

УЎТ: 621.65:621.689.1

НАСОС АГРЕГАТЛАРИНИ ДИАГНОСТИКА ҚИЛИШ НАТИЖАЛАРИ

О.Я. Гловатский – т.ф.д., профессор

Р.Р. Эргашев – т.ф.н., доцент

Ф.А. Бекчанов – ассистент

Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш мұхандислари институты

Аннотация

Насос агрегатларининг ишончли ишлашини таъминлашда техник ҳолатини доимий назорат ва таҳлил қилиш ҳамда содир бўлган муаммоларни ўз вақтида бартараф этиш асосий талаблардан бири бўлиб ҳисобланади. Насос агрегатлари техник ҳолатини аниқлашнинг замонавий ва мукаммал усулларини ишлаб чиқиши орқали уларда содир бўладиган бузилишларнинг олдини олишига эришиш мумкин. Ушбу мақолада олиб борилаётган илмий тадқиқот ишлари асосида лаборатория шароитида ўтказилган тажриба натижалари келтирилган. Тажрибаларда насос агрегатларининг иш тартиблари ўзгартирилиб, ишлаб чиқилган маҳсус диагностика қилиш тизими ёрдамида уларда содир бўладиган тебранишлар миқдорининг ўзгариши тадқиқ қилинди. Таклиф этилаётган диагностика қилиш тизимидан фойдаланиш насос агрегатлари техник ҳолатини баҳолаш, унинг фойдаланиш кўрсаткичларини ошириш ва таъмирлашга талаб этиладиган сарф-харажатларни камайтиришга имкон яратади.

Таянч сўзлар: насос, агрегат, ишончлилик, назорат, бузилиш, тажриба, тебраниш, диагностика, тизим, кўрсаткич.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИКИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

О.Я. Гловатский, Р.Р. Эргашев, Ф.А. Бекчанов

Аннотация

Одно из основных требований для обеспечения надежной работы насосных агрегатов является непрерывный мониторинг, анализ технического состояния и своевременное устранение неисправностей. Разработка современных и совершенных способов определения технического состояния насосных агрегатов обеспечить предотвращение возможных неисправностей. В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований проведенных в лабораторных условиях на основе выполняемых научно исследовательских работ. Использование рекомендованной системы диагностики даёт возможность оценки технического состояния, повышения эксплуатационных показателей и снижения затрат на ремонт насосных агрегатов.

Ключевые слова: насос, агрегат, надежность, контроль, ухудшение, опыт, вибрация, диагностика, система, индикатор.

DIAGNOSTIC RESULTS OF PUMPING UNITS

O.Ya. Glovatsky, R.R. Ergashev, F.A. Bekchanov

Abstract

One of the main requirements for reliable operation of pumping units is continuous monitoring, analysis of technical condition and timely troubleshooting. Development of modern and perfect ways to determine the technical status of pumping units to prevent the occurrence of malfunctions. This article presents the results of experimental research carried out in the laboratory on the basis of scientific work. Using the recommended diagnostic system makes it possible to assess the technical condition, improve performance and reduce the cost of repairing pumping units.

Key words: pump, aggregate, reliability, control, deterioration, experience, vibration, diagnostics, system, indicator.

Кириш. 2017–2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегиясини “Фаол тадбиркорлик, инновацион ғоялар ва технологияларни кўллаб-куватлаш йили”да амалга оширишга оид давлат дастурида сугориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини янада яхшилаш, ирригация ва мелиорация обьектларини ривожлантириш, уларнинг хавфсиз ва бекарор ишлашини таъминлаш, сувресурсларидан оқилона ва тежамли фойдаланиш, шу асосда қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини ишлаб чиқариш баракорлигига эришиш вазифалари кўйилган.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 27 ноябрда қабул қилинган 3405-сонли қарорига асосан “Сугориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини ва ирригациясини яхшилаш бўйича 2018–2019 йилларга мўлжалланган давлат дастури”да ҳам ирригация обьектларидаги 4012 дона, сувдан фойланувчилар уюшмалари ҳисобида-

ги 2659 дона насос агрегатларини ҳамда 8 та мелиоратив насос станцияларини тиклаш ва таъмирлаш ишларини бажариш режалаштирилган [1].

Хозирда мамлакатимизда сувни юқорига кўтариб бериш машина тизимларидан фойдаланилган ҳолда, қишлоқ хўжалиги экин майдонларининг 50 фойздан ортиқроғи сугорилади. Сув истеъмолчиларига керакли миқдорда сувни етказиб бериш тизимда фойдаланилаётган насос агрегатларининг техник ҳолатга боғлиқ бўлиб, уларнинг ишончли ишлашини таъминлаш учун турли техник ва технологик тадбирлар кўлланилади.

