

Republic of Uzbekistan
Ministry of Agriculture and Water Resources

**Collaboration Program
with the Private Sector
for Disseminating Japanese Technology
for Efficient and Economical Pump to Assist
Water Resource Sector in Uzbekistan**

Final Report

April 2018

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Torishima Pump Mfg. Co., Ltd

OS
JR(先)
18-024

Table of Contents

Map

List of Abbreviation

Chapter 1 Summary.....	1
1-1 Outline	1
1-1-1 Background and Objective	1
1-1-2 Activities and their Outcomes in the Collaboration Program	1
1-1-3 Business Promotion and Collaboration with other ODA Project in Future	2
1-2 Diagram of the Project Outline.....	2
Chapter 2 Background of the Program.....	3
2-1 Background.....	3
2-1-1 History	3
2-1-2 Politics and Economy	3
2-1-3 Geographical and Natural Conditions	4
2-1-4 Policies and Plan in Agriculture Sector.....	5
2-1-5 Conditions of Irrigation Pumps	6
2-1-6 Situation of Domestic Pump Manufacturer and Repair Factory	11
2-2 Other ODA Projects	11
Chapter 3 Activities and their Outputs.....	13
3-1 Pump Installation and Demonstration	13
3-1-1 Outline of Soilik 1 Pumping Station.....	13
3-1-2 Installed and Equipped Products	14
3-1-3 Demonstration	15
3-1-4 Result.....	16
3-1-5 Technology Transfer	17
3-2 Invitation to Japan	18
3-3 Guidelines to Introduce High Efficiency Pump.....	18
3-4 Seminar.....	19
Chapter 4 Output of the Program.....	21
4-1 Outputs, Challenges and Their Countermeasures in Business Promotion Aspect	21
4-2 Orientation of Business Development.....	22
4-2-1 Approach to the Market	22
4-2-2 Expecting Business Model.....	23

4-2-3	The Marketability of Farmer's Pumps.....	24
Chapter 5	Collaboration with other ODA Project in Future.....	25
5-1	Possibility of Grant and Loan Project	25
5-2	Cross-Sector Project	25

ATTACHMENT

1. Guideline for High Efficiency Pump Facilitation
2. Specifications for High Efficiency Pump

List of Figure

Table 2-1	Recent Presidential Decision and Decree in Agriculture Sector	6
Table 2-2	Procurement System	6
Table 2-3	Numbers of Pumps under MARW by Type	9
Table 2-4	Outline of Investigated Manufacturer and Repair Factory	11
Table 3-1	Candidate Pumping Station for Demonstration Site	13
Table 3-2	Power Consumption and Bill at Soilik 1 in 2017	14
Table 3-3	Installed and Equipped Product in the Program	14
Table 3-4	Demonstration Result	17
Table 4-1	Outputs, Remaining Issue and Measures of the Program	22

List of Table

Table 2-1	Recent Presidential Decision and Decree in Agriculture Sector	6
Table 2-2	Procurement System	6
Table 2-3	Numbers of Pumps under MARW by Type	9
Table 2-4	Outline of Investigated Manufacturer and Repair Factory	11
Table 3-1	Candidate Pumping Station for Demonstration Site	13
Table 3-2	Power Consumption and Bill at Soilik 1 in 2017	14
Table 3-3	Installed and Equipped Product in the Program	14
Table 3-4	Demonstration Result	17
Table 4-1	Outputs, Remaining Issue and Measures of the Program	22

Map



List of Abbreviation

ADB	Asian Development Bank
BISM	Basin Irrigation Systems Management
C/P	Counterpart
CIS	Commonwealth of Independent States
GOST	Gosstandart
ISBA	Irrigation System Basin Authority
IsDB	Islamic Development Bank
JETRO	Japan External Trade Organization
JICA	Japan International Cooperation Agency
LCC	Life Cycle Cost
MAWR	Ministry of Agriculture and Water Resources
NGO	Non Governmental Organization
NPO	Not-for-Profit Organization
ODA	Official Development Assistance
PP	Presidential Proclamation
PPP	Public-Private Partnership
PSEC	Pumping Station, Energy and Communication
PU	Presidential Ukase
UZS	Uzbekistan Sum
WB	World Bank
WCA	Water Consumers' Association

Chapter 1 Summary

1-1 Outline

1-1-1 Background and Objective

Agriculture sector in Uzbekistan, having been a key industry to the country, is required a productivity growth through upgrading irrigation facilities to the modern type in order to return migrating workers from Russia absorbing in the agriculture sector. Most of 5,000 of irrigation pumps existing in the country were installed in the Soviet era. Old design of the pumps and aging deterioration are the main causes of their inefficiency. Ministry of Agriculture and Water Resources (hereinafter referred to as “MARW”), being responsible for managing those irrigation pumps, spends approximately 500 million USD per year, which counts for 80 percentage of the Ministry’s annual budget, for an electricity cost to operate those old pumps. Therefore, a reduction of electricity cost by renewing old pumps to more efficient pumps with modern design is an urgent issue for MARW. However, it seems difficult to promote such pump renewal due to the situation that the pump manufacturing market has been monopolistic by several manufacturers that make only the old design pumps.

The objective of the Collaboration Program is to contribute to promoting efficiency pump introduction in Uzbekistan to reduce electricity cost by installing Japanese efficiency pump.

1-1-2 Activities and their Outcomes in the Collaboration Program

The product to be introduced in the Collaboration Program is a double suction pump. This type is commonly manufactured in Japan, the United States and European Countries, as well as in China, South Korea, etc., and is widely adopted in irrigation pumps in Uzbekistan. Its efficiency and durability differs by technological capability of each manufacturer. Life cycle cost (LCC) including maintenance cost is greatly different as lower efficiency pumps have higher power consumption and products with insufficient tolerance are likely to become unusable in the short term.

The collaboration program conducted the followings to gain the understandings of Japanese pump technology and an importance of concerns on the LCC to examine a possibility of business-oriented deployment of high efficiency pump in Uzbekistan.

