УДК 628.12

НАСОС СТАНЦИЯЛАРДА АГРЕГАТЛАРИНИ ИШГА ТУШИРИШ ЖАРАЁНИДА ЮЗАГА КЕЛАДИГАН ГИДРОДИНАМИК ЗЎРИҚИШЛАРНИ АНИҚЛАШ ВА УЛАРНИНГ САЛБИЙ ТАЪСИРИНИ КАМАЙТИРИШ

Уришев Бобараим
Қарши Давлат техника университети т.ф.д., проф.
https://orcid.org/0009-0007-5051-6012,
E-mail: bob-urishev@mail.ru
Абдираззаков Акбар
Қарши Давлат техника университети, ассистент
https://orcid.org/0009-0004-4963-1169,
E-mail: abdirazzakov77@mail.ru

Аннотация. Мақолада суғориш насос станцияларида бир режимдан бошқа режимга ўтиш жараёнлари, хусусан, насослари ишга тушириш жараёнлари таҳлил қилинган. Қарши Бош канали насос станцияларига қарашли 6-насос станциясидагиОПВ10 – 260 насосларини ишга тушириш жараёнида юз берадиган гидродинамик зўриқишлар параметрлари берилган ва уларни камайтириш мақсадида ишчи ғилдирак остига сиқилган ҳаво бериш усули таклиф этилган ва унинг натижалари келтирилган. Ушбу усулдан насосни ишга туширишда помпаж режимига ўтиб кетишнинг олдини олиш мақсадида фойдаланилган ва бу режимда насос ишчи нуқтасининг ҳаракати графикда кўрсатиган.

Калит сўзлар. насос станцияси, гидродинамик босим, ўтиш режимлари, напор, сув бериш унумдорлиги, насос гидравлик моменти, вал айланишлари частотаси, босимли қувур

Аннотация. В статье анализируются переходные процессы в оросительных насосных станциях, в частности, процесс пуска насосов. Приведены параметры гидродинамических нагрузок, возникающих при пуске насосов ОПВ10-260 на 6-й насосной станции Каршинского магистрального канала, и для их снижения предложен способ подачи сжатого воздуха под рабочее колесо и представлены результаты его применения. Приведены результаты исследования по предотвращению перехода насоса в режим помпажа впуском воздуха в процессе пуска насоса, графически показано перемещение рабочей точки в данном режиме.

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

ISSN 3030-3907

Abstract. This article analyzes transient processes in irrigation pumping stations, in particular, the pump start-up process. The parameters of hydrodynamic loads occurring during startup of OPV10-260 pumps at Pumping Station No. 6 of the Karshi Main Canal are presented. A method for reducing these loads by supplying compressed air under the impeller is proposed, and the results of its application are presented. The results of a study on preventing pump surge by injecting air during startup are presented, and the shift in the operating point in this mode is graphically illustrated.

Keywords: pumping station, hydrodynamic head, transient conditions, pressure, pump capacity, pump hydraulic torque, shaft speed, discharge pipeline**.**

Кириш

Бугунги кунда Республикамиз иқтисодиётида насос станциялар жуда муҳим ўринни эгаллайди, улар ёрдамида 60 % суғориладиган ер майдонларига сув етказилиб бермоқда, бунинг учун насос станциялар йилига 7...8 млрд. кВт·соат электр энергиясини истеъмол қилмоқда. Шу сабабли насос станциялар тежамкор ва ишончли ишлашини таъминлаш долзарб вазифалардан бири ҳисобланади.

Насос станциялар фойдаланиш мобайнида турғун иш режимлари билан бир қаторда нотурғун, яъни иш режими ўзгариши (бир режимдан иккинчи режимга ўтиш) жараёнларида ҳам ишлайди. Иш режими ўзгариши жараёни гидроагрегатнинг белгиланган меъёрий фойдаланиш ҳолатида ёки тўсатдан насос станцияси тўхтаб қолган ҳолатида (бу ҳолат энергия йўқолиши ҳолати ҳам деб аталади) кузатилади [1,2,3,4] .

Меъёрий фойдаланиш ҳолатида иш режимлари ўзгариши назорат остида бўлганлиги учун насос станцияси жиҳозларига катта хавф тўғдирмайди. Лекин энергия йўқолиши ҳолатида иш режими ўзгариши тўсатдан, кескин юз берганлиги учун жиҳозлар учун жуда хавфли ва катта талофатларга олиб келиши мумкин [3,4].

