

## МАРКАЗДАН ҚОЧМА НАСОСЛАРДА СОДИР БЎЛАДИГАН ВИБРАЦИЯ САБАБЛАРИ

*Б.Э.Ахатов*

Мақолада мелоратив насос станцияларида қурлималаридан фойдаланиш бўйича олиб борилган илмий тадқиқот ишларининг натижалари келтирилган. Насос станцияларида насос агрегатларнинг ишончли ва бузилмасдан ишлашини таъминлаш учун содир бўладиган салбий ҳолатларни баргараф этиш бўйича турли тадбирларни амалга оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Насос агрегатларида содир бўладиган тебранишлар энг катта салбий таъсир кўрсатувчи омиллардан бири бўлиб, фойдаланиш давомийлигига таъсир кўрсатади. 2010-2022 йилларда Ўзбекистондаги насос станциялари жиҳозларининг бузилиш сабаларини ўрганиш бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари насос агрегатларининг 55% дан ортиғи содир бўлган тебранишлар туфайли ишдан чиқишини кўрсатди. Кўп ҳолатларда жиҳозлардан оғир ва ноқулай шароитларда фойдаланиш тебранишлар келтириб чиқаради. Тебранишлар насос ишчи филдирагининг гидроабразив ва кавитацион ейилиши, зичлаш узугининг емирилиши, подшипникларнинг ейилиши ва қизиши сабабли содир бўлади.

**Калит сўзлари:** сув олиш иншооти, машинали сув қиқтариш тизими, насос станцияси, тебраниш, гибоабразив ва кавитацион ейилиш, ишчи –илдирак, ишончилилик.

### ПРИЧИНЫ ВИБРАЦИИ В ЦЕТРОБЕЖНЫХ НАСОСАХ

*Б.Э.Ахатов*

В статье представлены результаты научных исследований по эксплуатации насосного оборудования на мелиоративных насосных станциях. На насосных станциях все больше внимания уделяется мерам по поддержанию надежности и работоспособности насосных агрегатов, а также снижению негативного воздействия факторов различного происхождения. Один из наиболее значимых факторов, влияющих на срок службы оборудования – повышенная вибрация насосного агрегата. По результатам анализа отказов насосного оборудования на насосных станциях Узбекистана за 2010-2022 годы более 55% остановок насосов произошло по причине повышенной вибрации. Наибольшая вибрация возникает при работе оборудования в тяжелых и неоптимальных режимах. Причиной вибрации насосного оборудования является гидроабразивный и кавитационный износ рабочего колеса, разрушение уплотнений, износ и перегрев подшипников.

**Ключевые слова:** водозабор, машинная водоподъемная система, насосная станция, вибрация, гидроабразивный и кавитационный износ, рабочее колесо, надежность.

## CAUSES OF VIBRATION IN CENTRIFUGAL PUMPS

Axatov B. - Master student, NRU "TIAME"

The article presents the results of scientific research on the operation of pumping equipment at reclamation pumping stations. In pumping stations, more and more attention is being paid to measures to maintain the reliability and efficiency of pumping units, as well as to reduce the negative impact of factors of various origins. One of the most significant factors affecting the service life of the equipment is the increased vibration of the pumping unit. According to the results of the analysis of failures of pumping equipment at pumping stations in Uzbekistan for 2010-2022, more than 40% of pump stops occurred due to increased vibration. The most common cause of vibration of pumping equipment is waterjet and cavitation wear of the impeller, destruction of seals, wear and temperature rise of the bearing. The greatest vibration occurs when the equipment is operated in heavy and non-optimal modes.