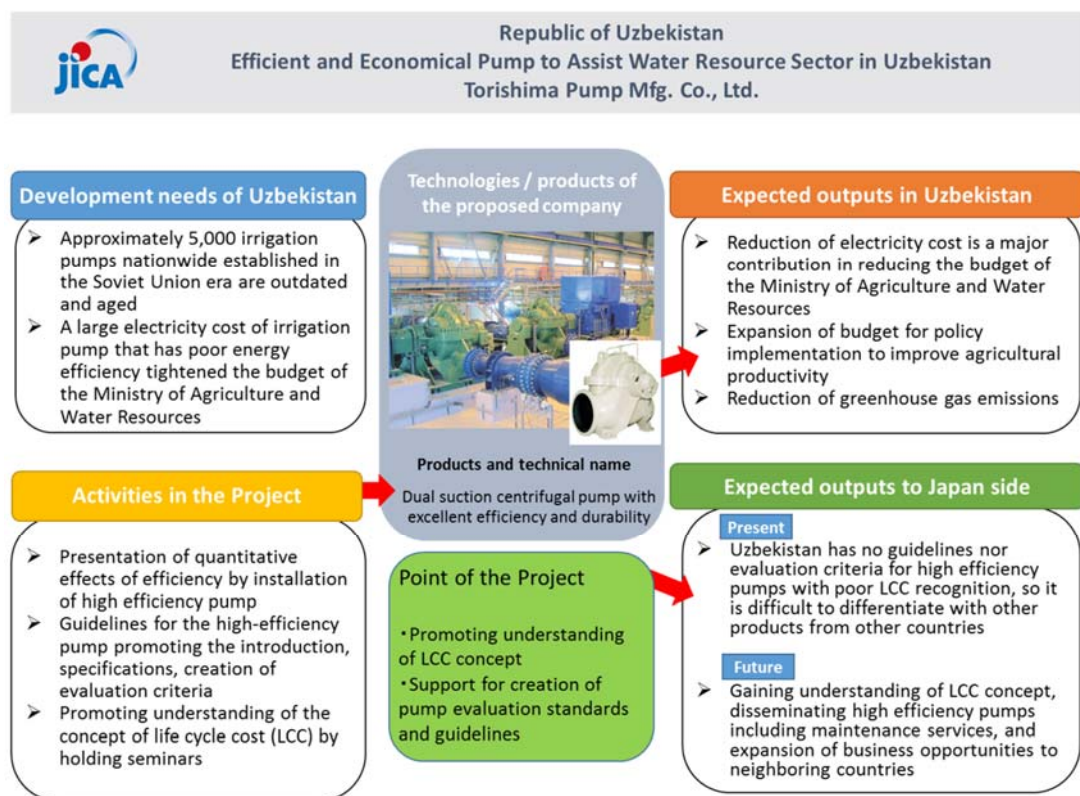
- Demonstration by installed Japanese high efficiency pump in Soilik 1 pumping station in Tashkent State
- Drafting of guideline and specification for an introduction of high efficiency pump
- Transferring technologies through activities including seminar, invitation of key persons to Japan, etc.

- Survey on existing pumping stations, pump manufacturers and repair factories

1-1-3 Business Promotion and Collaboration with other ODA Project in Future

Understanding actual situation of pump operation in Uzbekistan through site visits, hearing consultation with private enterprises, inspection of manufacturing factories, etc., we found the needs for an increase in pumping water supply and power consumption reduction, measures for wear resistance of the pump, and expectations for funds and technical assistance from foreign donors. Considering the mechanism and marketability of the irrigation pump market in Uzbekistan and collaboration with the ODA project, we examined the business model to expand from the maintenance service business.

1-2 Diagram of the Project Outline



Chapter 2 **Background of the Program**

2-1 Background

2-1-1 History

The area of current Uzbekistan and surrounding countries in Central Asia began to develop when Iranian nomads have constructed an irrigation system from about the 10th century BC. Cities such as Bukhara and Samarkand were urbanized as a relay base of Silk Road from China to Europe. In the mid-nineteenth century, the Russian Empire, which captured the potential cotton production of the region, began to invade, and the Soviet founded the Uzbek-Soviet Socialist Republic, which includes a part of the current Tajikistan and the whole Uzbekistan in 1924. From this time until the 1970s, the former Soviet Union has influenced the region in terms of politics and society.

Followed by an independence due to the collapse of the former Soviet Union in 1991, the former president Islam Karimov has long governed the country until 2016 when the Former Prime Minister Shavkat Mirziyoyev succeeded the governance.

2-1-2 Politics and Economy

Unlike other Commonwealth of Independent States (CIS) countries, the Karimov regime has taken a policy to avoid sudden social transformation, creating a relatively stable political and economic situation among the CIS countries. The backdrop of adoption of this gradualism is the policy to focus on agriculture that has been the key industry of Uzbekistan. The group farm management system by Sovkhoz and Kolkhoz established in the former Soviet era shifted to Fermer (private farm) and Defukan (family farming) after independence. Although agricultural production has been slightly decreasing recently, agricultural output in 2016 accounted for about 20% of nominal GDP totaling 66.5 billion USD, and about 30% of the total labor force is farmer.

The current regime has been striving to actively develop the bills to improve the business environment by protecting property and rights under the public law. As a part of this, in April 2017, a national investment committee was established, which is a new organization responsible for coordination functions on the planning and implementation of consistent domestic and foreign investment policy. Furthermore, in September 2017, the government and central bank unified the exchange rate of local currency UZS (Uzbekistan Sum) and announced the liberalization of foreign currency trading. In addition, UZS 's official rate, which had been severely diverged from the exchange rate of the market and been a barrier to foreign investment, was devaluated to 8,100 UZS, which is the same level as the market rate. Alteration of the official rate of UZS is expected to lead to business environment improvement

especially for foreign companies seeking business in Uzbekistan.

2-1-3 Geographical and Natural Conditions

Uzbekistan consists of 12 provinces and one autonomous republic (Karakalpakstan), and it is classified into five areas as Fergana basin, center, south, west central part and northern part. The eastern and southern border areas are highland areas besides the Tian Shan mountain range of 4,500 m above sea level, and the most fertile Fergana basin is located between them.