Меъёрий фойдаланиш ҳолатида юз берадиган иш режими ўзгариши жараёнларига қуйидагилар киради.

1. Насос агрегатини режали ишга тушириш.
2. Насос агрегатини режали тўхтатиш.
3. Насоснинг сув бериш унумдорлигини ўзгартириш
4. Насоснинг айланишлар сонини (частотасини) ўзгартириш

Нотурғун иш режимлари узоқ давом этмайди, лекин бу пайтда юз берадиган гидромеханик жараёнлар тезкор бўлиб, кучли зурриқишларнинг, босим пульсацияси ва титрашнинг юзага келишига олиб келади. Шу сабабли рўй берадиган талофатли ҳолатлар, бузилишларнинг аксарият қисми нотурғун

ISSN 3030-3907

иш режимларидаги гидромеханик ва гидродинамик жараёнлар оқибатидир. Насос ишлаб турган пайтда двигателга энергия беришнинг тўсатдан, режасиз тўхтатилиши, бьефлардаги сув сатҳлари ўзгариши туфайли напор ошиб кетиши оқибатида насоснинг помпаж режимига ўтиб кетиши, режадан ташқари иш режимининг кескин ўзгариши хавфли бўлиши мумкин бўлган нотурғун иш режимларига киради.

Насос станциялар босимли қувурларидаги бузилишларнинг 60 % и юқорида келтирилган нотурғун иш режимлари даврига тўғри келади [1].

Тадқиқот усули ва материаллари

Насосларни ишга туширишда босимли қувурга сув ҳайдаб бериш вақтида ёки тескари клапаннинг қаршилигини енгиб ўтишда напор ошиб кетиши оқибатида насоснинг помпаж режимига ўтиб кетиш жараёнини ва унинг олдини олиш чораларини кўриб чиқамиз.

Мисол сифатида ушбу жараён юз бериши мумкин бўлган Қарши Бош канали (ҚБК) насос станцияларидаги ОПВ10 – 260Г насосларини ишга тушириш жараёнини оламиз. Ушбу жараённинг ўзига хос хусусиятларидан бири напор ошиши билан валнинг гидродинамик моменти ҳам ошиб боради, шу сабабли аксарият ҳолларда двигателнинг ишга тушишини осонлаштириш учун насосни ишга тушганда сув бўш босим қувурига ҳайдалади [1,3,4,5].

Бунда насос ишга тушириш жараёнининг қуйидаги босқичларини босиб ўтади [3].

- тинч ҳолатдан айланма ҳаракат ҳолатига ўтиш, синхрон айланиш частотасига ва синхронизацияга эришиш (I – босқич);
- қувурнинг сув билан тўлиши ва напорнинг ошиши (II – босқич);
- насоснинг вакуум йўқотиш клапани ёпилишига қадар оширилган напор билан ишлаши (III – босқич);
- вакуум йўқотиш клапанининг ёпилиши ва белгиланган режимга ўтиш (IV – босқич).

1 – расмда ҚБК 6 – насос станциясининг 1 – агрегатини ишга тушириш жараёнини ўрганиш бўйича ўтказилган тадқиқотларимизда олинган осциллограммалар таҳлили келтирилган [1].

Насосни ишга тушириш жараёнининг I – босқичи 8...10 секунд вақтни ўз ичига олади, бунда иш режими нуқтаси характеристиканинг координаталари бошидан $H - Q$ напор характеристикасидаги $H = H_{синх}$ нуқтаси томон ҳаракатланади. Бу босқичда босим қувуридаги напор геометрик напорнинг 15...33 % ини ташкил этади, парракларга таъсир этаётган куч моменти 2,5...3,0 баробар ошади, насос агрегатининг титраш қиймати меъёрдан бирмунча юқори бўлади. Шу сабабли насосни ишга туширишда агар

ISSN 3030-3907

иложи бўлса, парракларнинг ўрнатиш бурчаги энг кичик қийматда бўлиши керак. Ушбу босқичнинг 8 – секундида насос вали айланишлари сони номинал миқдорга, 250 айл/мин га етади.



$n = f(t)$ – насос айланишлар сонининг вақт бўйича ўзгариши
$H_2 = f(t)$ – йўналтирувчи аппарат ортидаги кесимда (2 –2) босим ўзгариши
$H_1 = f(t)$ - ишчи ғилдирак тагидаги кесимда (1 – 1) босим ўзгариши

1 – расм. ҚБК 6 – насос станциясининг 1 – агрегатини ишга тушириш жараёнида гидродинамик босим пульсациясининг ўзгариши.