**Keywords:** water intake, machine water lifting system, pumping station, vibration, waterjet and cavitation wear, impeller, reliability

Ўзбекистон республикасида қишлоқ хўжалигида суғорилиб дехқончилик қилинадиган майдонларнинг 60 % дан ортиғи машинали сув кўтариш тизими яъни насос станциялари ёрдамида суғорилишини инобатга олсак насос агрегатларининг ишончли ишлашини таъминлаш долзарб муаммолардан бири бўлиб ҳисобланади. Ҳозирги кунда Республикамизда қишлоқ хўжалик экинларига талаб қилинган сувни кафолатланган миқдорда етказиб берилишини таъминлаш учун насос станцияларини қайта қуриш ва реконструкция қилиш, уларнинг диагностика қилиш йўли билан ишончли ишлашини таъминлаш йўналиши бўйича кенг қамровли тадбирлар амалга оширилмоқда. Узоқ муддат фойдаланишда бўлган насос агрегатларини ишончли, хавфсиз ишлашини таъминлаш таъмирлаш-техник хизмат кўрсатиш ишларининг сифатли бажарилишига боғлиқ. Йилдан йилга эҳтиёт қисмлар нархларининг ортиб бориши таъмирлаш жараёнида янги технологияларни жорий этилишига талабнинг ошиб бораётганлигини кўрсатмоқда. Насос станциялари таркибидаги гидротехник, гидромеханик ва гидроэнергетик қурилмаларини ишончилигини таъминлаш ва баҳолаш соҳасида бир қатор илмий тадқиқот ишлари олиб борилган[1;2]. Сув танқислиги тобора ортиб бораётган ҳозирги вақтда Амударёдан насос станциялари ёрдамида сув олинадиган Сурхандарё,

Қашқадарё, Навоий, Бухоро, Хоразм вилоятлари ва Қорақалпоғистон Республикаси экин майдонлари кафолатланган сувни етказиб бериш долзарб муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Амударё сувининг таркибида лойка миқдорининг юқори бўлганлиги сабабли гидроабразив ва кавитацион ейилиш натижасида насос агрегатларида бузилишларнинг содир бўлиши ва ишончлилигининг тушиб кетиш ҳолатлари аниқланган[3;4].

Республикадаги йирик насос станцияларидан 2010-2022 йилларда олинган маълумотлар, насос агрегатларида бўладиган бузилиш ва мажбуран тўхтатилишга олиб келувчи асосий сабабларнинг 55 % ортиғи насос агрегатларида содир бўладиган тебранишлар миқдорининг меъеридан ортиб кетиши сабаб бўлганлиги қайд этилган[5]. Марказдан қочма насосларда ишчи ғилдиракнинг гидроабразив ейилиши нотекис содир бўлиши тебраниш миқдорининг юқори бўлишига ва уларда содир бўладиган авария ҳолатларининг ортиб кетишига олиб келади.

Тебранишларни ўз вақтида аниқлаш ва бартараф этиш насос станцияси қурилмаларини ишончли ва узоқ муддат бузилмасдани ишлашини таъминлаш билан бирга таъмирлаш даврини ва унга бўладиган сарф харажатларни камайтириш имкониятини яратади[6].

Юқорида айтиб ўтилганлар насос станцияси қурилмаларида содир бўладиган тебранишларни аниқлаш, камайтириш ёки бартараф этиш усулини ишлаб чиқиш катта аҳамиятга эга бўлган долзарб масала эканлигини кўрсатмоқда.

Сурхондарё вилоятидаги “Боғдорчилик” насос станциясида 4 та насос агрегати ўрнатилган бўлиб улар ёрдамида 1250 га ерни суғориш учун сув етказиб берилади[7]. Бу насос станциясида ўрнатилган насос агрегатларида содир бўладиган тебранишлар гидродинамик, механик ва энергетик таъсирлар натижасида содир бўлиши аниқланган[8]. Насос агрегатларида содир бўладиган тебранишлар миқдорини аниқлаш ва ҳолатини баҳолаш учун ТИҚХММИ-МТУ олимлари томонидан таклиф этилган диагностика қурилмасидан фойдаланилган. Амударёдаги сув сарфининг ўзгариши, сувнинг таркибида лойка миқдори юқори ва окизиклар кўп бўлганлиги учун уларнинг таъсири натижасида насос агрегатларида содир бўладиган гидродинамик тебранишларнинг содир бўлиш эҳтимоллиги юқори бўлиши аниқланган[9].