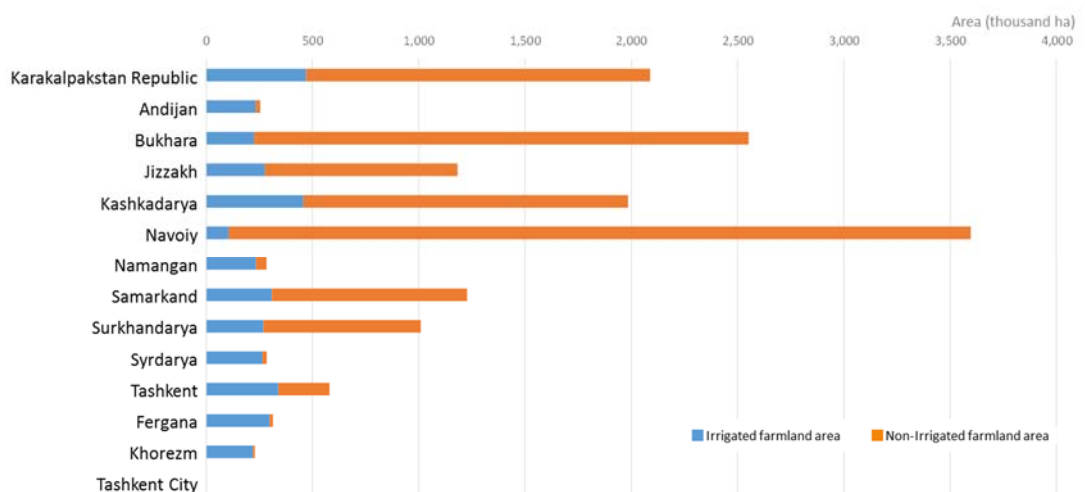
The annual precipitation of the land classified as a continental climate classification is as small as about 100 to 200 mm, and it hardly rains from July to September. For this reason, the water source relies mostly on the Amu Darya River and the Syr Darya River running through the north and south borders.



Source : Study Team

Figure 2-1 Map of Uzbekistan

Irrigated and non-irrigated farmland areas by province are as shown below.



Source: The State Committee of the Republic of Uzbekistan on Statistics 2016

Figure 2-2 Irrigation Situation of Farmland by Province

2-1-4 Policies and Plan in Agriculture Sector

(1) Issues in Agriculture Sector

The biggest challenge in the agricultural sector is an effective use of limited water resource to improve productivity. The main cause of this is the inefficiency of cotton and wheat cultivation due to a planned production control under government, which continues from the era under the former Soviet rule.

Cotton cultivated area, accounting for approximately 40% of all agricultural products, requires more water than other crops. However, the amount of water intake from the two major rivers of the Amu Darya River running along the north border with Kazakhstan and Syr Darya River running along the south border with Turkmenistan is restricted, depending on the negotiations with those countries. That is partly a reason for that uncultivated land, which is about twice the cultivated area, has not yet been cultivated. This is one of the bottlenecks for improving productivity. Since the presidential decree of 2003, the government released the cotton field to the community of Fermer, and MARW's Irrigation System Basin Authority (ISBA) sent water by up to the farmland area, while Fermer manages irrigation pumps and irrigation canals to drain irrigation water into each field. However, Fermer community is financially vulnerable, collecting only necessary charges from each Fermer for pump operation and maintenance including personnel expenses of operators. Therefore, irrigation facilities are not managed properly, causing a large amount of irrigation loss.

There seems large potential for the agriculture sector in Uzbekistan to stabilize and be enhanced in the future, if the effective use of highly restricted water resources would be realized.

(2) Policies and Plans

While agricultural workers are on a downward trend in recent years, there are many migrant workers to neighboring countries. The government is promoting conversion of cotton / wheat cultivation to crops such as vegetables and fruits, which are traded at high prices, by improving productivity through the modernization of the agricultural facilities and equipment and increasing exports to neighboring countries so as to bring back the number of migrant workers to the country.

"Uzbekistan's Development Strategy for 2017-2021" announced in 2017 sets out 5 principles, one of which "economic development and liberalization" states the position of the agricultural sector as a major industry and strategies for agricultural diversification and structural reform.

The reform of the agricultural sector has been one of major policies that is consistent

with the foreign investment promotion since the Karimov administration. The Presidential Decision (PP) 1758 dated October 21, 2012 required a submission of renewal list of the major agricultural machinery in five years and a selection of investment projects. Following this, Presidential Decree (PU) 4707 dated April 4, 2015 stated policies of prioritizing agriculture diversification, export promotion, introduction of energy conservation technology etc..

In keeping with those agricultural reform policies under the former administration, President Mirziyoyev has made the following presidential decrees and decisions related to the agricultural sector reform under the national strategy mentioned above.

Table 2-1 Recent Presidential Decision and Decree in Agriculture Sector

Numbers	Directions
UP-5120 Dated July 24,2017	Measures concerning the introduction of project management system
UP-5134 Dated August 4, 2017	Action improvement measures of the Ministry of Agriculture and Water Resources
PP-3172 Dated August 4, 2017	Organization reform to further improve the activities of the Ministry of Agriculture and Water Resources
PP-3237 Dated August 23, 2017	Modernization of national procurement system
PP-3405 Dated November 5, 2017	National Development Plan on Agricultural Land Irrigation and Wastewater 2018 - 2019
PP-3379 Dated November 8, 2017	Measures for proper use of energy

Source : Study Team

In response to UP-5120 "Measures concerning the introduction of project management system", PP-3237 ordered a change of domestic procurement system of agricultural facilities including pumps. The old system of procurement called as Bilja (means exhibition), deciding procurement through negotiation in the exhibition held in November every year, changed to the new system depending on the scale of procurement amount shown below. The change bring devolution to each provincial department of Pumping Station, Energy and Communication (PSEC) under MARW.

