

УЎТ: 628.83

## АВАНКАМЕРА ВА СУВ ҚАБУЛ ҚИЛИШ БЎЛИНМАЛАРИНИНГ ГИДРАВЛИК ҚАРШИЛИКЛАРИ

*М. Мамажонов – т.ф.д., профессор, Б.М. Шакиров – т.ф.н., доцент  
Андижон қишлоқ хўжалик институти  
Б.Б. Шакиров – ассистент  
Андижон машинасозлик институти*

### Аннотация

Мақолада насос агрегатларининг сони турлича бўлган ҳолларда ишлашида насос станциянинг аванкамерасига ва сув қабул қилиш бўлинмаларига киришдаги оқим шароитлари кўриб чиқилган. Сув олиш иншоотининг андоза қурилмасида босим исрофи ва гидравлик қаршилик коэффициентларини лаборатория тадқиқотларида олинган натижалари ва уларнинг мақбул ишлаш шароитларини аниқлаш масалалари келтирилган.

**Таянч сўзлар:** насос агрегати, насос станцияси, чўкинди, уярма, сўриш қузури, маҳаллий қаршиликлар, босим исрофи, қаршилик коэффициенти, аванкамера, сув қабул қилиш бўлинмаси, оқим, тезлик, кинетик энергия.

## ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ АВАНКАМЕРА И ВОДОПРИЁМНЫХ КАМЕР

*М. Мамажонов, Б.М. Шакиров, Б.Б. Шакиров*

### Аннотация

В статье рассмотрены вопросы течения потока в аванкамере и условия его входа в водоприёмные камеры при различных числовых сочетаниях работы насосных агрегатов. Приводятся результаты лабораторных исследований на модели водоприёмного сооружения насосной станции по определению потерь напора и гидравлических коэффициентов сопротивлений и их оптимальные условия работы.

**Ключевые слова:** насосный агрегат, насосная станция, наносы, воронка, всасывающий трубопровод, местные сопротивления, потери напора, коэффициент сопротивлений, аванкамера, водоприёмная камера, поток, скорость, кинетическая энергия.

## HYDRAULIC RESISTANCES OF ANTECHAMBER AND WATER RECEIVING CHAMBERS

*М. Mamajonov, B.M. Shakirov, B.B. Shakirov*

### Abstract

In this article it is considered and discussed current flow forebays and the conditions for its entry into the water inlet chamber at different numerical combinations of pumping units. The results of laboratory tests on model water inlet pumping station installations to determine the pressure loss coefficients and hydraulic resistances and optimum operating conditions.

**Key words:** the pump set, the pump station, sediment, funnel, suction pipe, local resistance, pressure loss, resistance coefficient forebays, water inlet chamber, flow, speed, piezometer, the kinetic energy of the channel.

**Кириш.** Насос станцияларидан фойдаланиш амалиёти шуни кўрсатадики, суғориш суви таркибидаги майда кум ва лойқа заррачаларни сув олиш иншоотларида чўкиб қолиши оқибатида насосларнинг сув сўриш қобилияти камаяди.

Насосларнинг сув қабул қилиш бўлинмалари ва аванкамерасида лойқа чўкиши ҳисобига гидравлик қаршиликларни ортиши ва насос агрегатларининг ҳаво сўриши оқибатида сув узатишини камайиши ва электр энергия сарфи ҳамда тебраниш ҳисобига насосларнинг таъмирлаш ва иншоотларни лойқадан тозалаш учун ортиқча сарфланган маблағ сувнинг таннархи бир неча баробар ортишига сабаб бўлади.

Насос станцияни аванкамераси сув келтириш каналини сув қабул қилиш бўлинмалари  $\epsilon_k$  билан боғлаб туради ва сув олиш фронти  $B_{фр}$  бўйича оқимни тақсимлашга хизмат қилади.

Аванкамерани ўлчамлари  $B_{фр}/\epsilon_k$  ва аванкамера узунлиги  $L_{аб}$  сув олиш бўлинмаларини озиқлантириш шартла-

рини аниқловчи ўлчамлар ҳисобланади.

