** *The article analyzes the issues of changing the hydrodynamic parameters during the stoppage of axial pumps, which is one of their unstable operating modes. The stages of the pump stoppage process with high hydrodynamic loads and changes in water flow, pressure, and the number of revolutions of the pump unit shaft are identified. Currently, step-by-step calculation methods using the finite difference method, as well as graphical and graphical analytical methods are used to calculate the parameters of the transient process of pumps, however, these methods are multifactorial, complex and have a large amount of work, taking this into account, a method for dividing the transient process into parts and determining the main dominant parameters has been developed. The calculation results obtained by this method are compared with the results of experiments conducted at pumping stations.*

**Keywords:** *pumping station, hydrodynamic pressure, transient modes, pressure, pump performance, hydraulic torque of the pump, shaft rotation frequency, pressure pipeline.*

### Kirish

Nasos stansiyalar ish mobaynida turg'un ish rejimlari bilan bir qatorda noturg'un, ya'ni ish rejimi o'zgarishi (bir rejimdan ikkinchi rejimga o'tish) jarayonlarida ham ishlaydi. Ish rejimi o'zgarishi jarayoni gidroagregatni ishga tushirish yoki nasos stansiyasi to'xtashi holatlarida hamda turg'un ish rejimida ishlayotgan nasosda ish rejimining biron sabab bilan keskin o'zgarishida kuzatiladi.

Ish rejimi o'zgarishi to'satdan, keskin yuz bergan holatlar jihozlar uchun juda xavfli va katta talofatlarga olib kelishi mumkin [1, 2, 3, 4].

Ish rejimi o'zgarishi uzoq davom etmaydi, lekin bu paytda yuz beradigan gidromexanik jarayonlar tezkor bo'lib, kuchli zuriqishlarning, bosim pulsatsiyasi va titrashning yuzaga kelishiga olib keladi. Shu sababli ro'y beradigan talofatli holatlar, buzilishlarning aksariyat qismi noturg'un ish rejimlaridagi gidromexanik va gidrodinamik jarayonlar oqibatidir. Nasos ishlab turgan paytda dvigatelga energiya berishning to'satdan, rejasiz to'xtatilishi, byeflardagi suv sathlari o'zgarishi tufayli napor oshib ketishi oqibatida nasosning pompaj rejimiga o'tib ketishi, rejadan tashqari ish rejimining keskin o'zgarishi xavfli bo'lishi mumkin bo'lgan noturg'un ish rejimlariga kiradi.

Nasos stansiyalar bosimli quvurlaridagi buzilishlarning 60 % i yuqorida keltirilgan noturg'un ish rejimlari davriga to'g'ri keladi [1].

O'qiy nasos agregatlarining to'xtash jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat [1, 2, 5].

1 – dvigatelga energiya berishning to'xtatilishi (to'xtayotgan nasos rejimi). Bu paytda nasos vali aylanishlari soni va suv sarfi qiymatlari deyarli o'zgarmaydi.

2 – ishdan to'xtash va teskari oqim rejimi. Bunda agregat nasos rejimida qisqa vaqt ishlaydi va bu vaqtda suv oqimi sarfi va nasos vali aylanishlari soni keskin kamayishni boshlaydi. Bu rejim tormozlangan nasos rejimiga mos keladi va agregatning to'xtashi bilan tugaydi.

3 – turbina rejimi, bu rejimda nasos teskari tomonga aylana boshlaydi va uning aylanish chastotasi nominal qiymatgacha yetib boradi.