Асосий қисм. Насос агрегатларининг ўзига хослигини инобатга олган ҳолда олиб борилган назарий тадқиқотлар ва таҳлиллар, замонавий диагностика ускуналарини ишлаб чиқиш ва улардан фойдаланиш йўналишида илмий тадқиқот ишларини олиб бориш, ҳозирги куннинг энг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади.

Насос агрегатлари техник ҳолатини диагностика қилишдан асосий мақсад фойдаланиш давомида уларда содир бўладиган носозликларни олдиндан аниқлаш ва узоқ вақт ишончли, бузилмасдан ва самарали ишлашини таъминлашдир.

Ишлаш шароити бир хил бўлган, бир турдаги ёнма-ён ишлатилаётган насос агрегатларини кузатишлар натижасида, уларда содир бўладиган титрашлар (вибрация) нинг миқдори турли хил бўлиши аниқланди. Аму-Бухоро машина канали ва Қарши магистрал канали ирригация тизими бошқармаси таркибига кирувчи насос станцияларидаги агрегат ва жиҳозларидан фойдаланиш жараёни таҳлили шуни кўрсатдики, сувнинг таркибидаги оқизикларнинг, кум-лойқаларнинг меъёридан ортиқ бўлиши, кўп ҳолларда кавитацион режимда ишлаши ва насос станцияларидаги ўз ресурсини ўтаб бўлган ва бир неча марта таъмирланган жиҳоз ҳамда ускуналарнинг ишлатилаётганлиги насос агрегати қисмларида тўсатдан бўладиган хавфли титрашлар содир бўлганлиги аниқланган [2, 3, 4].

Насос агрегатларининг ҳолатини аниқлашда ҳозирги кунда асосан кўчма ёки вақтнинчалик диагностика қилиш асбоб-ускуналаридан фойдаланилиб келинмоқда. Насос агрегатларининг ҳолатини аниқлашда эса назарий-информацион ёндашув усулини қўллаш яхши натижадаради [5].

Насос станцияларини ишлатиш жараёнида насос қурилмаларини қисмларга ажратмай, уларда содир бўладиган кавитация, босим, сув сарфи ва ФИКларнинг узилиб-узилиб пасайиши, шунингдек, шовқин ва титрашларнинг ҳосил бўлишини замонавий диагностик усуулда аниқлаш мумкин. Шу мақсадда ишлаётган насос агрегатларида, назорат параметрик ва титраш синовлар ўтказиб, уларга таъсири этувчи ташқи ва ички омилларини доимий назорат қилиш тизимининг ишончли ишлашини таъминлаш катта аҳамиятга эга.

Насос агрегатларининг титраш ҳолатига баҳо бериш, давлатлараро меъёрий хужожатлар - ГОСТ ISO 10816-1-97, ГОСТ ISO 10816-3-2002 асосида амалага оширилди. Давлатлараро меъёр титраш параметри меъёри қи-

либ, стационар ишлаб турган насоснинг ишчи қисмидаги титраш-сурилишининг ўрта квадрат частотаси миқдори $10\div1000$ Гц. га тенг бўлгандаги ҳолати ўрнатилган.