**Асосий қисм.** Сув қабул қилиш бўлинмаси эини аванкамерани гидравлик иш тартибига таъсирини билиш учун сув олиш иншоотини 1 ва 2-вариантларида лаборатория қурилмасида экспериментал тадқиқотлар олиб борилди. Бу вариантларда аванкамералар конструктив жиҳатдан бир хил тузилишда тайёрланди: марказий кенгайиш конусининг бурчаги  $\alpha = 35^\circ$ , тубининг нишаблиги  $i = 0,2$ , сўриш қузурининг кириш қисми конусининг сув сатҳига ботирилиш чуқурлиги  $h_2$  бир хил ва у бўлинманин орақа деворига горизонтал ҳолда ўрнатилган.

Аванкамералар сув қабул қилиш бўлинмаси эини ўлчами билан фарқ қилади, яъни 1-вариантда  $\epsilon_{бўл} = 2D_{куп}$  ва 2-вариант  $\epsilon_{бўл} = 1,2D_{куп}$  га тенг. Шунинг учун биринчи ҳолда сув олиш фронти узунлиги  $B_{фр} = 91$  см, иккинчисида  $B_{фр} = 61$  см ва мос равишда аванкамера узунлиги  $L_{аб} = 81$  см ва  $L_{аб} = 33$  см. га тенг.

Биринчи ва иккинчи вариантдаги аванкамераларда сув қабул қилиш бўлинмаларининг ишлаш шароитлари

турлича бўлади. Ўртадаги насосларнинг бўлинмалари чеккадаги нисбатан бирмунча яхши ҳолатда бўлади, яъни ўртадаги бўлинмага оқим тўғри киради, чекка бўлинмага бурчак остида киради. Ўрта бўлинмаларга бироз бурчак остида оқимнинг келиши уларнинг иш жараёнига сезиларли таъсир ўтказмайди. Сув олиш фронти  $V_{фр}$  ортиши билан чеккадаги бўлинмага оқимнинг келиш бурчаги ҳам ортиб боради.

Биринчи вариантда чекка бўлинмадаги ҳосил бўлувчи уярма вертикал ўқ бўйича айланиб, сув қабул қилиш бўлинмаси жонли кесим юзасининг 40% қисмини эгаллайди, унинг узунлиги эса бўлинма узунлигини  $\frac{3}{4}$  қисмини ташкил этади. Иккинчи вариантдаги аванкамера конструкциясида уюрмани ўлчамаи анча кичик, яъни бўлинма кесим юзасининг 15% майдонини, бўлинма узунлигининг эса  $\frac{1}{4}$  қисмини эгаллайди.

Босим исрофларини аниқлаш 1 ва 2-вариантларда сув қабул қилиш бўлинмасининг кириш қисмида олиб борилди. 1-ўлчов кесими сув келтириш каналининг охирига жойлаштирилди. Бу кесимда оқимни тарқалиш тезлиги тенг тақсимланган ва босимни тақсимланиши гидростатик қонуниятга бўйсунди. 2-ўлчов кесими сув қабул қилиш бўлинмасини бошланғич нуқтасидан 10 см ичкарига жойлаштирилди.

Тенглаштириш текислигини сув қабул қилиш бўлинмалари тубида қабул қилиб, белгиланган ўлчов кесимлари учун Бернулли тенгламасини ёзамиз:

$$Z + \frac{P_k}{\gamma} + \frac{\alpha_k V_k^2}{2g} = \frac{P_0}{\gamma} + \frac{\alpha_0 V_0^2}{2g} + \Sigma h_w \quad (1)$$

бу ерда:  $P_k$  ва  $P_0$  – каналдаги ва бўлинмадаги босимлар;  $V_k$  ва  $V_0$  – ўлчов кесимлардаги оқимнинг ўртача тезликлари;  $\alpha_k$  ва  $\alpha_0$  – ўлчов кесимлардаги кинетик энергия коэффициентлари;  $\Sigma h_w$  – кесимлар орасидаги босим исрофлари.