II – босқичда режим нуқтаси $H - Q$ бўйлаб юқорига ҳаракатлана бошлайди ва ишга туширишнинг 13...17 секундларида насоснинг йўналтирувчи аппарат қисмида босимнинг катта миқдордаги пульсацияси (H қийматининг 50...83 фоизи) кузатилади ва босқич охирига бориб (ишга туширишнинг 22...26 секундлари) унинг миқдори меъёрлашади.

III – босқич бошланишида босим қувуридаги ҳаво аэрация қувури ва вакуум йўқотиш клапани орқали катта босим билан чиқиб кета бошлайди, режим нуқтаси насос напорининг меъёрий чегарасидан ўтиб кетади, яъни насос оширилган напор билан ишлай бошлайди, насос сув оқиш трактида катта миқдорда (H нинг 75 фоизигача) қисқа вақтли босим пульсацияси (27…29 секундларда) юзага келади. Бу босқичда насоснинг геометрик напори меъёрга нисбатан 3...4 метр ошиқ бўлиши мумкин.

Шу сабабли бу босқич давомийлигини (ишга туширишнинг 27...35 секундлари) камайтириш чораларини кўриш лозим.

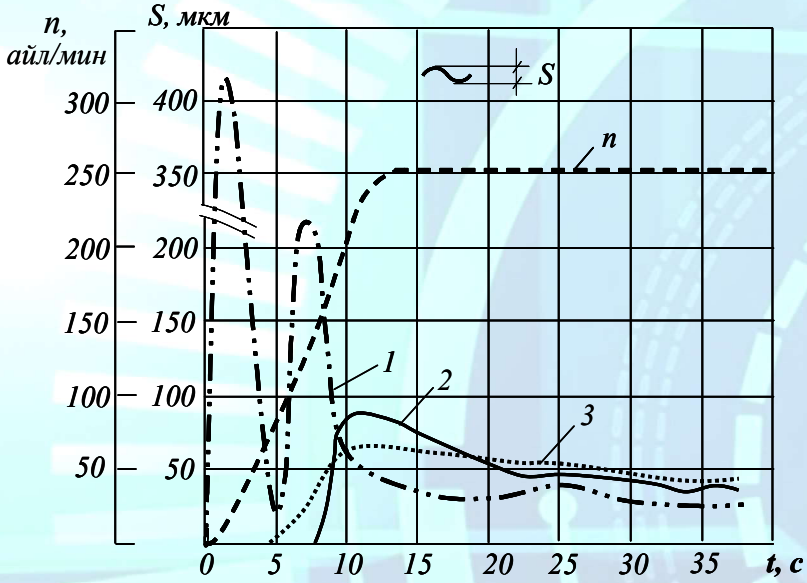
IV – босқичда вакуум йўқотиш клапанининг герметик ёпилиши ва сифоннинг меъёрдагидек зарядка бўлиши режим нуқтасининг оптимал нуқтага $H = H_{опт}$ келишини таъминлайди. Агар бунга эришилса, бу ҳолатда босим пульсацияси, насосдаги титраш қиймати меъёрдагидек бўлади.

Насосни ишга туширишда электродвигателга бериладиган ток кучи меъёрдагидан 5 – 7 марта ортиқ бўлади, ростловчи аппарат ва босим қувури

ISSN 3030-3907

зонасида босим пульсацияси, титраш амплитудаси ошиб кетади [1]. Қарши Бош каналининг насос станцияларида ўтказилган тажрибаларга асосланиб айтиш мумкинки, насос ишга туширилганда максимал гидродинамик босим пульсацияси йўналтирувчи аппаратдан чиқиш зонасида юзага келади ва унинг қиймати меъёрий ишчи режимдаги қийматга нисбатан 5 - 6,5 баробар катта бўлиши ва напорнинг 60 – 83 % ини ташкил қилиши мумкин [1].

Насосни ишга туширишда электродвигател юқори крестовинасидаги радиал титрашнинг иккилик амплитудаси тахминан 40 Гц частотадаги 420 мкм гача кўтарилади, бу эса нормал иш режимдаги титраш қийматидан 15...17 марта кўп ҳисобланади, вертикал титраш 50 мкм қийматга эга бўлиб, нормал иш режимдагига нисбатан 2 баробар катта қийматдир (2 – расм) [3].