Насос агрегатларида содир бўладиган тебранишлар насоснинг ишчи ғилдрагидан валга, подшипникларга, ғилоф қисмига ва асосга ўрнатилиш қисмларига салбий таъсир этиб уларни ишдан чиқишига олиб келади[10].

Насос агрегатларида содир бўладиган тебранишларни миқдорини, ҳолатини аниқлаш ва баҳолаш қуйидаги мақсадларда ўтказилади:

а) насосларни тайёрлаш ва йиғиш сифатини назорат қилиш учун;

б) насос агрегати иш ҳолатидан келиб чиқиб титрашлар (вибрация) миқдорини аниқлаш;

в) насосларда содир бўладиган титрашларга олиб келувчи конструктив камчиликларни аниқлаш ва бартараф этиш;

г) насос параметрлари бўйича улардан фойдаланиш чегараларини аниқлаш;

д) тебраниш миқдорига қараб насослардан фойдаланиш даврининг давомийлигини башорат қилиш.

Белгиланган режимларда ишлаётган насос агрегатларида содир бўладиган тебранишларнинг характеристикаси меъёрий ёки максимал ҳолатларида аниқланади. Хусусий ҳолатдаги тебранишлар характеристикаларни аниқлашда содир бўладиган титрашларнинг умумий миқдори ўлчанади ва техник хужжатларда кўрсатилган меъёрлар билан солиштирилади [11].

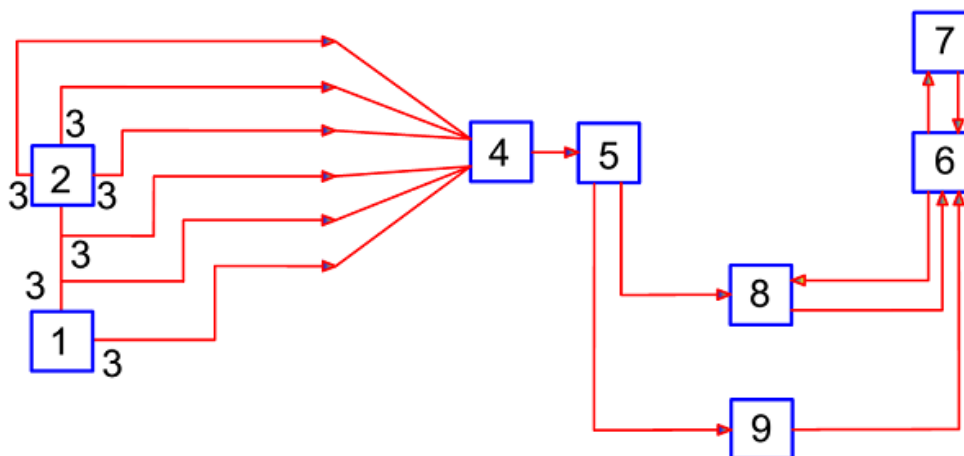
Суғориш мавсуми давомида Амударёдаги сувнинг динамик сатхи анча ўзгарадиган, фойдаланиш шароитлари ноқулай бўлган ҳолатларда (чиқарилаётган сувни минерализацияси кучли, унда абразив заррачалар кўп миқдорда бўлиши, насос агрегатининг тез-тез тўхтатилиши), насосни диагностика қилиш динамик сатх миқдори билан боғлиқ бўлади.

Иш режими ўзгариши натижасида диагностика параметрларининг фарқланишини уларнинг техник ҳолатининг ёмонлашиши билан боғлиқ бўлган қийматларига солиштириш мумкин. Бунда диагностика қилишнинг самарадорлигини ошириш йўлларида бири диагностика қилишнинг замонавий кўп функцияли воситаларидан фойдаланишдир. Насос агрегатининг турли режимда ишлашида эталон характеристикаларини инобатга олиш мақсадга мувофиқдир.

Юқорида айтиб ўтилганлардан келиб чиқиб насос “Боғдорчилик” насос станциясида ўрнатилган насос агрегатларида содир бўладиган тебранишларни аниқлаш ва ҳолатини баҳолаш учун ТИҚХММИ-МТУ олимлари томонидан таклиф этилган диагностика қурилмасидан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир (1-расм) [12].