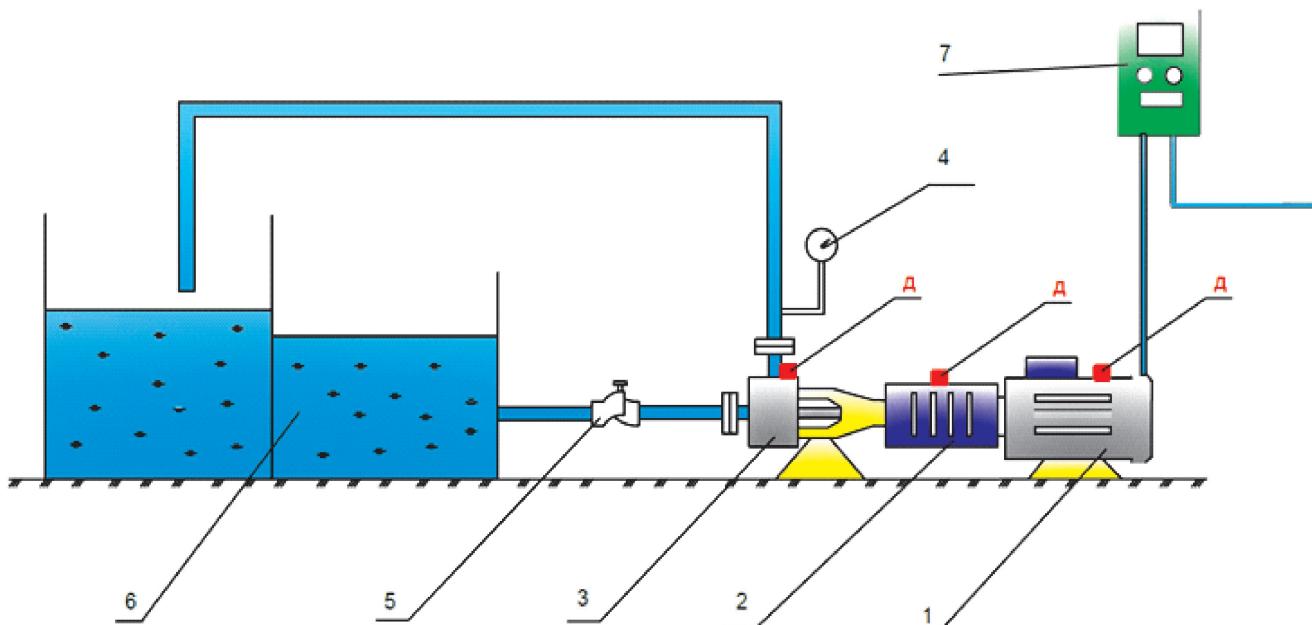
Насос вали, сув юриш йўлларида ёки насос қурилмасининг бошқа қисмларида титраш пайдо бўлса, шовқин ҳосил бўлса, носозликлар содир бўлса ва бошқа нуқсонлар сезилса насосни дарҳол тўхтатиш учун доимий диагностика тизимида бу жараёнлар намоён бўлади.

Насос агрегатларининг авариясиз ва узлуксиз ишлашини таъминлаидиган асосий узеллар, подшипник ва сальниковлар ҳисобланади. Шунинг учун насос валларида содир бўладиган титрашлар таъсири натижасида уларнинг ҳолатини доимо назорат қилиб турилиши талаб этилади. Бу жараённи бажариш натижасида турли хил сабабларга кўра келиб чиқадиган ва содир бўладиган тебранишларни назорат қилиш ҳамда уларнинг ўз вақтида олдини олишга эришилади.

Тажрибалар ўтказиш учун “Сув энергияси ва насос станцияларидан фойдаланиш” кафедрасида мавжуд бўлган лаборатория стендидан фойдаланилди. Бу стенд ўз ичига электродвигатель, куч узатиш муфтаси, насос қурилмаси, сув босимин ўлчаш учун монометр, сувни беркитиш ва очиш учун зулфак, сув олиш учун идиш ва насоснинг айланишлар сонини ўзгартиш қурилмасидан ташкил топган. Сув олиш сифимлари керакли миқдорда сув билан тўлдирилди. Сувни беркитиш ва очиш учун зулфак ёрдамида сув очилиб, қувур орқали насос ишчи камерасига узатилади. Электродвигателга қувват берилиб насос қурилмаси ишга туширилади (Расм).

Насос қурилмаси ҳар хил тартибда ишлатилиб тизимда содир бўлаётган тебранишлар миқдори аниқланади. Бу стенд ёрдамида насос агрегатларида содир бўладиган титрашларнинг миқдорини аниқлаш учун насос агрегатлари куйидаги ҳолатларда ишлатилди:

- насос агрегатига сув бериш миқдори ва сатҳи турли хил бўлган ҳолатда;
- сувнинг таркиби тоза ва оқизиклар бўлган ҳолатда;
- сувнинг таркибида лойқа ва оқизиклар бўлган ҳолатда;



Расм. Насосда содир бўладиган титрашларни аниқлаш стендининг кинематик схемаси

- электр энергияси мөъёрида бўлган ҳолатда;
- электр энергияси мөъёридан кам бўлган ҳолатда;
- тўсатдан энергияни узилиши бўлган ҳолатда;
- айланувчи қисмларда роторда, ишчи парракда ва валда мувозанат бўлган ҳолатда;
- айланувчи қисмларда роторда, ишчи парракда ва валда мувозанат бузилган ҳолатда [4].