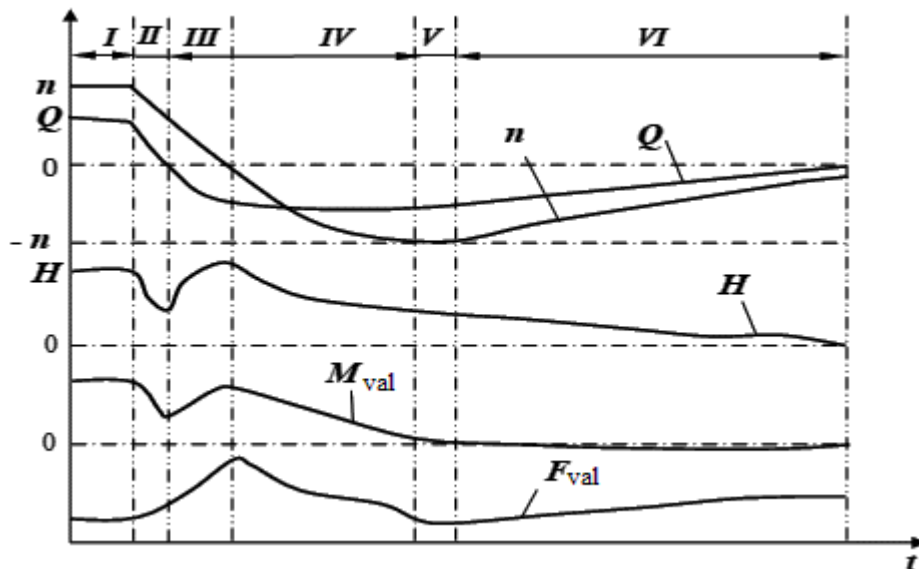
4 – tezkor turbina rejimi. Bu rejimda nasosning teskari aylanish chastotasi nominaldan oshib ketadi.

5 – tormozlangan turbina rejimi. Bu rejim bosim quvuridagi suv to'liq pastga oqib chiqqandan keyin yoki teskari klapan yopilgandan keyin to'xtaydi.

6 – teskari nasos rejimi. Bu rejimda inersiya va potensial energiya kuchi hisobiga quyi byefga oqib o'tgan suv yana nasos tomon qayta boshlaydi. Bu rejim juda qisqa bo'lib nasosning to'liq to'xtashi bilan tugaydi. Ushbu rejimlarning bosqichlari bo'yicha [5] ishida berilgan ma'lumotlar asosida 1 – rasmda keltirilgan.

Nasos stansiyalardagi ish rejimi o'zgarishi jarayonlarining eng xavflisi dvigatelga berilayotgan energiyaning to'satdan to'xtatilishi tufayli yuzaga keladigan jarayon. Bu jarayonda bosim quvuri to'liq quvvat bilan ishlayotgan, qulfak, vakuum yo'qotish klapani xarakatga keltirilmagan bo'ladi, agar ular o'z vaqtida ishga tushmasa val aylanish chastotasi nominal qiymatdan ancha oshib ketib, nasos tezkor turbina rejimiga o'tib ketadi va jihozlarda katta zo'riqishlar, hatto talofatlar yuzaga

kelishi mumkin.



1 – rasm. QBK 6 – nasos stansiyasi agregatlarining to‘xtash jarayoni [5].

$H$  – nasosning manometrik napori;  $Q$  – bosim quvuri suv sarfi;  $n$  – val aylanishlari soni;  $M_{val}$  – valga ta’sir qiluvchi aylantirish momenti;  $F_{val}$  – valga ta’sir qiluvchi o‘qiy bosim.

### Uslub va materiallar

Nasos stansiyasining to‘xtashi holatlarida barcha parametrlarning, jumladan aylanishlar sonining o‘zgarishini ifodalovchi mexanik jarayonning matematik modelini quyidagi tarzda keltirish mumkin [6].

$$(J_{dv} + J_{nas} + J_{qm}) \frac{d\omega}{dt} = M_{dv} + M_{nas} + M_{ishq}, \quad (1)$$

bunda  $J_{dv}, J_{nas}, J_{qm}$  – dvigatel, nasos va suvning qo‘shilgan massasi inersiya momentlari,  $M_{dv}$  – dvigatelning aylanish momenti,  $M_{nas}$  – nasosning gidravlik momenti,  $M_{ishq}$  – agregatning ishqalanish kuchi momenti,  $\frac{d\omega}{dt}$  – nasos vali aylanish burchagi tezlanishi.