Пьезометрлар бўйича босимлар фарқи:

$$\Delta Z = Z + \frac{P_k - P_0}{\gamma} \quad (2)$$

Демак, кесимлар ўртасидаги босим исрофлари:

$$\Sigma h_w = \Delta Z + \frac{\alpha_k V_k^2 - \alpha_0 V_0^2}{2g} \quad (3)$$

5 та насосларни сув узатишлари  $Q_1=19$  л/с ва  $Q_2=24$  л/с ва ҳар бир насосни сув узатиши  $Q_2=4,5$  л/с ва  $Q_2=5,6$  л/с га (бўлинмадаги) тенг бўлган ҳол учун 1 ва 2-кесимлардаги ўртача тезликлар аниқланади. Насосларнинг сув узатиш миқдорлари босимли қувурдан чиқиш жойига ўрнатилган учбурчакли сув шовва девори ёрдамида аниқланади.

Ҳисобларда кинетик энергия коэффициентлари  $\alpha_k$  ва  $\alpha_0$  қийматлари Н.Н.Накладов томонидан олинган маълумотлар асосида қабул қилинди, яъни насос станциянинг ҳар қандай иш тартибларида 1-кесимда  $\alpha_k=1,05-1,06$  га тенг бўлади [1]. 2-кесимда куйидаги ҳолат кузатилади: биргаликда ишлаётган насослар сони ортиши билан 1-вариантдаги аванкамера конструкцияси учун коэффициент  $\alpha_0=1,18-1,39$  ва 2-вариантдаги аванкамера учун  $\alpha_0=1,06-1,15$  чегаралардаги қийматларга эга бўлади. Буни насос станциянинг турли иш тартибларида каналнинг ҳисобий чуқурлиги турлича қабул қилиниши билан тушунтириш мумкин.

Босим ўлчаш 1-кесимда 3 та тешикча ва 2-кесимда ҳар бир бўлинмада 3 та тешикчалар орқали амалга оширилди. Тешикчалар ўлчамаи 1 мм бўлиб, 1 таси тубига ва 2 таси ён деворларга жойлашган. Штуцерларга уланган резина шланглар ёрдамида сув пьезометрларга узатилади.

Насос станция моделининг турли иш тартибларида аванкамера ва сув қабул қилиш бўлинмаларидаги босим исрофлари ва қаршилик коэффициентларини аниқлади.

Ҳар бир насосни сув узатиши 4,5 л/с дан 5,6 л/с гача ўзгартирилди. Мос равишда станцияни сув узатиши куйидаги ҳолатда бўлди: 5 та насос ишлаганда  $Q_{н.с.}=22,5-28$  л/с; 4 та насос ишлаганда  $Q_{н.с.}=18-22,4$  л/с; 3 та насос ишлаганда  $Q_{н.с.}=13,5-16,8$  л/с; 2 та насос ишлаганда  $Q_{н.с.}=9-11,2$  л/с; 1 та насос ишлаганда  $Q_{н.с.}=4,5-5,6$  л/с;

Насосларнинг бундай сув узатиш чегараларида Рейнольдс сони  $Re$  сув келтириш канали кесимида  $10^4$  дан  $3 \cdot 10^4$  гача ўзгаради. Ушбу оқимни автомодел области чегарасида олиб борилган тажрибаларда қаршилик коэффициентини ўзгармас ва  $Re$  га боғлиқ бўлмайди.

Ҳар бир қаршилик коэффициентини ҳисоблашда ўртача квадрат хатолик куйидаги формула билан аниқланади [2]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\xi_{\text{ўр}} - \xi_i)^2}{n-1}} \quad (4)$$

бу ерда:  $\xi_{\text{ўр}}$  – қаршилик коэффициентининг ўртача арифметик қиймати;  $\xi_i$  – ҳар бир тажрибада аниқланган қаршилик коэффициенти қиймати.

Қаршилик коэффициентининг ўртача арифметик қийматини ўртача квадрат хатолиги куйидаги формула билан топилади:

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

бу ерда  $n$  – ўлчашлар сони.

