

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI**

**MASHINASOZLIK
ILMIY-TEXNIKA JURNALI**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

**MINISTRY OF HIGHER EDUCATION, SCIENCE AND INNOVATIONS REPUBLIC
OF UZBEKISTAN
ANDIJAN MACHINE-BUILDING INSTITUTE
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL
MACHINE BUILDING**

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi (OAK) Rayosatining 2021-yil 30-dekabrda 310/10-son qarori bilan Andijon mashinasozlik institutining “Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali “TEXNIKA” va “IQTISODIYOT” fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to‘liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim mos tushmasligi mumkin. Ilmiy-texnika jurnalida yozilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolaning mualliflari mas’uldirlar.

MASHINASOZLIK
ILMIY-TEXNIKA JURNALI

Bosh muharrir:

U.M.Turdialiyev – texnika fanlari doktori, k.i.x.

Mas’ul muharrir:

U.A.Madrahimov – iqtisodiyot fanlari doktori, professor.

T A H R I R H A Y ’ A T I

Turdialiyev Umid Muxtaraliyevich – texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim (AndMI);
Madrahimov Ulug’bek Abdixalilovich – iqtisodiyot fanlari doktori, professor (AndMI);
Negmatov Soyibjon Sodiqovich – texnika fanlari doktori, professor O’ZRFA akademigi (TDTU);
Abralov Maxmud Abralovich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);
Dunyashin Nikolay Sergeevich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);
Norxudjayev Fayzulla Ramazanovich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);
Pirmatov Nurali Berdiyarovich – texnika fanlari doktori, professor (TDTU);
Salixanova Dilnoza Saidakbarovna – texnika fanlari doktori, professor (O’ZRFA UNKI);
Siddikov Ilxomjon Xakimovich – texnika fanlari doktori, professor (TIQXMMI);
Fayzimatov Shuhrat Numanovich – texnika fanlari doktori, professor (FarPI);
Xakimov Ortiqali Sharipovich – texnika fanlari doktori, professor (Standartlashtirish, sertifikatlashtirish va texnik jihatdan tartibga solish ilmiy-tadqiqot instituti);
Xo’jayev Ismatillo Qo’shiyevich – texnika fanlari doktori, professor (Mexanika instituti);
Ipatov Oleg Sergeevich – professor (Sankt-Peterburg politexnika universiteti, Rossiya);
Naumkin Nikolay Ivanovich - p.f.d., t.f.n., professor. (Mordov milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya);
Aliyev Suxrob Rayimjonovich – fizika-matematika fanlari bo’yicha falsafa doktori (PhD), dotsent (AndMI);
Shen Zhili – professor (Shimoliy Xitoy texnologiyalar universiteti, Xitoy);
Hu Fuwen – professor (Shimoliy Xitoy texnologiyalar universiteti, Xitoy);
Won Cholyeon – professor (Janubiy Koreya Milliy tadqiqotlar fondi, Janubiy Koreya);
Celio Pina – professor (Setubal politexnika universiteti, Portugaliya);
Ricardo Baptista – professor (Setubal politexnika universiteti, Portugaliya);
Rui Vilela – professor (Setubal politexnika universiteti, Portugaliya);
Dmitriy Albertovich Konovalov - t.f.n., professor (Voronej davlat texnika universiteti);
Мухаметшин Вячеслав Шарифуллович – директор Института нефти и газа федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал в г.Октябрьском), доктор геологоминералогических наук, профессор.
Nimchik Aleksey Grigorevich – kimyo fanlari doktori, professor (TDTU Olmaliq filiali)
Muftaydinov Qiyomiddin – iqtisodiyot fanlari doktori, professor (AndMI);
Zokirov Saidfozil – i.f.d., (Prognozlashtirish va makroiqtisodiy tadqiqotlar instituti);
Orazimbetova Gulistan Jaksilikovna - t.f.d., dotsent (AndMI)
Jo’raxonov Muzaffar Eskanderovich – iqtisodiyot fanlari bo’yicha falsafa doktori (AndMI);
Ermatov Akmaljon – iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent (AndMI);
Qosimov Karimjon – texnika fanlari doktori, professor (AndMI);
Yusupova Malikaxon – iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent (AndMI);
Akbarov Xatamjon Ulmasaliyevich – texnika fanlari nomzodi, dotsent (AndMI);
Mirzayev Otabek Abdiraximovich – texnika fanlari bo’yicha falsafa doktori (PhD), dotsent (AndMI);
Soxibova Zarnigor Mutalibjon qizi – fizika-matematika fanlari bo’yicha falsafa doktori (PhD), (AndMI);
Raxmonov O’ktam Kamolovich – texnika fanlari bo’yicha falsafa doktori (PhD), (TDTU, Olmaliq filiali);
Xoshimov Xalimjon Xamidjanovich – texnika fanlari bo’yicha falsafa doktori (PhD), (AndMI).
Kuluyev Ruslan Raisovich - texnika fanlari bo’yicha falsafa doktori (PhD), (TDTU).