Yuqorida keltirilgan (1) tenglamani umumlashtirilgan holda quyidagicha ko‘rinishda keltirish mumkin [2].

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_{dv} - \Sigma M_{qar}, \quad (2)$$

bunda  $J$  – aylanadigan massalarning inersiya momenti,  $\Sigma M_{qar}$  – barcha qarshiliklarning umumiy momenti.

Nasos stansiyalardagi ish rejimi o‘zgarishi jarayonlarida “suv chiqarish inshooti – bosimli quvur – nasos agregati – pastki byef” tizimining asosiy o‘zgaruvchi parametrlari sifatida nasos napori  $H$ , suv berish unumdorligi (suv sarfi)  $Q$ , val aylanishlari chastotasi  $n$  va agregat vali momenti  $M$  hisoblanadi.

Gidravlik hisoblarni bajarishda natijalarni taqqoslash uchun quyida keltirilgan nasos agregatining nominal qiymatlariga nisbati orqali belgilanadigan o‘lchamsiz parametrlardan foydalanish ancha qulay: naporni  $h=H/H_0$ , suv berish unumdorligini  $q = Q/Q_0$ , val aylanishlari chastotasini  $\delta=n/n_0$ , moment qiymatini  $m=M/M_0$  nasos agregatining nominal qiymatlariga nisbati bilan belgilash maqsadga muvofiqdir.

Ish rejimi o‘zgarishi jarayonlarida eng asosiy parametrlardan biri nasos vali aylanishlari chastotasi  $n$  hisoblanadi va uni hisoblash uchun agregatning aylanayotgan qismlari inersiyasi momentlarini aniqlash tenglamasi (1) ni quyidagi shaklga keltirish mumkin [1,2].

$$T_a \frac{d\delta}{dt} = m_{na} - \Sigma m_s, \quad (3)$$

bunda  $T_a$  – nasos agregati aylanayotgan qismlarining o‘zgarmas inersiyasi, sek.

$$T_a = GD^2 n_0^2 / 365 \cdot N_{o'm}, \quad (4)$$

bunda  $m_{na}$  – nasos agregati (dvigatel) hosil qiladigan moment,  $\Sigma m_s$  - ishchi g'ildirak va rotorning aylanishi, quvurda suvning oqishi bilan bog'liq bo'lgan qarshilik qiluvchi kuchlar momentlari yig'indisi,  $GD^2$  – nasos agregatining max (tebranish) momenti, bunda  $G$  - nasos og'irligi, tn,  $D$  – nasos ishchi g'ildiragi diametri, m,  $N_{o'm}$  – nasos agregatining o'rnatilgan quvvati, kVt.

$T_a$  nasos agregati ish rejimi o'zgarishi jarayonlarida hisobga olinadigan muhim parametr bo'lib,  $N_{o'm}$  quvvat va  $n_0$  aylanishlari chastotasi bilan suvsiz aylanayotgan agregatning to'liq to'xtashi yoki ishga tushirilganda  $n_0$  qiymatga yetguncha sarflaydigan vaqtini bildiradi.  $T_a$  qiymati 1,5...11 sekundgacha bo'lishi mumkin [1].

Yuqorida keltirilgan  $d\delta/dt$  ko'rinishdagi (3) tenglamaning yechimi nasos agregati suv haydash tizimining parametrlari va xarakteristikalariga, birlamchi shartlarga va agregatning aylanish jarayoniga ta'sir qiluvchi kuchlarga bog'liqdir. Ta'sir qiluvchi kuchlarni  $m_{na}$  ba  $\Sigma m_s$  qiymatlari bilan ifodalash mumkin.

(3) tenglamaning yechimidagi asosiy murakkablik  $m_{na}$  ba  $\Sigma m_s$  qiymatlari juda ko'p parametrlarga bog'liq, shu jumladan yechimi kutilayotgan  $\delta$  qiymatiga ham, bu esa ushbu tenglama yechimini analitik usullar bilan olib borishni murakkablashtiradi. Shu sababli yuqoridagi tenglama yechimini topish uchun grafoanalitik usullardan foydalanamiz.