Насос қурилмаси элементларининг вибротезлигини спектрал анализ қилиш кетма-кет ишлайдиган қатламли филтрлар ёрдамида амалга оширилади. Бунинг учун спектроанализатор, октавали филтр, ўлчаш туридаги терцоктавали филтр қўлланилади.

Вибрацияни аниқлаш даврида ҳар бир ҳолат учун ўлчашни бошлашдан олдин ускунани калибровка қилиб олиш талаб этилади.



1-насос агрегати; 2-электродвигатель; 3-тебранишларни ўлчаш датчиклари; 4- терцоктавли анализатор; 5-ўлчаш блоки; 6-компютер 7-параметрларни комплекс таҳлил қилувчи блок; 8-индикатор; 9-печат қилиш блоки.

1-расм. Насос агрегатларини диагностика қилиш тизими.

Насос агрегатларини диагностика қилиш тизими ташҳис қилинаётган насос агрегати-1, электродвигатель-2 ва улардаги вибрацияни ўлчаш учун томонларига ўрнатилган датчиклар-3, ҳамда терцоктавли анализатор-4, ўлчаш блоки-5, компютер-6, комплекс параметрларни таҳлил қилувчи блок-7, индикатор-8, печат қилиш блоки-9 лардан ташкил топган.

Бу қурилма ёрдамида содир бўладиган вибрацияни ўлчаш натижасида насос агрегатларининг техник ҳолати тўғрисида тўлиқ маълумотлар олинади.

Насос агрегатларида содир бўладиган вибрация датчиклар 3 ёрдамида аниқланиб индикатор 8 га узатилади ва у ерда вибрациянинг частоталарига қараб қизил рангдаги огоҳлантирувчи лампалар ва овозли сигналлар ёрдамида ахборот олинади. Шовқин интенсивлигини ўлчаш ва аниқлаш орқали бу тизимда фойдаланилаётган насос агрегатларида бўладиган ҳар бир ўзгариш тўғрисида маълумот олиш имкониятини беради.

Содир бўладиган вибрацияларнинг миқдорини аниқлаш учун насос агрегатлари қуйидаги режимларда ишлатилди:

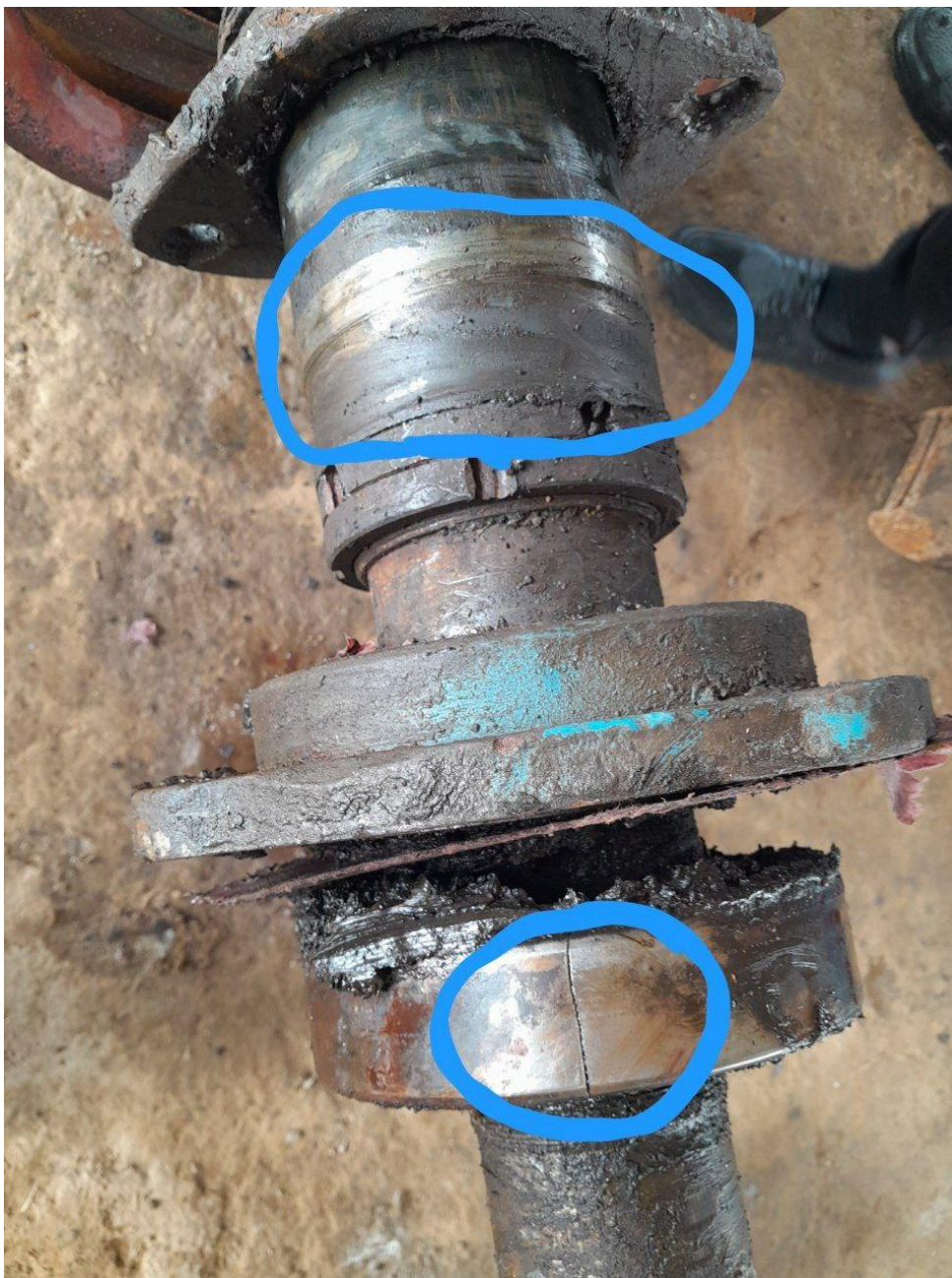
- насос станцияси пастки бѐфида сув сатҳи бир меъѐрда бўлган ҳолатда;
- пастки бѐфда сув сатҳи тез ўзгарган ҳолатда;
- насос агрегатлари кавитацион режимда ишлаган вақтда;
- сувнинг таркибида оқизиклар ва заррачалар миқдори кўп бўлган ҳолатда;
- насос агрегати тўсатдан ўчирилган ҳолатда;
- таъмирланган насос агрегати ишлатилган ҳолатда;
- насос агрегатларини ишга тушириш вақтида;
- насос агрегатларини тўхтатиш вақтида.

Насос агрегатларида содир бўладиган вибрациянинг миқдорини аниқлаш учун тажрибалар ҳар бир режимда такрорланиб ўтказилди. Олинган

маълумотларнинг таҳлил қилиш натижасида насос агрегатларида келиб чиқадиган вибрациягани сабаблари ва уларнинг миқдорлари аниқланди.

Насос станцияларининг пастки бьефда сув сатхининг ўзгариши, сувнинг ҳаракатланиш тезлигининг ошиши ёки сўриш баландлигининг тушиб кетиши натижасида насосларда кавитация жараёни содир бўлиб, тебранишлар миқдори (1... 10 кГц) тенг бўлган тебранишларни келтириб чиқаради. Бундай тебранишлар энг кўп учрайдиган тебранишлар турига киради[9].

“Боғдорчилик” насос станциясида ўрнатилган насос агрегатларида тебранишларни ўз вақтида аниқлаш ишлари олиб борилмаганлиги учун насос валининг синиш ва подшипникнинг шикастланиш ҳолатлари содир бўлган(2-расм).



2-расм. Насос подшипникларида шикастланиш ёриқларнинг пайдо бўлиши.

Насос агрегатларида содир бўладиган тебранишларни доимий назорат қилиш тизимини татбиқ этиш тўсатдан бўладиган бузилишларнинг олдини олиб, ишончли ишлашини таъминлайди.