Texnik muharrir:

B.Iminov, M.Kenjayeveva – Andijon mashinasozlik instituti nashriyoti.

Tahririyat manzili: Andijon shahar, Bobur shox ko’cha, 56-uy. **Tel:** +998 74-224-70-88 (1016)

Veb sayt: www.andmiedu.uz

e-mail: andmi.jurnal@mail.ru

“Mashinasozlik” ilmiy-texnika jurnali O‘zbekiston Respublikasi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligining 2020 yil 28- fevraldagi 04-53-raqamli guvohnomasiga binoan chop etiladi.

Время переходных процессов в структурах солнечных элементах на основе cigs <i>Акбаров Ф.А.</i>	107
Изучение влияния металлических поверхностей к системам frid технологии <i>Хамзаев Д.И.</i>	112
QISHLOQ XO‘JALIGI ISHLAB CHIQRARISHINI MEXANIZATSIYALASH TEXNOLOGIYASI	
Don mahsulotlari korxonalarida mahsulotlar to‘g‘risidagi ma‘lumotlarni monitoring qilish tizimi algoritmi <i>Safarov E.X.</i>	118
Meva-sabzavot va poliz mahsulotlarini sublimatsiya uslubida quritish jarayonini eksperimental tadqiq etish <i>Egamberdiyev A.A.</i>	124
Ipak qurtlarini parvarishlashda zamonaviy texnologiyalar <i>Sharibayev N.Y., Ibragimov A.T., Maxmudov B.M.</i>	129
Takomillashtirilgan pnevmatik seyalkaning dala sinovlarini o‘tkazish usullari va natijalari <i>Saidova M.T.</i>	136
Ipak qurtlarini parvarishlashda innovatsion texnologiyalar <i>Sharibayev N.Y., Ibragimov A.T., Maxmudov B.M.</i>	141
Сопоставительный анализ двух способов регулирования насосными агрегатами <i>Умаров Ш.Б., Абдуллабеков И.А., Мирсаидов М.М., Орунов С. Ҳ.</i>	148
Orqa qatlam halqa ipi uzunligini ikki qatlamli trikotajning texnologik ko‘rsatkichlariga ta‘sirini tadqiqi <i>Mirxojaev M.M.</i>	155
Обзор исследований по механизации применения полиэтиленовой пленки на посевах хлопчатника <i>Эрматов К.М.</i>	162
TRANSPORT	
Aerodinamik tozalash qurilmasi geometrik o‘lchamlarining optimal parametrlarini aniqlash <i>Sidikov A.X.</i>	171
Determination of static characteristics of optoelectronic discrete displacement transducers with hollow and fiber fiber <i>Kholmatov U.S.</i>	180
Issiq iqlim sharoitida foydalanish uchun avtomobillarning yoqilg‘i quyish bo‘g‘izi qopqog‘ini sinov usullarini ishlab chiqish <i>Qayumov B.A.</i>	188
Haydovchi va muhandis xodimlar orasidagi masofaviy aloqa tizimi <i>Nasirov I.Z.</i>	194
IQTISODIYOT	
Sanoat korxonalarida asosiy fondlardan foydalanish samaradorligini oshirish yo‘llari <i>Muxtarov M.M.</i>	202