Agar yuqorida keltirilgan nasos stansiyasidagi agregatlarning to'xtash jarayonining 1-4 bosqichlarini qaraydigan bo'lsak, dvigatel hosil qiladigan moment nulgga teng bo'lib, asosiy qarshilik qiluvchi moment – nasosning gidravlik moment  $M_{nas}$  hisoblanadi. Bunda aylanadigan qismlardagi ishqalish momenti  $M_{nas}$  ning 1...3 % ini tashkil qiladi [6] va shu sababli uni hisobga olmasa ham bo'ladi.

$M_{nas}$  ning qiymatini quyidagi formula yordamida hisoblaymiz

$$M_{nas} = Q \cdot H / \omega = 9,55 \cdot Q \cdot H / (n \cdot \eta) \quad (5)$$

Demak nasos agregati ish rejimi o'zgarishi jarayonida, masalan, to'xtash davrida, val aylanishlari chastotasining o'zgarishi asosan gidravlik moment, ya'ni  $Q$  va  $H$  qiymatlariga hamda nasos agregatining inersiya doimiy qiymatiga bog'liq. Shuni hisobga olib (3) tenglamani parametrlarning o'lchamsiz ifodalarini hisobga olib quyidagicha yozishimiz mumkin.

$$\delta = -m \cdot t / T_a \quad (6)$$

Nasos agregati to'xtashi jarayonining 2 – rasmda keltirilgan IV, V bosqichlarida, nasos agregatining teskari aylanishi, ya'ni turbina ish rejimida bosimli quvurda suv oqimi napori qiymatlarini quyidagi tenglama bilan aniqlashimiz mumkin.

$$H_i = (H_0 + \Delta H_i^{b.k} - \Delta H_i^{s.o.}) \eta_g, \quad (7)$$

bunda  $H_0$  – nasosning meyoriy napori,  $\Delta H_i^{b.k}$  – bosimli quvurda suvning teskari oqishida yuzaga keladigan naporning qo'shimcha oshishi qiymati,  $\Delta H_i^{s.o.}$  – suvning teskari yo'nalishda pastki byefga oqib chiqishi tufayli naporning kamayish qiymati,  $\eta_g$  – gidravlik foydali ish koeffitsiyenti.

Suv oqimining quvurda teskari oqishida yuzaga keladigan naporning qo'shimcha oshishi qiymatini quyidagi formula bilan aniqlashni bir qancha tadqiqotchilar taklif qilishgan [2,6].

$$\Delta H_i^{b.k} = \frac{1}{g} \frac{dQ}{dt} \int_0^L \frac{dl}{F_T} \quad (8)$$

bunda  $L$  – bosim quvuri uzunligi,  $F_T$  – bosim quvuri ko'ndalang kesimi yuzasi,  $dl$  – qaralayotgan  $t$  muddatga kelib quvurning suv egallagan qismi uzunligi.

Bosimli quvurdagi suv sarfi  $Q=f(t)$  grafigi 2 – rasmdagi nasos agregati to'xtash jarayonining IV va V bosqichlarida deyarli o'zgarmasligini va uning qiymatining nominal qiymatga (I bosqichdagi) taxminan mos kelishini, ya'ni  $Q \approx Q_0$  ekanligini hisobga olamiz.

Lekin (8) tenglamadan foydalanishda uning bosimli quvurda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan qattiq gidravlik zarba uchun mo'ljallanganligini hisobga olish zarur va bu holat suv oqimi tezligi deyarli o'zgarmaydigan paytlarda ushbu formuladan foydalanish maqsadga muvofiq emasligini ko'rsatadi. Suv oqimining nasos ishchi g'ildiragidan o'tishida yuzaga keladigan qo'shimcha naporni

N.N. Arshenevskiy va B.B. Pospelovlar tomonidan ko'p sonli tajribalar natijalari asosida  $T_b/T_a$  nisbatiga bog'liq ekanligi aniqlangan va natijalarni ifodalovchi quyidagi bog'lanish taklif etilgan [2].