Аниқланган  $\sigma_m$  қиймати бўйича ўртача квадрат хатоликнинг нисбий қиймати аниқланади:

$$\sigma_m^1 = \frac{\sigma_m}{S_{\text{ўр}}} \cdot 100\% \quad (6)$$

Ўртача квадрат хатоликнинг нисбий қиймати  $\sigma_m^1$  тажрибаларимизда 5,1–8,2 фоизни ташкил этди.

Бешта насослар ишлаганда, аванкамера ва бўлинмалар қаршилик коэффициентларини ўз ичига олувчи йиғинди умумий коэффициент чекка бўлинма учун  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ч}} = 1,01$  ва ўртадаги учун  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ўр}} = 0,062$  га тенг, уларнинг нисбати 16,3 га тенг бўлади, умумий қаршилик коэффициенти эса  $\Sigma \xi_{\text{ўр}} = 0,536$  ни ташкил этади. Ушбу 1-вариант бўйича 2(1+2) насослар ишлаганда, чеккадаги бўлинма учун  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ч}} = 0,94$ , ўртадаги учун  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ўр}} = 0,24$ , уларнинг нисбати 3,92 ва умумий қиймати  $\Sigma \xi_{\text{ўр}} = 0,59$  га тенг бўлди.

Битта чеккадаги насос ишлаган ҳолда  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ч}} = 0,97$  ва битта ўртадаги насос ишлаганда  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ўр}} = 0,49$  ни ташкил этади. 2-вариантда 5 та насослар ишлаган ҳолда чеккадаги учун  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ч}} = 0,7$ , ўртадаги бўлинма учун  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ўр}} = 0,158$  уларнинг нисбати 4,44 ва умумий қиймати  $\Sigma \xi_{\text{ўр}} = 0,429$  га тенг бўлди.

1-вариант билан солиштирилса, 2-вариантда  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ч}}$  камайди,  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ўр}}$  ортади, умумий қаршилик коэффициенти  $\Sigma \xi_{\text{ўр}}$  эса 0,107 га, яъни 20 фоизга камайди. Бундан ташқари ўрта ва чеккадаги бўлинмаларни қаршилик коэффициентларини фарқи анча камайди.

Иккита 2 (1+2) насослар ишлаганда,  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ч}} = 0,701$  ва  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ўр}} = 0,39$ , уларнинг нисбати 1,8 ва  $\Sigma \xi_{\text{ўр}} = 0,545$  га тенг бўлади. 1-вариант билан солиштирилса  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ч}}$  камайди ва  $\Sigma \xi_{\text{ўр,ўр}}$  қиймати ортади ҳамда умумий қаршилик коэффициенти 0,045 га, яъни 7,6 фоизга камайди. Бундан ташқари ўрта ва чеккадаги бўлинмалар қаршиликлари фарқи камайди.

Иккинчи вариантда битта чеккадаги насос ишлаганда умумий қаршилик коэффициенти 0,85 га тенг бўлиб, 1-вариантдагига нисбатан 0,12 га, яъни 12,3 фоизга кам бўлди. Битта ўртарақдаги 2 агрегат ишлаган ҳолда эса умумий қаршилик коэффициенти 0,6 га тенг бўлиб, бу 1-вариантдагига нисбатан 0,11 га ортиқроқдир.