Умаров Шухрат Бадреддинович-DSc.,
профессор, кафедра “Инженерия
электрических машин и приводов”
Ташкентского государственного
технического университета,
Shumarov1951@mail.ru, +998983041951
Абдуллабеков Исломбек Аълобекович -PhD.,
вр.и.о. доцент, кафедра “Инженерия
электрических машин и приводов”
Ташкентского государственного
технического университета,
iabdullabekov@gmail.com +998935055859
Мирсаидов Муракам Мирзахматович вр.и.о.
доц. кафедра “Инженерия
электрических машин и приводов”
Ташкентского государственного
технического университета,
Jafaraka1956@gmail.com, +998909622761
Орипов Саидамирхон Хайруллахон ўғли.,
ассистент, кафедра “Инженерия
электрических машин и приводов”
Ташкентского государственного
технического университета,
am1rkhonoripov1@gmail.com +998932291261

NASOS QURILMALARINI IKKI BOSHQARISH USULINI QIYOSIY TAHLILI

СОПОСТОВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВУХ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАСОСНЫМИ АГРЕГАТАМИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO WAYS OF CONTROLLING PUMPING UNITS

АННОТАЦИЯ

В контексте стратегического совершенствования системы управления энергетическими и водными ресурсами в Республике Узбекистан проводится модернизация и замена устаревших насосных станций, направленная на повышение эффективности и энергосбережение. Настоящее исследование фокусируется на сравнительном анализе двух методов регулирования насосными агрегатами – дроссельного и частотного запирания задвижки. Особый акцент делается на насосе НА Д5000-32 (22НДн) с частотой вращения $n=730$ об/мин. Исследование выявило, что при частотном методе регулирования расход энергии существенно ниже – в 3 раза, чем при дросселировании. Это свидетельствует о высокой эффективности частотного регулирования в сравнении с традиционными методами. Результаты подчеркивают актуальность внедрения современных технологических решений, таких как частотное регулирование для оптимизации энергопотребления насосных станций в системах водоподготовки и оросительных системах. Эти выводы поддерживают стратегическое направление по экологической и энергоэффективной модернизации инфраструктуры водоснабжения и орошения, способствуя сбережению водных и энергетических ресурсов в Республике Узбекистан.

ANNOTATSIYA

Energiya va suv resurslarini boshqarish tizimini strategik takomillashtirish kontekstida O'zbekiston Respublikasida eskirgan nasos stansiyalarini modernizatsiya qilish va almashtirish amalga oshirilmogda. Ushbu tadqiqot nasos agregatlarini rostlashning ikkita usulini – droselli va chastotaviy rostlashni qiyosiy tahlil qilishga qaratilgan. Bunda $n=730$ ayl/min tezlikli D5000-32 (22ndn) nasosga alohida e'tibor beriladi. Tadqiqotlar natijasi quyidagini ko'rsatdi: chastotani rostlash usuli droselli boshqarishga qaraganda energiya sarfini sezilarli darajada –3 baravar iqtisod qilishga imkoniyat beradi. Bu an'anaviy usullarga nisbatan chastotali rostlashning yuqori samaradorligini ko'rsatadi. Natijalar suvni tozalash va sug'orish tizimlarida nasos stansiyalarining energiya sarfini optimallashtirish uchun chastotali rostlashning kabi zamonaviy texnologik yechimlarni joriy etishning dolzarbligini ta'kidlaydi. Ushbu xulosalar suv ta'minoti va sug'orish infratuzilmasini ekologik va energiya tejaydigan modernizatsiya qilish bo'yicha strategik yo'nalishni qo'llab-quvvatlaydi, O'zbekiston Respublikasida suv va energetika resurslarini tejashga yordam beradi.

ABSTRACT

In the context of strategic improvement of the energy and water resources management system in the Republic of Uzbekistan, modernization and replacement of outdated pumping stations aimed at increasing efficiency and energy conservation are being carried out. The present study focuses on a comparative analysis of two methods of regulation by pumping units – throttle and frequency locking of the valve. Special emphasis is placed on the pump ON the D5000-32 (22NDh) with a rotation speed of $n = 730$ rpm. The study revealed that with the frequency control method, energy consumption is significantly lower – by 3 times than with throttling. This indicates the high efficiency of frequency control in comparison with traditional methods. The results emphasize the relevance of the introduction of modern technological solutions, such as frequency control, to optimize the energy consumption of pumping stations in water treatment systems and irrigation systems. These findings support the strategic direction for the ecological and energy-efficient modernization of water supply and irrigation infrastructure, contributing to the conservation of water and energy resources in the Republic of Uzbekistan.