Table 2-2 Procurement System

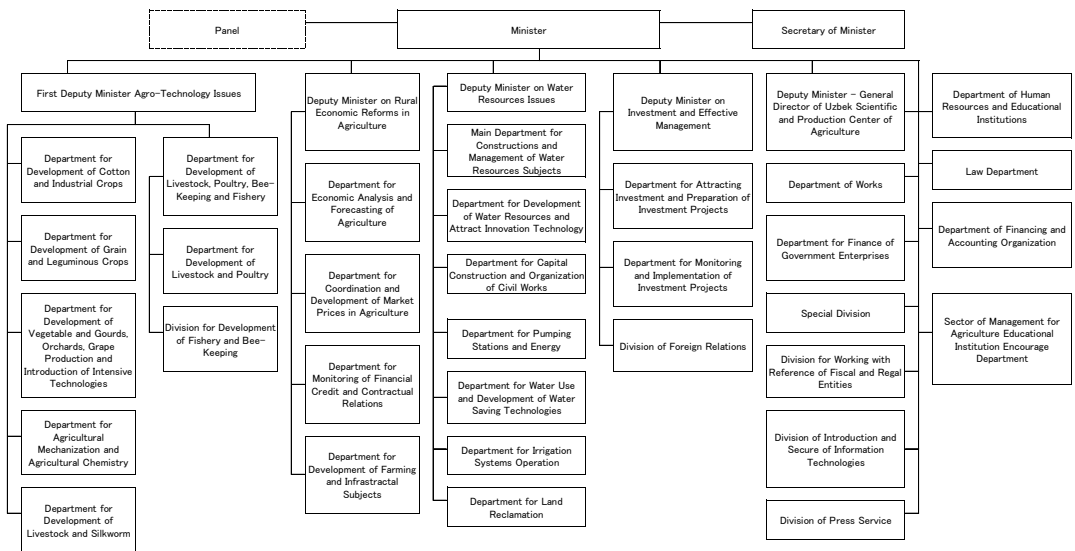
Order Scale	Procurement
Less than 1,000 USD	Provincial PSECs can order directly
From 1,000 USD to 100,000 USD	Single tendering
More than 100,000 USD	Open tendering

Source : Study Team

2-1-5 Conditions of Irrigation Pumps

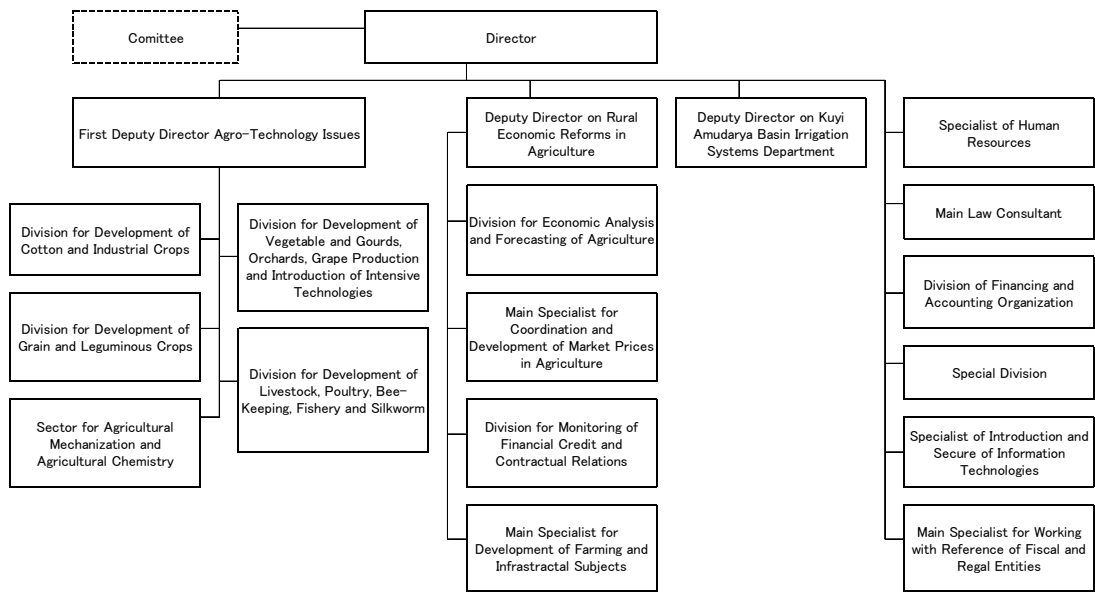
(1) Outline of MARW

MARW has jurisdiction over agricultural development in general, including construction and maintenance of irrigation facilities from intake from rivers to the agricultural field and technology development. The latest organization chart after issuance of PP - 3172 is shown below