**Хулоса:** Насос агрегати ва унинг қисмларида содир бўладиган нотекис ейилишлар натижасида тебранишлар келиб чиқади. Тебранишлар миқдорининг меъеридан ортиб кетиши насосдан фойдаланиш даврининг қисқаришига ва тўсатдан бўладиган мажбурий тўхтатишларнинг келиб чиқишига сабаб бўлади. Насос агрегатларида содир бўладиган тебранишларни ўз вақтида аниқлаш ва бартараф этиш қишлоқ хўжалик экинлари учун етказиб бериладиган сув сарфини талаб даражасида бўлишини таъминлайди.

### **Адабиётлар:**

1.Эргашев Р.Р., Бекчанов Ф.А. / Насос агрегатларини ишончли ишлашини таъминлаш // «Гидротехника иншоотларининг самарадорлиги, ишончилиги ва ҳавфсизлигини ошириш» мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжуман. 2018 йил 212-215 бет.

2.Эргашев Р.Р., Бекчанов Ф.А. / Разработка систем диагностирования насосных агрегатов ирригационных систем. // Гидротехника иншоотларининг самарадорлигини, ишончилиги ва ҳавфсизлигини ошириш. ТИМИ -2012 13-14 декабр. 7-10 б.

3.Bazarov D, Krutov A N, Norkulov B, Obidov B and Nazarov B 2019 Experience of employment of computational models for water quality modelling E3S Web Conf., 97 (2019) 05030. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199705030>

4.Ergashev R R et al. 2020 New methods for geoinformation systems of tests and analysis of causes of failure elements of pumping stations IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 883 012015

5.Гловацкий О.Я., Эргашев Р.Р., Бекчанов Ф.А., Эргашев Б.Р. / Насос агрегатларига ташҳис қўйиш қурилмаси//Фойдали моделга патент № FAP 00666, 10.02.2010 й.

6.Гловацкий О.Я. Повышение надёжности эксплуатации и водосбережения ирригационных насосных станций / О.Я.Гловацкий, Р.Р.Эргашев, Ш.Р.Рустамов // Водные ресурсы и водопользование, - Астана, 2015. -№ 3. -37 -40 с.

7.Гловацкий О.Я., Эргашев Р.Р., Бекчанов Ф.А. / Анализ диагностирования насосных агрегатов Джизакской головной насосной станция // «Ирригация ва мелиорация» журнал №3(9).2017 й. 32-34 стр.

8.Гловацкий О.Я., Эргашев Р.Р., Бекчанов Ф.А., Рустамов Ш.Р./Оценка технического состояния и коэффициента готовности насосных агрегатов // Международная агроинженерия , Научно технический журнал, Алматы -2012 г. 64-67 стр.

9.Гловацкий О.Я., Эргашев Р.Р., Насырова Н.Р., Бекчанов Ф.А. / Программа для обеспечения надёжности насосных агрегатов // №DGU 03969. Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. 09.09.2016 г.

10.Мониторизация и анализ состояния машинного оборудования. / Информ. бюллетень, Брюль и Кьер, Нэрум, Дания.

11.Мониторизация состояния машинного оборудования путем анализа механических колебаний. Опыт применения мониторинга на атомной электростанции. / Информ. бюллетень, Брюль и Кьер, Нэрум, Дания.

12.Мониторизация состояния машинного оборудования. Брошюра фирмы «Брюль и Кьер». - Дания: К. Ларсен и сын А/О. Глоструп, 1991.

13. Жураев, С., & Беккамов, М. (2022). КЛАССИФИКАЦИЯ ВИСЯЧИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ (ТРОСОВЫХ И МЕМБРАННЫХ) ПОКРЫТИЙ. O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI, 2(14), 997-1002.

14.Жураев, С., & Сатторов, К. (2023). Расчет Тросовых Висячих Покровий В Пк Лира. Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities, 16, 119-123.

15.Жўраев, С. (2023). АЛИШЕР НАВОИЙ ДАВРИ ИМОРАТЛАРИНИНГ АРХИТЕКТУРАСИ. O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI, 2(16), 142-146.