$$\Delta H_i^{b.k} = H_0 \cdot T_b / 3 \cdot T_a, \quad (9)$$

bunda  $T_b$  – bosimli quvurning o'zgarmas inersiyasi yoki o'zgarmas vaqti deb ataladi, buning fizik ma'nosi  $L$  uzunlikdagi bosimli quvurdan  $H_0$  napor ta'sirida suv sarfi  $Q=0$  dan  $Q=Q_{max}$  gacha bo'lgan oqimning oqib o'tish vaqti hisoblanadi va uni quyidagi tarzda hisoblash mumkin

$$T_b = \frac{Q_{max} \cdot L}{F_T \cdot g \cdot H_0} \quad (10)$$

Bizning fikrimizcha, nasos ishchi g'ildiragi orqali bosimli quvurdan oqayotgan oqim parametrlarini va agregat vali aylanishlari sonini aniqlashda juda muhim bo'lgan parametrlar  $T_b$  va  $T_a$  hisobga olinayotganligi uchun yuqoridagi (9) tenglamadan foydalanish maqsadga muvofiq.

Suvning teskari yo'nalishda pastki byefga oqib chiqishi tufayli naporning kamayish qiymatini quyidagi tarzda aniqlash maqsadga muvofiq.

$$\frac{dH_{i,s.o}}{dt} = \frac{Q}{F} \quad \text{ёки} \quad \Delta H_i^{s.o.} = \frac{Q \cdot t \cdot \sin \alpha}{F_T}, \quad (11)$$

bunda  $F$  – suv oqib tushayotgan quvurdagi suv yuzasi maydoni,  $Q$  – bosimli quvurdagi suv sarfi,  $t$  – qaralayotgan suv tushish muddati,  $\sin \alpha$  – bosimli quvur joylashishining gorizontga nisbatan qiyalik sinusi.

Gidravlik foydali ish koeffitsiyentini ma'lum formula bilan aniqlaymiz

$$\eta_g = (H_0 - \Sigma \Delta h) / H_0, \quad (12)$$

bunda  $\Sigma \Delta h$  – bosimli quvurdagi napor yo'qolish qiymati va uni quyidagi bog'lanish bilan hisoblash mumkin

$$\Sigma \Delta h = \frac{0,811 \cdot Q^2}{D^4} \left( \sum_{i=1}^L \xi_i + \sum_{i=1}^L \lambda \frac{l_i}{D} \right) \quad (13)$$

Naporni aniqlash bo'yicha (7) tenglamaga (9) va (11) bog'lanishlar hadlarini quyib, uni quyidagi shaklda yozishimiz mumkin

$$H_i = \left( H_0 + H_0 \frac{T_b}{3 \cdot T_a} - \frac{Q \cdot t \cdot \sin \alpha}{F_T} \right) \eta_g \quad (14)$$

Yuqorida keltirilgan uslubiyot bo'yicha nasos agregatining to'xtashi jarayonida parametrlarni hisoblash natijalarining eksperimentlar natijalariga mosligini tekshirib ko'rish uchun Qarshi Bosh kanalidagi 2 – nasos stansiyasida olib borilgan tadqiqotlar natijalaridan foydalanamiz [2]. Hisoblarni ham ushbu nasos stansiyasi sharoitlari uchun bajaramiz.

### Natijalar

Hisoblar uchun birlamchi ma'lumotlar quyidagilar: Nasos markasi – OPV10-260,  $Q_0 = 32$  m<sup>3</sup>/s,  $H_0 = 24,5$  m,  $\varphi = -6^\circ$ ,  $H_G = 23,5$  m,  $\sin \alpha = 0,208$ ,  $L = 100$  m,  $F_T = 10,2$  m<sup>2</sup>,  $\eta_g = H_G / H_0 = 0,96$ ,  $T_b = 1,92$  sek,  $T_a = 8,3$  sek.

Ushbu berilgan ma'lumotlarni (14) formulaga qo'yish natijasida quyidagi tenglamani olamiz.