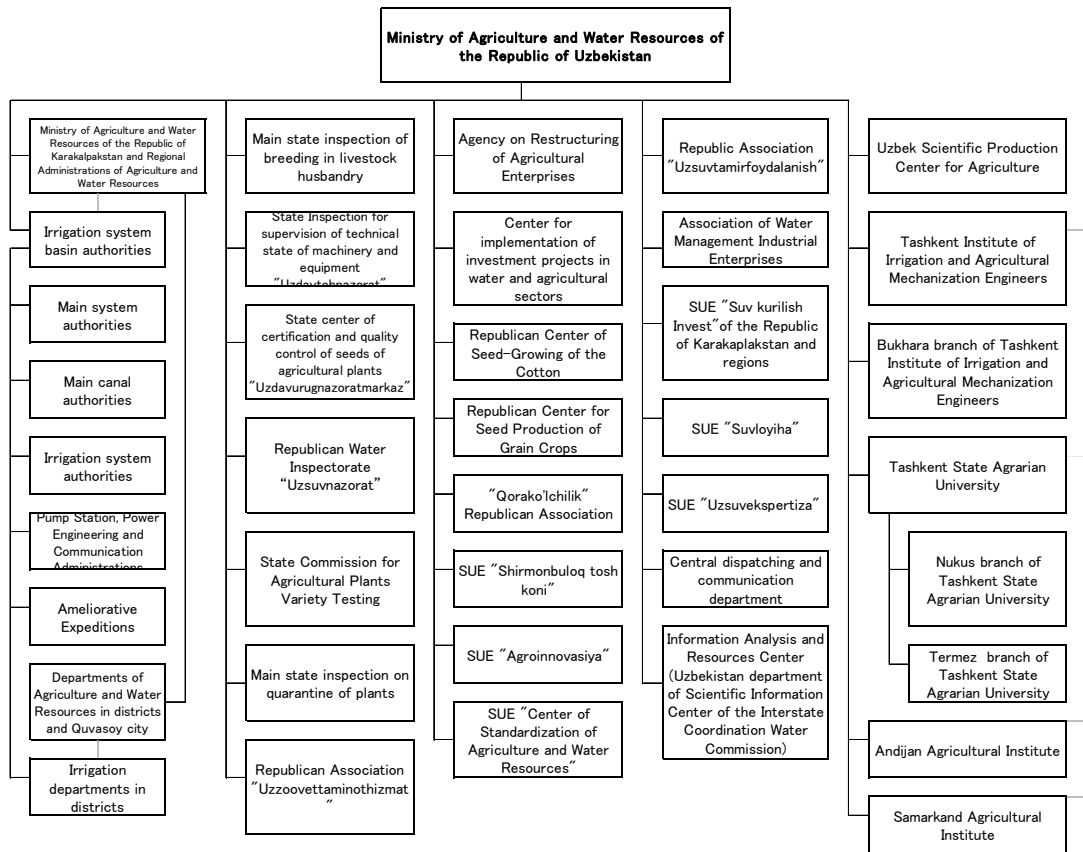
Source : MARW

Figure 2-3 Organization Chart of MARW



Source : MARW

Figure 2-4 Organization Chart of Provincial office of MARW



Source : MARW

Figure 2-5 Organization Chart of Affiliated Agencies of MARW

(2) Conditions and Issues of Irrigation Pump

A) Classification of Irrigation Pumps by Use

Application of irrigation pumps in Uzbekistan can be roughly classified by following three according to usage and administrator.

- Supply pump at intake from main river managed by MARW to fitting point to intakes of Farmer
- Field irrigation pump controlled by Farmer
- Drainage pump

(a) Supply pump at intake managed by MARW

The ISBA in each province under the MARW is responsible for management, procurement, operation and maintenance of a total of 4,997 irrigation pumps at approximately 1,500 pumping stations nationwide. The number of each type of irrigation pump is shown below.

Table 2-3 Numbers of Pumps under MARW by Type

Types	Numbers
Vertical Pump	283
Double Suction Centrifugal Pump	3,592
Multistage Pump	243
Others	829
Total	4,997

Source : MARW data in 2011



Source : Study Team

Figure 2-6 Typical Pumping Station of MARW

(b) Field irrigation pump controlled by Farmer

Fermer's cultivated area is as large as 100 ha and there are many fields with difference in level to where water supply by gravity cannot reach. Fermer operates pumps with relatively small size. Most Fermer owns and manages pumps themselves, but there are cases that water distribution staff in the union organization WCA (Water Consumers' Association) manage pumping stations that is relatively large scale. According to the size of their field, each Fermer share the costs for the personnel expenses of operators, electricity and repair expenses within the union.



Source : Study Team

Figure 2-7 Typical Pumping Station of Farmer

(c) Drainage Pump

MARW procured approximately 4,000 deep well water pumps annually in order to wash out salt seeping out from underground. Domestic manufacturer named SUVMUSH produces about 800 units annually, and others are import from China.

B) Problems of Irrigation Pump

The biggest challenge for MARW is the lack of budget for new procurement of relatively large-scale irrigation pumps, which have a great effect to improve agricultural productivity. The main cause of the lack of budget is a huge power consumption cost for irrigation pump that accounts for 80% of the annual budget of MARW.

Most of the existing pumps were installed during the former Soviet era, and have not been updated for many years. Those pumps have remarkably lower efficiency compared to modern products, and further declining due to aging. Most of pumping stations established in the 1970s and 1980s also become obsolete. Types of pumps were a few generations behind the ones in developed countries over the world. Materials at impeller and shaft, that was originally stainless steel, are downgraded to a cast iron due to difficulty in procuring stainless steel. Because those design are

old-fashioned, repair contributes little to power consumption reduction and irrigation water volume increase. According to PSEC officials in Tashkent, about 60% of the 134 pumping stations in the province need renovation.

In addition, since Armu Darya River and Cirdaliya River both contain hard silt in their water, the intake pumps have more wearing problem and the efficiency drops remarkably. There are many pumps requires a change of impeller twice a year.



Source : Study Team

Figure 2-8 Wearing Effect at Impeller

2-1-6 Situation of Domestic Pump Manufacturer and Repair Factory

MARW fully understands the issues and causes of high power consumption of irrigation pumps in the country as described earlier. Not only the lack of budget but also the lack of technical capability of domestic pump manufacturer are the bottlenecks of pump renewal.

We investigated major domestic pump manufacturers and repair factories, all of which have an intense influence remains from the former Soviet era. Some factories installed Chinese design system, though there is a big gap in terms of quality and technical strength compared to factories in Japan, Europe and the United States.

Table 2-4 Outline of Investigated Manufacturer and Repair Factory

Company Name	SUVMASH	SUVMAXSUVTA'MIR	NSO	SURHON Nasos Tamir
Type	Manufacturer	Repair Factory	Repair Factory	Repair Factory
Location	Tashkent	Tashkent	Samarkand	Termiz
Capital Ties	JV between Russian Company	Private	Affiliated company of PSEC Samarkand	National Government but managed independently
Facility	Casting	Casting -750 kg electric furnace	derelict	nil
Test Machine	Componential analysis machine	nil	nil	—
Processing Machine	Milling machine	nil	nil	Milling machine

Source : Study Team

2-2 Other ODA Projects

Although MARW carries out urgent repair and small-scale replacement of irrigation

pumps by their own budget, replacement of large-scale pumping facilities are dependent on funds from foreign donors. MARW prepares pumping station list with high refurbishment needs based on the assumed loan scale. As one of them, JICA's co-financing project in Ambukhara with the Asian Development Bank (ADB) is in progress, and similar projects has been implemented by ADB, the World Bank (WB), the Islamic Development Bank (IsDB), etc.