2 – расм. ОПВ10 – 260 насосини ишга туширишда жиҳозларнинг титраш қийматларининг ўзгариши

n – насос вали айланишлари сони, об/мин; *1* – электродвигател юқори крестовинасидаги радиал титрашнинг иккилик амплитудаси, мкм; *2* – насоснинг юқори подшипнигидаги титрашнинг иккилик амплитудаси, мкм; *3* – ишчи ишчи ғилдирак камерасида радиал титрашлар қиймати.

Ушбу жараёнда насоснинг юқори подшипнигида ва ишчи ғилдирак камерасида радиал титрашлар қиймати айланишлар сони ўзининг номинал қийматига етиб борганда (9...10 секундларда) максимал мос равишда 82 мкм ва 60 мкм қийматларга эга бўлади ва нормал иш режимида 4,17 Гц оборот частотасидаги 30...35 мкм титраш билан ишлай бошлайди.

Таҳлил ва натижалар

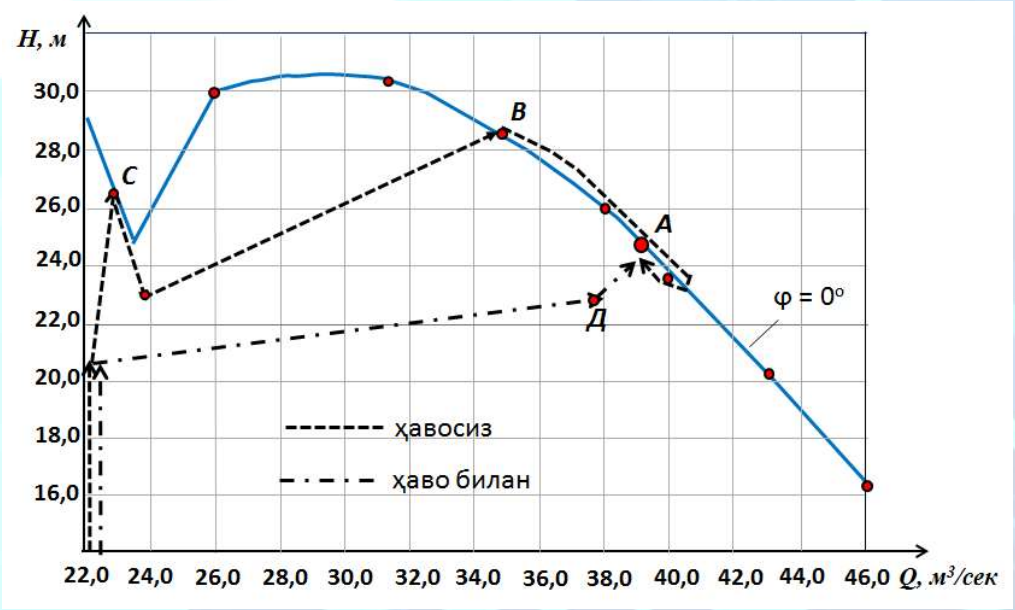
Насоснинг ишчи характеристикасидаги режим нуқтаси уни ишга туширишда бир нечта босқичлардан, яъни гидродинамик зўриқиш катта

ISSN 3030-3907

бўлган босқичлардан ўтиб боради. Ушбу зўриқишларни камайтириш мақсадида насосни ишга тушириш билан параллел равишда унинг босим қисмига ҳаво бериш усули таклиф қилинган [6].

Насосни ишга туширишнинг 1 ва 2 – босқичларида йўналтирувчи аппаратнинг чиқиш қисмининг периметри бўйича жойлашган тешикларга 24 секунд мобайнида 6 кгс/см^2 босим остида сиқилган ҳаво бериш бўйича тадқиқотлар натижалари гидродинамик босимнинг амплитудасини 40...50 % камайишига олиб келди. Берилган ҳаво миқдори номинал сув сарфига нисбатан 0,7 % ни ташкил қилади. Бунда пульсация частотаси 35...40 Гц атрофида бўлди, бу ҳаво киритмасдан ишлаш режимига нисбатан тахминан 10 Гц га кам. Ушбу ҳолат оқимга киритилган ҳаво оқим босимининг частота спектрини ўзгартириши мумкин деган фикрни тасдиқлади.

Тескари клапан билан жиҳозланган босимли қувурга эга бўлган насосларни ишга туширишда агрегат янада катта гидродинамик зўриқишларга дучор бўлади. Бунинг сабаби насос тескари клапан орқасида сув билан тўлдирилган босимли қувурга сувни ҳайдаб беради. Бундай ҳолда насос ишга туширилганда режим нуқтаси помпаж зонасига тушиб қолиши мумкин, бу эса катта гидродинамик зўриқишларни юзага келишига олиб келади (3–расм).