Насос қурилмасига берилаётган сувнинг миқдорини ўзгартириш учун сув идишидаги сувнинг миқдори турли хил сатҳда бўлиши таъминланади. Тажриба ўтказишда сувнинг таркиби тоза, лойқа ҳамда оқизиқлар бўлганда насос агрегатида бўладиган ўзгаришларни аниқлаш учун идишга лойқа сув қуйилади, иккинчи ҳолатда идишнинг ичига 2-3 см қилиб майдалангандарахт ва қамиш шохлари ташланади. Насос агрегатига берилаётган электр энергиянинг миқдори ростлагич ёрдамида ростлаб ўзгартирилади. Худди шу ростлагич ёрдамида насоснинг айланишлари сони ҳам ўзгартириб турилади. Юқоридағи ҳолатларнинг ҳар бирида насос агрегатининг айланишлари сони ўзгартириб маълумотлар олинади. Шу билан бирга насос қурилмаси парракларининг ҳолатларига қараб тебранишлар миқдори ўзгариши аниқланилиб, ҳар бир ҳолатда насос агрегатларида содир бўладиган тебраниш лар миқдорини турли хил қисмлардан олинган кўрсаткичлар билан солиширилди.

Лаборатория стендида олиб борилган тадқиқотлар насос агрегатларида вертикаль текислик бўйича содир бўладиган тебранишлар крестовинанинг мувозанат ҳолатига нисбатан эгалишининг ошишига ёки камайишига олиб келишини кўрсатди.

1-жадвал

Айланишлар сонининг ўзгариши бўйича ўрта геометрик тебранишларнинг миқдори, Гц

№	Вибрацияни ўлчаш нуқталари	Тебранишлар миқдори (дБ), ўрта геометрик тизимларда, Гц		
		1400 айл/мин	1800 айл/мин	2200 айл/мин
1	Электродвигатель	91	94	94
2	Редуктор	91	92	93
3	Ишчи паррак филофида	91	91	92

2-жадвал

Сувнинг тозалиги бўйича тебранишларнинг ўзгариши, Гц

№	Вибрацияни ўлчаш нуқталари	Тебранишлар миқдори (дБ), ўрта геометрик тизимларда, Гц		
		Тоза	Лойқа 35 г/л	Оқизиқлар (майдада майдада шохчалар)
1	Электро двигатель	91	94	98
2	Редуктор	91	96	103
3	Ишчи паррак филофида	91	98	107

3-жадвал

Бир хил режимда янги ва таъмирланган насосларда содир бўлган тебранишларнинг ўзгариши, Гц

№	Насос ҳолати	Тебранишлар миқдори (дБ), ўрта геометрик тизимларда, Гц.		
		1400 айл/мин	1800 айл/мин	2200 айл/мин
1	Янги насос	91	94	94
2	Таъмирланган насос	96	103	112

Насос агрегатларида фойдаланиш шароитларида содир бўладиган тебранишлар миқдорини аниқлаш бўйича ўтказилган тажриба натижалари, тебранишларни ҳосил қилувчи марказдан қочма кучлар насос валининг айланишлар сонининг квадратига пропорционал равишида боғлиқ бўлишини ва насос ишчи парракларининг айланишлари сони ортиб бориши билан тебранишлар амплитудаси ошишига олиб келишини кўрсатди.

Ўтказилган экспериментал тадқиқот натижалари кавитацион режим таъсирида ишлаётган насос агрегатларида энг хавфли тебранишлар диапозони 98–102 Гц оралиғига тўғри келишини кўрсатди.

Таклиф этилаётган диагностика қилиш тизимини жорий этиш натижасида:

- насос агрегатларида содир бўлган тебранишлар миқдорини доимий аниқлаш ва тегишли чораларни кўриш;
- ишлаш даврида насос агрегатларидан фойдаланиш технологияларнинг бузилиши натижасида содир бўладиган аварияларнинг олдини олиш;
- тебранишлар миқдорига қараб насос агрегатларининг техник ҳолатининг ўзгариши тўғрисида маълумотларга эга бўлиш;
- насос агрегатлари параметрларининг ўзгаришига қараб хозирги ҳолати баҳолаш мумкинлиги.

Хозирги кунда давлат дастурлари доирасида ва реконструкция қилинган насос станцияларида ўрнатилган диагностика ва назорат қилиш асбоб-ускуналари насослардаги сув сарфи ва босими, мойлаш қисмларидағи мойнинг ҳарорати, ток кучи ва кувватнинг ўзгаришини доимий диагностика қилиш имкониятини беради. Лекин кўп ҳолларда авария ҳолатига олиб келишига сабаб бўладиган тебранишларни аниқлайдиган вибродиагностика қилиш тизими ўрнатилмаган.