Under such circumstances, the former President Karimov signed on the MOU with China in the Shanghai Cooperation Organization summit held in Tashkent in 2015. Based on this, the list of nine pumping site refurbishment projects (about 200 pumping stations and about 1,000 pumps) was prepared and passed from Uzbekistan to the Chinese side.

Chapter 3 Activities and their Outputs

3-1 Pump Installation and Demonstration

3-1-1 Outline of Soilik 1 Pumping Station

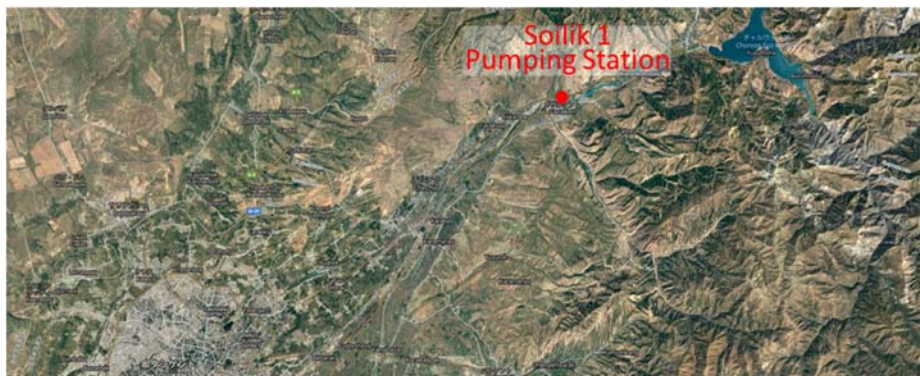
Consulted with Uzbekistan authorities, the following three candidate pumping stations were presented for an installation and conducting demonstration in this program.

Table 3-1 Candidate Pumping Station for Demonstration Site

Nama	Model of Pump	Unit Number	Lifted Water Amount (m ³ /sec)	Lifting Height (m)	Rotating Speed (rpm)	Motor Power (kW)	Establish Year
Tashkent Pumping Station	300D90	2 Units	0.30	28	960	160	1981
	200D90	1 Unit	0.17	28	960	75	
Quizir Sharshake Pumping Station	350D90	3 Units	0.25	32	960	132	1975
Soilik 1 Pumping Station	14D6	4 Units	0.25	64	960	250	1975
	20NDN	2 Units	0.96	64	960	800	

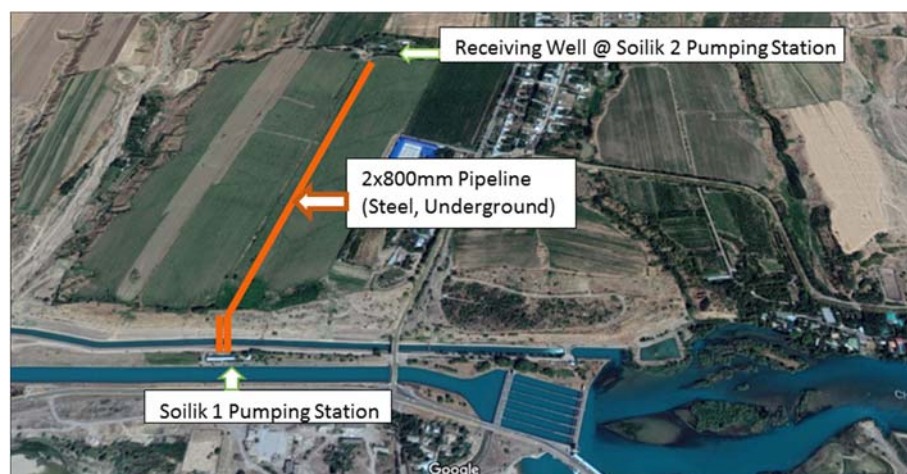
Source : Study Team

We selected Soilik 1 Pumping Station located about 60 km northeast from the center of Tashkent, which has the most convenient access and good conditions of facilities.



Source : Study Team

Figure 3-1 Location of Soilik 1 Pumping Station



Source : Study Team

Figure 3-2 Facility Location of Soilik 1 Pumping Station

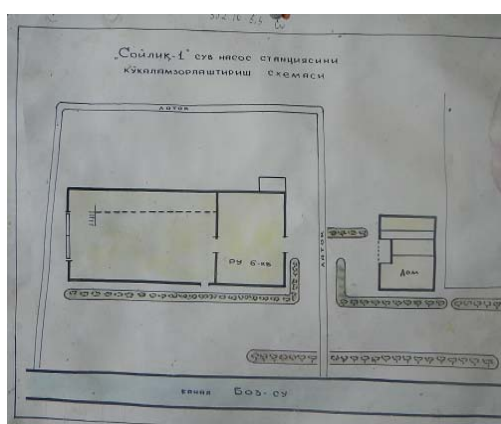
Soilik 1 pumping stations has four Bulgarian suction centrifugal pumps 14D6 (0.25m³/sec - 64m) and two 20 NDN (0.96m³/sec - 64m). Torishima CDM400 X 300EN from was installed in this program by replacing one of 14D61 model.

The power consumption of Soilik 1 pumping station in 2017 is as follows.