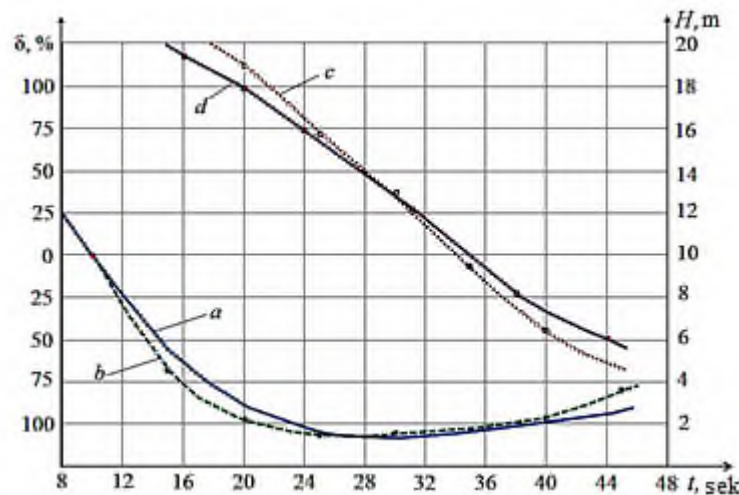
$$H = (26,39 - 0,652 \cdot t) 0,96 \quad (15)$$

Nasos vali aylanishlari sonining nisbiy qiymatini (6) formula bo'yicha  $m = M/M_0 = Q \cdot H \cdot n_0 / Q_0 \cdot H_0 \cdot n$  va bunda  $Q = Q_0$  ni hisobga olib quyidagi ko'rinishga keltiramiz

$$\delta = \sqrt{\frac{H \cdot t}{H_0 \cdot T_a}} \quad (16)$$

Hisoblar natijalari 2-rasmdagi grafikda keltirilgan.





**2-rasm. Qarshi Bosh kanali 2 – nasos stansiyasida OPV10-260 nasosi to‘xtash jarayonining IV va V – bosqichlarida  $H$  va  $\delta$  qiymatlarining o‘zgarishi ( $\varphi = -6^\circ$ ).**

$\delta$  ning eksperimentlarda (a) hamda hisoblarda (b) olingan natijalari  
 $H$  ning eksperimentlarda (c) hamda hisoblarda (d) olingan natijalari

### Munozara

Hozirgi kunda nasos stansiyalarining ish rejimi o‘zgarishini hisoblashning turli uslubiyotlari mavjud, ularda asosan bir rejimdan ikkinchi rejimga o‘tish parametrlarini chekli farqlar usuli bilan bosqichma-bosqich aniqlash tartibi qo‘llaniladi [7,8,9,10,11]. Shuningdek ish rejimlaridagi o‘tish jarayonlarida parametrlarni aniqlash uchun grafik va grafoanalitik usullardan foydalanish ham taklif etilgan [1,2]. Lekin bu usullarda juda ko‘p faktorlarni hisobga olishga harakat qilingan, bu esa hisoblarning juda murakkablashuviga va ish hajmining oshishiga olib kelgan, shu bilan bir qatorda natijalar aniqligi oshmagan. Buning asosiy sababi ish rejimlaridagi o‘tish jarayonlarini boshidan oxirigacha, bus-butunlay aniq hisoblashning iloji yo‘q. Shuni hisobga olib jarayonni bo‘laklarga bo‘lib, asosiy dominant parametrlarni aniqlash uslubiyotini ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir. Masalan, 1-rasmda keltirilgan nasos stansiyasi to‘xtash jarayonining tezkor turbina rejimini hisoblar uchun tanlash maqsadga muvofiqdir. Tezkor turbina rejimida so‘rish quvuri konusining titrash amplitudasi statsionar rejimdagi qiymatiga nisbatan 10 baravar oshadi, hatto bu dvigatel krestovinasiga ham o‘z ta’sirini o‘tkazadi, undagi titrash qiymati 3 baravargacha oshadi [12]. Shu sababli 2 – rasmdagi IV – tezkor turbina rejimi jarayonida asosiy parametrlar – val aylanishlari chastotasi  $n$ , napor  $H$ , cyb sarfi  $Q$  ning o‘zgarishini hisoblash katta ahamiyatga egaligini hisobga olib, ushbu parametrlarni aniqlashning yuqorida keltirilgan uslubiyoti ishlab chiqildi.