3 – расм. Босим қувурида тескари клапан билан жиҳозланган ОПВ10 - 260 насосини ишга туширишда режим нуқтасининг харакати

Тадқиқотларимиз натижаларига асосланиб айтиш мумкинки, ушбу салбий ҳолатнинг олдини олиш учун насосни ишга туширишда ишчи ғилдирак остига босимли ҳаво бериш яхши натижа беради [7]. Ишчи ғилдирак остига берилаётган маълум миқдордаги ҳавонинг напор ва сув сарфини камайтириш хусусияти туфайли режим нуқтаси напор характеристикасининг помпаж зонасини четлаб ўтиб ишчи нуқтага етиб келади.

ISSN 3030-3907

Ушбу расмда насосни ишга туширишда режим нуқтаси ҳаракатланиб насос напор характеристикасидаги *B* нуқтага, ундан кейин помпаж зонаси орқали *A* ишчи нуқтасига етиб келади ва бу жараёнда насос сув оқиш трактида помпажга оид напор, сув сарфининг кескин ўзгариши, оқим гидродинамик босимининг, жиҳозлар титраш (вибрация) қийматининг меъёрга нисбатан анча ошиши кузатилади. Шу сабабли бу жараёнда авария ходисалари, масалан парракларнинг узилиб кетиши ҳам содир бўлиши мумкин. Бундай ҳолда ишчи ғилдирак остига маълум миқдорда ҳаво киритилиши режим нуқтасининг помпаж зонасига етмасдан аввал *A'* нуқтасига ва ҳаво бериш тўхтатилгандан кейин *A* ишчи нуқтасига етиб келишини таъминлайди ва бунда насосдаги сув оқими параметрлари ва жиҳозларнинг титраш қийматлари меъёрга яқин бўлади.

Хулосалар

1. Қарши Бош канали 6 - насос станциясида ўтказилган илмий тадқиқотлар натижаларининг таҳлили ОПВ10 260 насосларини ишга туширишда йўналтирувчи аппаратдан чиқишдаги гидродинамик босим пульсацияси меъёрга нисбатан 4,0...6,5 марта, электродвигателга бериладиган ток кучи 5,0...7,0 марта, унинг элементларининг титраши 15...17 марта ошиб кетишини кўрсатди.

2. Қарши Бош канали 6 - насос станцияси 1- агрегатини ишга туширишда гидродинамик босимнинг пульсацияси ва жиҳозлар титрашини камайтириш учун йўналтирувчи аппаратнинг чиқиш қисмига сиқилган ҳаво бериш усули қўлланилди ва бунда тадқиқотлар натижалари гидродинамик босим амплитудасининг 40...50 % гача камайишини кўрсатди.

3. Тескари клапан билан жиҳозланган босимли қувурга эга бўлган насосларни ишга туширишда ишчи ғилдирак остига босимли ҳаво бериш усулини қўллаш насоснинг ишга тушишидаги 1-босқичида помпаж зонасига тушмаслигини таъминлайди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Уришев Б.У. Насос станцияларнинг эксплуатацияси ва энергетик самарадорлигини ошириш. Монография/Қарши “Интеллект” нашриёти, - 132 б.

2. Мухаммадиев М.М., Уришев Б.У. Энергоэффективные технологии при эксплуатации насосных станций. Монография, Т.: ТГТУ- 2012 й., 115 с. ил.

3. Карелин В.Я., Новодережкин Р.А. Насосные станции гидротехнических систем с осевыми и диагональными насосами. – М.: Энергия, 1980, -288 с.ил.

ISSN 3030-3907

4. 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.
5. Аршеневский Н. Н., Поспелов Б. Б. Переходные процессы крупных насосных станций. - М.: Энергия, 1980. -112 с.
6. Виссарионов В.И, Уришев Б.У., Пузанов А. Система регулирования подачи воздуха в водовод насосной установки. Авторское свидетельство на изобретение № А.С.1239407. Бюл. №23, 1986.
7. Виссарионов В.И, Уришев Б.У., Беляев С.Г., Дуденко И.К., Очилов Р.А., Хеймонен П.В. Способ регулирования насоса. Авторское свидетельство на изобретение № А.С.1408115 Бюл. №25, 1988.

ISSN 3030-3907