Таклиф этилаётган диагностика қилиш тизими фойдаланилганда кўйидаги натижаларга эришилади:

- насос агрегатларда содир бўлаётган тебранишлар тўғрисида катта миқдордаги ахборотларни олиш ва сақлаш имконияти ҳосил бўлади;
- ҳар бир насос агрегатидан олинаётган маълумотларни параллел равишида қабул қилиш ва таҳлил қилиш имконияти мавжуд бўлади;
- қабул қилинган ахборотларни таҳлил қилиш имкониятини беради.

Диагностика қилиш тизими насос агрегатларининг ҳолатини доимий равишида баҳолаш, уларнинг хавфсиз ва ишончли ишлашини таъминлаш ҳамда таъмирлаш учун бўладиган сарф-харажатларининг камайишини таъминлайди. Бу тизим насос агрегатларида бўладиган ўзгаришларни автоматик равишида аниқлаб мутахассиларга содир бўладиган носозликлар тўғрисида ва эътибор қа-

ратилиши зарур бўлган тегишли вазифаларни бажариш кераклиги тўғрисида маълумотлар базасини беради ҳамда ўзида сақлаб туради. Тавсия қилинаётган насос агрегатларини вибродиагностика қилиш тизими насос агрегатининг барча қисмларининг ҳолатини аниқ баҳолаш ҳамда қисмларнинг яна қанча муддат соз ҳолатда бўлиши тўғрисида маълумотларни бериш билан бирга, насос қисмларига тўсатдан тушадиган кучларни ва режимга таъсир этувчи ҳолатларни аниқлаш ва тегишли вазифаларни бажариш тўғрисида маълумотлар беради. Автоматлаштирилган диагностика қилиш тизими насос агрегатларининг ҳолати тўғрисида доимий маълумотларни бериш билан бирга, ҳар бир содир бўлиши мумкин бўлган авария ҳолатларининг олдини олиш учун хизмат қиласди. Шунингдек, бу тизим техник ҳолат тўғрисида маълумотлар банкини шакллантириш учун ҳам хизмат қилиб, бу эса ўз навбатида қисмлар ҳолатининг талаб даражасида

бўлишини таъминлаш билан бирга тўсатдан бўладиган ортиқча кучланишлар таъсирининг олдини олади.

Хулоса. Лаборатория шароитида ўтказилган тажрибалар натижасида олинган маълумотларни таҳлили шуни кўрсатдик, тебранишларга олиб келувчи асосий сабаблардан бири насос агрегатларининг кавитацион режимда ишлаши бўлса, иккинчиси сувнинг таркибида турли хил оқизикларнинг мавжуд бўлишидир. Бу сабаблар доимо бир хил бўлмаганлиги натижасида насос агрегатларида содир бўладиган тебранишлар миқдори доимий ўзгариб туради. Шунинг учун насос агрегатларини домий диагностика қилиш тизимини кўллаш мақсадга мувофиқдир. Бу йўналишда муаллифлар томонидан таклиф этилаётган насос агрегатларини диагностика қилиш тизими, уларда содир бўладиган тебранишлар миқдорини доимий назорат қилишни таъминлаш билан бирга олинган маълумотлар сақлаш ва ишлов бериш имкониятига эгадир.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 27 ноябрдаги 3405-сонли қарори.
2. Беглов И., Гловацик О., Талипов Ш. Анализ систем диагностирования неисправностей насосных агрегатов // Сб. науч. трудов. - Ташкент, 2001. - вып. 5. - 13 с.
3. Барков А.В. Диагностика и прогноз состояния подшипников качения по сигналу вибрации // Сб. науч. трудов. - Тошкент, 2005. - вып. 1. - 234 с.
4. Мажидов Т., Эргашев Р., Бекчанов Ф. Насос агрегатидаги вибрация миқдорини аниқлаш // "Суформа дехқончиликда сув ва ер ресурсларидан оқилона фойдаланишнинг экологик муоммолари" мавзусидаги республика илмий-амалий анжуман материаллар тўплами. - Тошкент, 2017, 24-25 ноябрь.
5. Гловацик О., Эргашев Р., Бекчанов Ф., Насырова Н. Новые методы диагностирования крупных вертикальных насосных агрегатов // "Суфориладиган ерларнинг мелиоратив ҳолатини яхшилаш ва сув танқислиги шароитида қишлоқ хўжалигига сувдан самарали фойдаланиш муаммолари" мавзусидаги республика илмий-амалий анжуман. - Тошкент, 2015, 1-2 май.