Nasos agregatining to‘xtash jarayonida val aylanishlari soni va napor qiymatlarining hisoblash natijalari bilan eksperimentlar natijalarini taqqoslash bir xil vaqt qiymatlarida oradagi farq 9,0...10 % dan oshmasligini ko‘rsatdi.

### Xulosalar

1. Nasoslarning ishdan to‘xtash jarayonida agregatning va bosimli quvurning o‘zgarmas inersiyasi qiymatlarini hisobga olgan holda, shuningdek, nasos vali aylanishlar chastotasining nasos napori o‘zgarishiga bog‘liqligini ifodalovchi takomillashgan uslubiyot ishlab chiqildi.

2. Nasoslarni ishdan to‘xtatish jarayonlarida parametrlarni aniqlash uslubiyotlari asosida hisoblash natijalari tajribaviy tadqiqotlar natijalariga deyarli mos keladi va ular orasidagi farq 9,0...10,0 % dan oshmaydi.

### Adabiyotlar

- [1] Гидромеханические переходные процессы в гидроэнергетических установках/ Кривченко Г.И., Аршеневский Н.Н., Квятковская Е.В., Клабуков В.М., Москва. “Энергия”, 1975. – 367 с.

- [2] Аршеневский Н.Н., Пospelов Б.Б. Переходные процессы крупных насосных станций: Москва. “Энергия”, 1980. – 112 с.
- [3] Аллаев К.Р., Хохлов В.А., Сытдыков Р.А. Переходные процессы насосных станций. /Под ред. проф. М.М. Мухаммадиева. -Т.:Изд-во «Fan va texnologiya», 2012, 226 стр.
- [4] Xinfeng Ge, Jing Zhang. Review of Research on the Three-Dimensional Transition Process of Large-Scale Low-Lift Pump. Energies 2022, 15, 8338. <https://doi.org/10.3390/en15228338>
- [5] Карелин В.Я., Новодережкин Р.А. Насосные станции гидротехнических систем с осевыми и диагональными насосами. – Москва, “Энергия”. – 288 с.
- [6] Гидроэнергетические установки: Учебник для вузов/Под ред. Д.С. Щавелева. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 520 с.
- [7] Ivo Pothof and Bryan Karney. Guidelines for Transient Analysis in Water Transmission and Distribution Systems. Water Supply System Analysis. <http://dx.doi.org/10.5772/53944>
- [8] Греков Д. М. Совершенствование методов расчета переходных процессов в системах водоподачи со стабилизаторами давления. Автореф. на дисс. канд.тех. наук. Москва, Московский государственный университет природообустройства, 2012 г. – 26 с.
- [9] Переверзев С.Ю. Совершенствование методов расчета переходных процессов для напорных трубопроводов крупных насосных станций. Автореф. на дисс. канд.тех. наук. Москва, Московский государственный университет природообустройства, 2014 г. – 30 с.
- [10] Бегларов Д. С. Научное обоснование методов расчетов переходных процессов в напорных системах водоподачи с насосными станциями. Автореф. на дисс. док. техн. наук. Московский государственный университет природообустройства. 2007, - 60 с.
- [11] Сахаров И.Ю. Совершенствование методов расчета переходных процессов в протяженных водоводах со значительным геодезическим напором. Автореф. на дисс. канд.тех. наук. Москва, Московский государственный университет природообустройства, 2010 г.– 25 с.
- [12] Urishev B.U. Nasos stansiyalarning ekspluatatsiyasi va energetik samaradorligini oshirish. Monografiya. Qarshi, “Intellect”, 2021. -132 b.