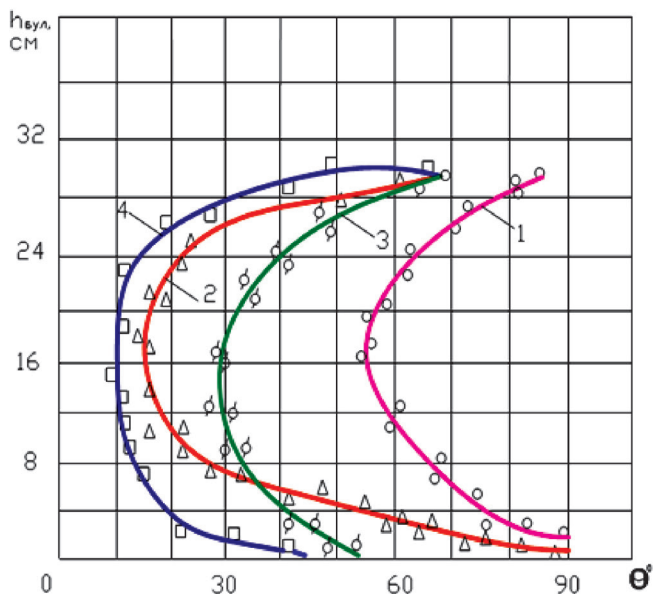
Демак, станциянинг барча иш тартибларида сув қабул қилиш бўлинмаларини эни камайган ҳолда аванкамера ва бўлинмаларнинг гидравлик қаршиликлари қийматлари

камайиши кузатилади.

Гидравлик қаршиликларни формулалар билан ҳисоблаб топилган қийматлари аванкамера ва бўлинмалардаги тажрибадан олинган натижалари билан таққослаш имкониятини беради.

Биринчи вариантдаги аванкамера учун умумий гидравлик қаршиликлар йиғиндисини ҳисобий қиймати  $\Sigma \xi_{\text{ум}} = 0,514$  га тенг бўлиб, тажриба қиймати 0,536 дан 4,1% фарқ қилади; 2-вариант учун ҳисобий қиймати  $\Sigma \xi_{\text{ум}} = 0,404$  ва тажриба қиймати 0,429 дан 5,83% фарқ қилади (1-расм).

Сув қабул қилиш бўлинмаларига сувни кириши насос станциянинг барча иш тартибларида тўғри киришдан фарқ қилади. Насосларни биргаликдаги иш жараёнида чеккадаги бўлинмаларга оқимни қийшиқ кириши ўрта бўлинмага нисбатан ортиқроқ бўлади, бу эса чекка бўлинмаларда босим исрофларини ортишига сабаб бўлади. 2-расмда эса 1 чеккадаги насос ишлаган ҳолатда ҳар иккала вариантдаги бўлинмага кирувчи оқим йўналиши-

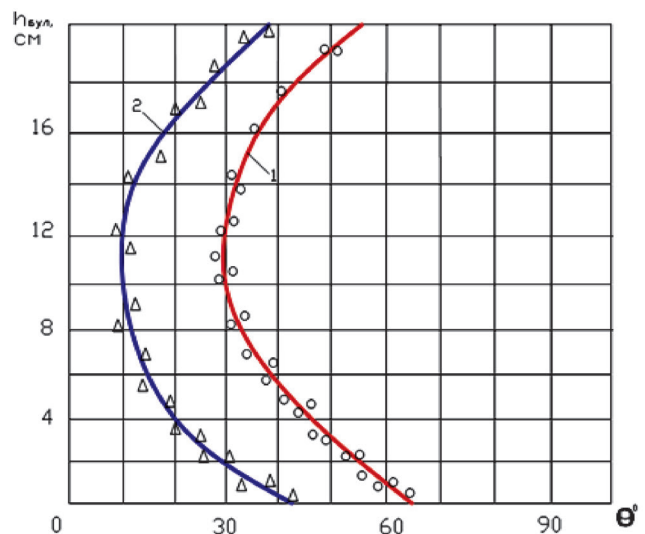


1 ва 2 – биринчи ва иккинчи вариантлар бўйича чеккадаги бўлинма учун. 3 ва 4 – биринчи ва иккинчи вариантлар бўйича ўртадаги бўлинма учун.

**1-расм. Бешта насос ишлаганда сув қабул қилиш бўлинмаларига оқимни кириш йўналишини ўзгариши**

ларини чуқурлик бўйича ўзгариш графиги келтирилган. Оқимнинг йўналишини аниқлашда бўлинмани эни бўйича ўртасига жойлаштирилган вертикал ўққа боғланган 10 см. ли иплардан фойдаланилди.