Ключевые слова: *Насосные станции, регулирование насосных агрегатов, частотное регулирование, дросельное регулирование, энергосбережение.*

Kalit so'zlar: *nasos stansiyalari, nasos agregatlarini rostlash, chastotali rostlash, droselli rostlash, energiyani tejash.*

Keywords: *Pumping stations, regulation of pumping units, frequency control, throttle control, energy saving.*

Введение

В соответствии с стратегическим курсом по коренному совершенствованию системы управления энергетическими и водными ресурсами, модернизации и замене устаревших насосных станций, автоматизации эксплуатации и управления насосных станций (НС) в системе водного хозяйства Республики Узбекистан усилены работы по улучшению качества регулирования и управления технологическими процессами водоподдачи оросительных систем (ОС), обеспечивающих сбережение водных и энергетических ресурсов Республики. Научные и практические аспекты реализации этих работ связаны с тем, что современные технологические системы машинного водоподъема в ОС представляют собой энергоемкие гидросиловые

электромеханические объекты со сложной параметрической структурой. Для достижения высокой эффективности функционирования таких систем целесообразно использовать регулируемый энергосберегающий режим работы НС за счет применения средств автоматизированного электропривода, при условии обеспечения требований технологического процесса систем водоподдачи [1, 2].

Методика исследований

Наиболее эффективным способом регулирования режимов работы приводов водоподъемных насосных агрегатов, является регулирование частоты вращения электродвигателей [3, 4]. Для регулирования частоты вращения более экономично, надежное системы автоматического регулирования и управления электропривода с асинхронными электродвигателями [5].

Угловая скорость асинхронного двигателя определяется выражением

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot (1-s)}{p_{\text{пар}}} \quad (1)$$

где f_1 – частота тока питающей сети; s – скольжение асинхронного двигателя; $p_{\text{пар}}$ – число пар полюсов электродвигателя.

В соответствии с выражением (1) способы регулирования угловой скорости (частоты вращения) асинхронного электродвигателя могут быть выполнены:

Изменением частоты тока в статорной цепи АД для чего используются преобразователи частоты;

Изменением скольжения АД для чего используются каскадные схемы с противо – ЭДС в роторной цепи;

Изменением числа пар полюсов для чего используются схемы переключения статорных обмоток АД, позволяющие изменять число пар полюсов.

Приведение в соответствие притока воды в подводящем канале насосной станции (НС) и подачи его насосов, в случае использования нерегулируемого электропривода, осуществляется посредством включения очередного насосного агрегата при достижении горизонта воды верхнего уровня и отключением, когда уровень воды в нижнем бьефе НС станет минимальным.

Однако, с увеличением притока воды частота включения насосных агрегатов увеличивается, продолжительность пауз уменьшается, так как приток объем воды в подводящем канале НС увеличивается гораздо быстрее. Число включений – отключений насосных агрегатов может достигать больших величин, что является недопустимым, особенно для агрегатов большой мощности. В этих случаях более предпочтительно использовать регулируемый электропривод насосных установок [5, 6].

Преднамеренное изменение подачи и напора насоса, в соответствии с изменяющимся режимом работы системы водоснабжения, называется *регулированием*. Центробежные насосы регулируются путем изменения степени открытия задвижек на напорной линии или путем изменения частоты вращения их рабочих колес. Для сравнительной оценки двух этих методов рассмотрим условия их реализации и определим эффективность их использования с точки зрения расхода энергии в избранном насосном агрегате Д5000-32 (22НДн) .

Известно [3, 4, 5], что при использовании дроссельных задвижек происходит распределение напора на элементах системы в соответствии с характеристикой приведенной на рис. 1, где: H_{n1} , H_{n2} — падение напора на дроссельном элементе, $H_{\text{ст}}$ – полезный напор; P_2 – полезная мощность, ΔP_1 , ΔP_2 – энергетические потери.