Table 3-2 Power Consumption and Bill at Soilik 1 in 2017

2017	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	
Electricity Charge (Sum)	2,858,697	1,928,145	1,928,145	2,858,697	37,366,094	97,214,034	
Power Consumption(kW)	14,967	10,095	10,095	14,967	195,634	508,947	
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	total
	137,066,096	130,215,508	81,545,119	40,637,722	56,589,670	15,001,953	605,209,880
	670,906	637,374	399,144	198,912	276,993	73,431	3,011,492

Source : PSEC Tashkent



Source : Study Team

Figure 3-3 Facility Layout Drawing of Soilik 1 Pumping Station

3-1-2 Installed and Equipped Products

Installed and equipped products in this program are the followings:

Table 3-3 Installed and Equipped Product in the Program

Product	Number
Double Suction Centrifugal Pump (CDM400x300EN)	1
Portable Ultrasonic Flowmeter (UFP-20)	1
Clamp On Power Logger (PW3360)	1
Pressure Gauge (sealed)	1
Compound Gauge (sealed)	1

Source : Study Team



Source : Study Team

Figure 3-4 Installed Pump



Source : Study Team

Figure 3-5 Portable Ultrasonic Flowmeter

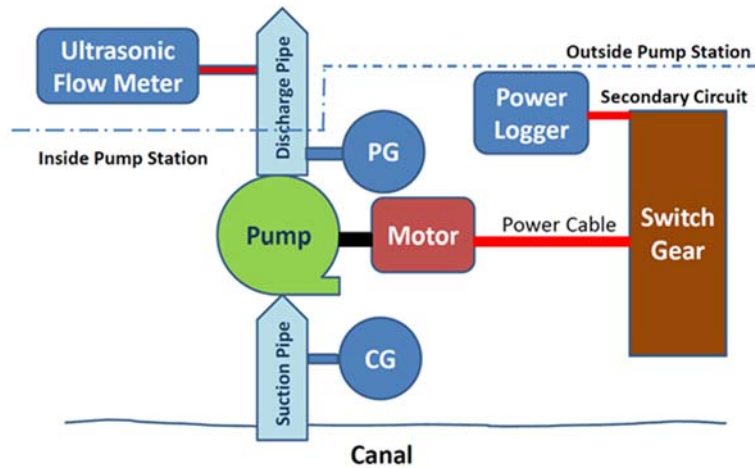


Source : Study Team

Figure 3-6 Clamp On Power Logger

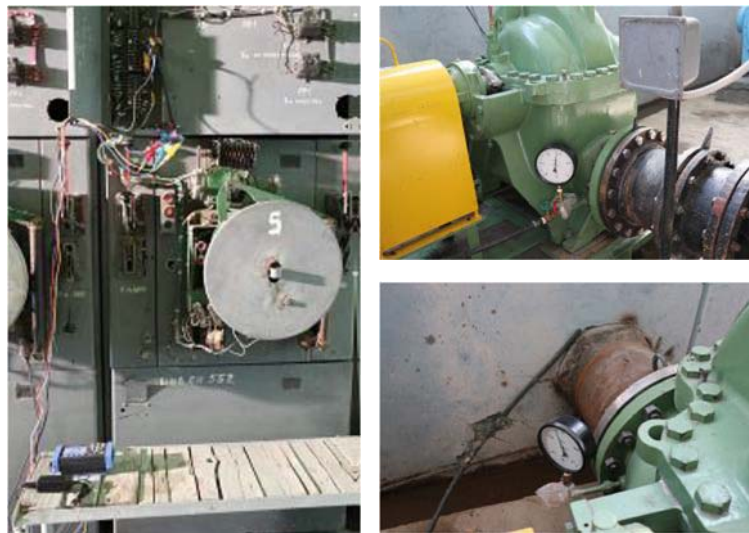
3-1-3 Demonstration

Confirming the discharging operation without problem, Study Team measured water volume, pressure and power during the demonstration conducted on January 13, 2018.



Source : Study Team

Figure 3-7 Measurement Points



Source : Study Team

Figure 3-8 Measurement Equipments

The following four modes of Torishima CDM 400 x 300 EN (Unit No. 5) and existing 14 D 6 (Unit No. 4 and 6) were the operation patterns in the demonstration.

- Single operation of Torishima CDM400x300EN (Unit No.5)
- Single operation of existing 14D6 (Unit No. 4)
- Parallel operation of existing 14D6 (Unit No. 4 and 6)
- Parallel operation of Tokonoshima CDM400x300EN (Unit No. 5) and existing 14D6 (Unit No. 4)

3-1-4 Result

In the demonstration test, the values with different amounts of discharge and water head of two existing pumps were measured as well, for the purpose of comparison to the Torishima CDM400x300EN.

Table 3-4 Demonstration Result

Types	Discharge (m ³ /h)	Head (m)	Power (kW)
Torishima CDM400x300EN	1,145	58.9	255.6
existing 14D6 (Unit No. 4)	870	55	226.2
Sum of existing 14D6 Unit No. 4 and No. 6	1,550	55	452.4
Sum of Torishima CDM400x300EN and existing 14D6 Unit No. 6	2,000	59.5	481.8

Source : Study Team

When converting to the same discharge amount, it is calculated that Torishima CDM400x300EN reduces the power consumption by about 30% compared with the existing pump. Also, it turned out that water was over-lifted by two existing pumps in the past, judging from the required water amount and actual water flow measurement records. Using the measured value of 255.6 kW of Torishima pump and 452.4 kW of the total of existing pump No. 4 and No. 6, energy saving amounts to approximately 200 kW, converted to 3,000 USD annually, supposed 5 months operation a year. On the contrary, when using the same amount of electricity, Torishima pump can lift about 30 % more than existing two pumps.

3-1-5 Technology Transfer

Engineer staffs in PSEC Tashkent gained the understandings of an importance on the accuracy of levelling and centering of axis for keeping the service life longer.

Regarding the measuring instruments, we transferred the technology on the OJT basis during the demonstration and reviewing lecture at the PSEC office in Tashkent.



Source : Study Team

Figure 3-9 On-Site Measurement



Source : Study Team

Figure 3-10 Technology Transfer

3-2 Invitation to Japan

In November 2016, following members from MARW visited Japan to deepen the understanding of high efficiency pump, LCC concept, importance of guidelines and specifications and quality management of Japanese manufacturing system.