Юқоридаги расмлардан кўрииб турибдики, биринчидан, бўлинмага кираётган оқимнинг барча қисми бир хил йўналишга эга бўлмайди, чуқурлик қатлами бўйича ўртадаги оқим озроқ бурилади. Иккинчидан, биргаликда ишлаётган насослар сони камайтирилса, оқимнинг бўлинмага келиш шароити яхшиланади. Биринчи вариант бўйича 5 та насос ишлаганда, ўрта қатламдаги оқимнинг чеккадаги бўлинмага кириш бурчаги  $\Theta=56^\circ$  ни ташкил этади, битта 1 насос ишлаганда эса  $\Theta=30^\circ$  гача камаяди. 2-вариант бўйича 5 та насос ишлаганда чеккадаги бўлинмага киришда



1-вариант бўйича; 2-иккинчи вариант бўйича.

**2-расм. Битта (1) насос ишлаганда сув қабул қилиш бўлинмасига оқимни кириш йўналишини ўзгариши**

$\Theta=28^\circ$ , 1 насос ишлаганда эса  $\Theta=13-15^\circ$  га тенг. Учинчидан 2-вариант бўйича оқимни бўлинмага кириш шarti яхшиланиши сабабли гидравлик қаршиликлари камаяди ва чеккадаги насоснинг сув узатиши 1-вариантга нисбатан 8-8,5% ортади.

Оқимнинг бурилишидаги қаршиликлар чекка бўлинмаларни ўрта бўлинмалар билан солиштирилганда анча миқдорда кўпроқ бўлади. Оқимнинг бурилишидаги қаршилик коэффиценти 5 та насос ишлаган ҳолда, 1-вариант бўйича чекка бўлинма учун 0,421, ўрта бўлинма учун 0,028, ўртача қиймати 0,225 га тенг, яъни  $\Sigma \xi_{\text{ум}}$  дан 43,8 фоизни ташкил этади; 2-вариант бўйича гидравлик қаршилик коэффиценти чекка бўлинма учун 0,147, ўрта бўлинма учун 0,033 ва ўртача қиймати 0,09 га тенг, яъни  $\Sigma \xi_{\text{ум}}$  га нисбатан 22,3 фоизни ташкил этади. Шундай қилиб, оқимнинг бўлинмаларга киришдаги босим исрофлари 1-вариантда умумий исрофларининг анчагина қисмини, яъни 44 фоизни, 2-вариантда эса 22 фоизни ташкил этади.

Бўлинманинг эни  $2D_{\text{кур}}$  дан  $1,2D_{\text{кур}}$  гача қисқартирилганда босим исрофлари икки баробар камаяди.

**Хулоса:**

1. Оқимнинг аванкамерада оқиб ўтиши ва сув қабул қилиш бўлинмаларига кириш шароитлари турличалиги сабабли ҳамма насослар бараварига ишлаганда чекка ва ўртадаги бўлинмаларни гидравлик қаршиликларида катта фарқ бўлиши кузатилади;

2. Ишлаётган агрегатлар сони камайтирилса, юқорида айтилган қаршиликлар фарқи камаяди;

3. Сув қабул қилиш бўлинмани эни  $v_{\text{бул}} = 2D_{\text{кур}}$  дан  $v_{\text{бул}} = 1,2D_{\text{кур}}$  га тенг қийматгача қисқартирилганда, чеккадаги бўлинманинг гидравлик қаршилиги 1,5 мартага камаяди, бу эса ўрта ва чеккадаги бўлинмаларни иш шароитини бир-бирига яқинлаштиради;

4. Бўлинмани эни  $v_{\text{бул}}$  қисқартирилса, аванкамера ва сув қабул қилиш бўлинмаларнинг йиғинди қаршилик коэффиценти камаяди.

**Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:**

1. Накладов Н.Н. Камерный водозабор мелиоративных насосных станций на каналах. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГМИ. 1972. - 24 с.
2. Гутер Р.С., Овчинский В.Б. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. - М.: Изв. «Наука», 1970. - 158 с.