Здесь для поддержания заданного давления в сетевом напорном трубопроводе при изменении расхода воды приходится изменять гидравлическое сопротивление

регулирующего элемента (точки А, В, С). Точки D, E соответствуют регулированию производительности с применением безопасной линии.

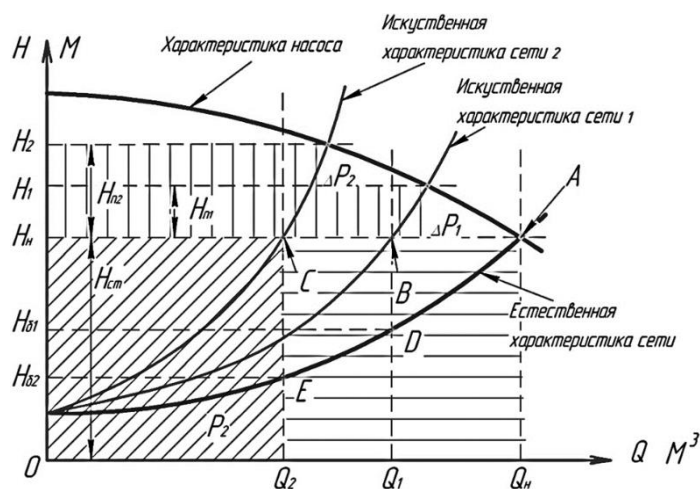


Рис.1. Характеристика насоса и сети с дроссельным регулированием

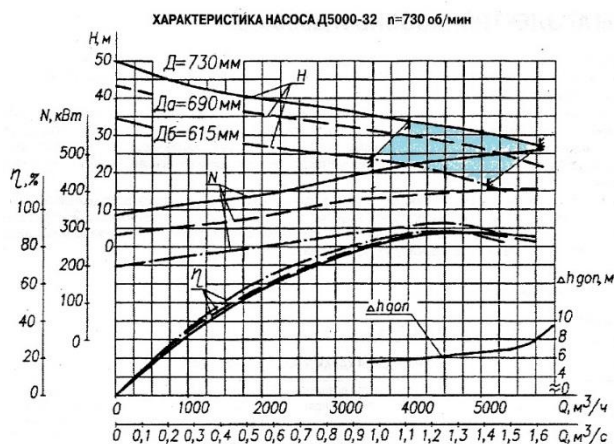


Рис.2. Характеристика насоса Д5000-32 (22НДн) при $n=730$ об/мин

Уменьшая степень отпирания затвора (запирая затвор), увеличивают крутизну характеристики трубопровода, при котором рабочая точка насоса В перемещается в положение точки С. В этом случае подача уменьшается от значения Q_1 , до Q_2 , напор, развиваемый насосом, возрастает до значения H_2 , а напор на трубопроводе за затвором снижается до значения H_{n2} . Снижение напора за затвором происходит за счёт потерь напора в затворе.

Увеличивая степень открытия затвора (отпирая затвор), уменьшают крутизну характеристики трубопровода. Вследствие этого подача воды в трубопровод увеличивается, напор, развиваемый насосом, уменьшается, а напор в трубопроводе за затвором возрастает.

Рассмотрим приведенный способ регулирования, именуемый дросселированием, на примере его использования в агрегатах насосных станций «Рамадан». В частности, количественно оценим затраты электрической энергии (кВт) при уменьшении расхода воды с помощью задвижки для насосного агрегата Д5000-32, используемой на станции Рамадан, с паспортными данными приведенными на характеристике (рис.2.).

Оценку затрат энергии произведем по известной формуле [6]

$$P_a = \frac{\gamma \cdot Q_a \cdot H_a}{102 \cdot \eta_{\text{нас}}} \quad (2)$$

где H_a, Q_a – напор и расход в соответствующей на характеристике точке A ;
 γ – плотность жидкой среды, кг/м^3 ;
 $\eta_{\text{нас}}$ – КПД насосного агрегата.

Воспользовавшись характеристикой насоса параметры H и Q для заданных двух точек определим из характеристики их значения, которым соответствуют следующие величины:

$$Q_n = 5000 \text{ м}^3/\text{час} = 1,4 \text{ м}^3/\text{с}; H_n = 32 \text{ м};$$

$$Q_a = 4000 \text{ м}^3/\text{час} = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}; H_a = 34 \text{ м}.$$

Подставляя эти значения в выражение (2) при $\eta_n = \eta_a = 0,88$ и $\gamma = 1000$ получим:

$$P_{\text{п}} = \frac{\gamma \cdot Q_n \cdot H_n}{102 \cdot \eta_{\text{нас}}} = \frac{1000 \cdot 1,4 \cdot 32}{102 \cdot 0,88} = 500 \text{ кВт};$$

$$P_a = \frac{\gamma \cdot Q_a \cdot H_a}{102 \cdot \eta_{\text{нас}}} = \frac{1000 \cdot 1,1 \cdot 34}{102 \cdot 0,88} = 417 \text{ кВт}.$$

Таким образом, запитанию задвижки при снижении расхода от $Q_n = 5000 \text{ м}^3/\text{час}$ до $Q_a = 4000 \text{ м}^3/\text{час}$ будет соответствовать затрата энергии равная разности:

$$\Delta P_{\text{др}} = P_{\text{п}} - P_a = 500 - 417 = 83 \text{ кВт}. \quad (3)$$

Эту энергию следует рассматривать Q_n как энергию, уменьшенную при переходе от исходного состояния Q_n к состоянию Q_a .

Более экономичным способом регулирования считается изменение частоты вращения рабочих колес центробежных насосов [6, 7]. При изменении частоты вращения рабочего колеса насоса изменяется положение расходно-напорной характеристики насоса (рис.3).

Экспериментальные результаты

Кривые 1, 2 соответствуют напорным характеристикам при пониженной частоте вращения. Если организовать работу привода насосного агрегата таким образом, чтобы он при изменении параметров технологического процесса (расхода в сети и давления на входе агрегата) изменял частоту вращения, то в итоге можно без существенных потерь энергии стабилизировать давление в сети потребителей. Т.е. при таком способе регулирования исключаются потери напора, а значит, и потери гидравлической энергии.

Судя по характеристике уменьшение частоты вращения, перемещает расходно-напорную характеристику насоса вниз, параллельно самой себе (рис.3), а увеличение частоты вращения рабочего колеса увеличивает подачу и напор центробежного насоса, а также напор в сети. Этот способ, во-первых, применим при условии наличия специального регулируемого электропривода, а во-вторых, превышение номинальной частоты вращения насоса строго ограничивается заводом изготовителя [7-9].

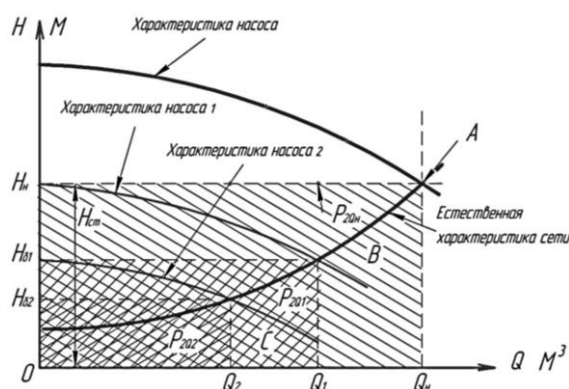


Рис.3 Характеристика насоса и сети с регулированием частоты вращения рабочего колеса.

Определим затрату энергии для этого способа регулирования при тех же условиях, т.е. снижение затрат энергии при тех же исходных значениях параметров $Q_n = 5000 \text{ м}^3/\text{час} = 1,4 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_a = 4000 \text{ м}^3/\text{час} = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для номинальных оборотов $n = 730$ об/мин из соотношения

$$\frac{Q_a}{Q} = \frac{n_a}{n}, \quad (4)$$

Имеем:

$$n_a = \frac{Q_a * n}{Q} = \frac{1,1 * 730}{1,4} = 584 \text{ об/мин.}$$

При данных оборотах определим величину напора действующего на насосный агрегат из условия

$$\frac{H_a}{H} = \frac{n_a^2}{n^2} \quad (5)$$

Тогда напор H_a будет равен:

$$H_a = \frac{H * n_a^2}{n^2} = \frac{32 * 341056}{532900} = 20,5 \text{ м.}$$

Далее по формуле (2) с учетом измененного значения напора, т.е. при значениях данных: $Q_a = 4000 \text{ м}^3/\text{час} = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}$; $H_a = 20,5 \text{ м.}$; $\eta_n = 0,88$, определим энергию P_a

$$P_a = \frac{\gamma * Q_a * H_a}{102 * \eta_{\text{нас}}} = \frac{1000 * 1,1 * 20,5}{102 * 0,88} = 251 \text{ кВт}$$

По аналогии с выражением (3) уменьшение энергии при переходе от расхода $Q_n = 5000 \text{ м}^3/\text{час} = 1,4 \text{ м}^3/\text{с}$ к $Q_a = 4000 \text{ м}^3/\text{час} = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}$ определяется также разностью и равна:

$$\Delta P_{\text{ч}} = P_{\text{п}} - P_a = 500 - 251 = 249 \text{ кВт.} \quad (6)$$

Из приведенных расчетов для насосного агрегата Д5000-32 (22НДн), определяя соотношение

$$K = \Delta P_{\text{ч}} / \Delta P_{\text{др}} = 249 / 83 = 3$$

Можно сказать, что при частотном регулировании в доступных частотных диапазонах можно достигнуть трехкратной экономии расхода энергии. Очевидно, как это было сказано выше это происходит за счет исключения потери напора, а значит, и потери гидравлической энергии.

Заключение

Сравнивая расчетные данные по затратам энергии при дроссельном и частотном запуске задвижки, для НА Д5000-32 (22НДн) при $n=730$ об/мин, используемом на исследуемом объекте выявлено, что при частотном методе регулирования расход энергии в 3 раза меньше, чем при дросселировании, что является важным аспектом в рамках стратегии по совершенствованию системы управления энергетическими и водными ресурсами.

В ходе проведенного сопоставительного анализа двух методов регулирования насосными агрегатами, а именно дроссельного и частотного запуска задвижки, на примере насоса типа НА Д5000-32 (22НДн) с установленной частотой вращения $n=730$ об/мин, было установлено значительное превосходство частотного метода в плане энергоэффективности.

Данные результаты подчеркивают актуальность и необходимость внедрения современных технологических решений, таких как частотное регулирование, для повышения эффективности насосных станций в системе водного хозяйства. Этот подход способствует не только экономии энергии, но также улучшению общей эффективности технологических процессов, сокращению затрат и обеспечению устойчивости работы системы водоподачи оросительных систем.

Список литературы

1. Аллаев К.Р., Хохлов В.А., Сытдыков Р.А., Титова Ж.О. Электроэнергетические системы с крупными насосными станциями. –Т.: «IQTISOD MOLIYA», 2015. – 174с.
2. Камалов Т.С. Частотно-регулируемый электропривод насосных станций систем машинного орошения. Т.: Фан, 2014, 354 с.
3. Khamudkhanov M. M., Abdullabekov I. A., Khamudkhanova N. B. The control device of the pump station. Application for invention IAP 2018 0529 (Republic of Uzbekistan). Official Bulletin. - Tashkent, 2018. - No. 12. Pp. 33-34. (in Uzbekistan).
4. Хохлов В.А., Титова Ж.О. Минимизация потерь энергии насосных станций. // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. - Ташкент, 2014. - № 4. - С. 87-90.
- 5.
6. Кадиров А.А., Хамудханов М.М. Методы исследования и расчета энерго-ресурсосберегающих режимов работы водоподъемных насосных станций. -Т: «Янги аср авлоди», 2013. -120 с. (in Uzbekistan).
7. Лезнов Б.С. Частотно – регулируемый электропривод насосных установок. – М.: Машиностроение, 2013. – 176 с.
8. Sapaev Khushnud, Umarov Shukhrat, Abdullabekov Islombek, Khamudkhanova Nargiza and Nazarov Maxamanazar. Scheme of effective regulation of pumping station productivity. AIP Conference Proceedings 2402, 060016 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0071557>
9. Noll P. Determining the real cost of powering a pump. World Pumps. 2008. Iss. 496. P. 32-34.
10. Islombek Abdullabekov, Sapaev Khushnud. An Energy Efficient Control System for Water Lifting Units of the Ramadan Pumping Station Based on Frequency Controlled Electric Drives. AIP Conference Proceedings 2552, 040023 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0130676>.