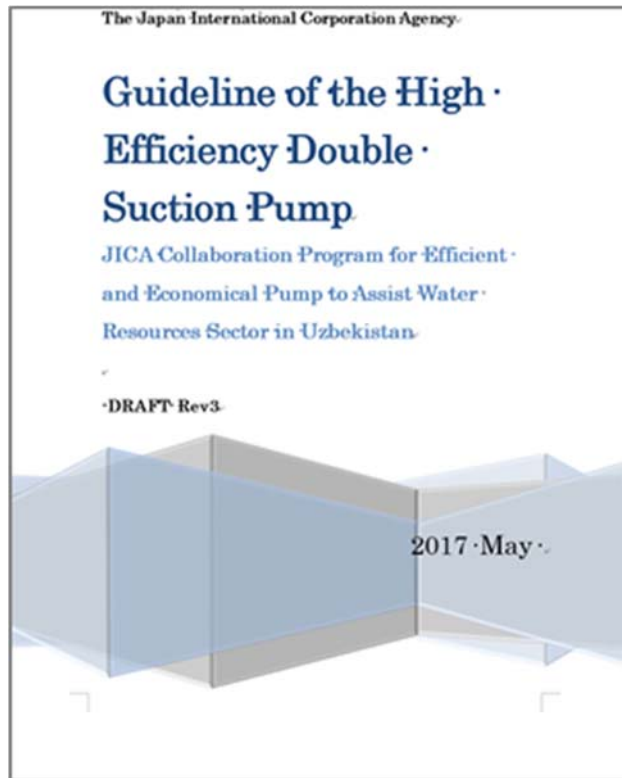
Mr. ASADOV Umar:	Chairman, Water Resources Industries Enterprise Association
Mr. FAZILOV Rustam	Head of Pumping stations operations, Energy & Communication Administration under Chirchik-Akhangaran Basin Irrigation System Administration
Mr. ALIMOV Botir	Head of Amu-Surkhan Basin Irrigation System Administration

Many of the engineers in Uzbekistan studied old technologies of the former Soviet era, so it was an opportunity to learn various advanced and diverse technologies in Japan.

3-3 Guidelines to Introduce High Efficiency Pump

Almost no guidelines and technical standards of pump manufacturing, installation, operation and maintenance in Uzbekistan. The State Committee of Architecture and Construction issued technical standards (CMK 2.06.03 - 97) including irrigation pumps, but there are only a few pages of description about pumps. Even the bidding specifications of irrigation pump projects funded by international donors requires lower qualification and technical specifications are general, so that a wide range of manufacturers can participate in the bidding.

Considering such circumstances, we prepared and submitted draft guidelines and specifications to MARW, referring to Japanese technical standards and bidding documents of JICA's past projects in other countries.



Source : Study Team

Figure 3-11 Cover of Guideline

【TOR of the guideline】

- I. High Efficiency Pump - Ideal Hydraulic Design Pump
- II. Pump Performance Curve
- III. Selection of Pump Appropriate to the Pumping System
- IV. Design Requirement
- V. Pump Construction and Material
- VI. Pump Inspection
- VII. Selection of the Pump manufacturer
- VIII. 25 years' Design Life and Safety Operation
- IX. Life Cycle Cost and Maintenance (Keeping Pump Efficiency during Life Cycle)
- X. Evaluation Criteria

3-4 Seminar

We held a seminar at the MARW on January 15, 2018.

<p>Seminar for High Efficiency Pump and Saving of Life Cycle Cost</p> <p>JICA Collaboration Program for Efficient and Economical Pump to Assist Water Resources Sector in Uzbekistan</p> <p>15th January 2018</p> <p>Ministry of Agriculture and Water Resources and Torishima Pump Mfg., Co. Ltd.</p>	<p>Program</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Key Note Speech 2. Introduction of Torishima 3. Demonstration Test Result 4. Guideline of the High Efficiency Pump 5. Installation of Pump 6. Torishima Service Proposal 7. Rehabilitation of Humson Pump Station 8. Presentation of YHC Tashkent 9. Presentation of Water Resources Industries Enterprise Association 10. Speech of the Ministry 11. Ending Speech
--	--

Source : Study Team

Figure 3-12 Program of Seminar

A total of 16 attendants from MARW Deputy Minister, Water Resources Industry Association, PSEC Tashkent, Agricultural Irrigation University, Agricultural Technical Institute participated.



Source : Study Team

Figure 3-13 Seminar

Chapter 4 **Output of the Program**

4-1 **Outputs, Challenges and Their Countermeasures in Business Promotion Aspect**

Demonstration of installed pump in Soilik 1 pumping station brought approximately 30% reduction of power consumption compared with existing pump. Although that reduction rate cannot apply to the conversion to the practical operation of all the pumps to be replaced over the country because the pump operates according to the necessary discharge amount, if all the existing pumps are replaced with the high efficiency pump, it is estimated that cost reduction effect reaches approximately 100 million USD annually. This effect could contribute indirectly to improve agricultural productivity as such reduced cost could be used for other agriculture revitalization measures.

In order to promote an introduction of high efficiency pump on a business-oriented approach, we investigated and clarified the followings in the program:

- Deterioration situation of irrigation pump in Uzbekistan, and mechanism of replacement and repair
- Clear needs for high efficiency of existing pumps
- Barriers to realization of pump efficiency improvement

In order to realize the business promotion in irrigation pump market of Uzbekistan, we need to pursue the establishment of business formation by acquiring data on the reduction of electricity charges in Soilik 1 on a yearly basis and collaborating with local entities.

Table 4-1 Outputs, Remaining Issue and Measures of the Program

#	Activity	Visit						Achievement status and evaluation	Remaining Issues and Counteractions	
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th			
1	Investigate needs and marketability							Completed	<ul style="list-style-type: none"> • Confirm the entire national budget of irrigation pumps, current procurement system • Confirm contents of market reform such as presidential decision 	
2	Understand operation and maintenance conditions of pumping station on-site							Completed	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding of driving situation by investigation of existing pumping stations • Farmer management pumping station operation hearing 	
3	Promoting MARW's understanding of high efficiency pump technology							Completed	<ul style="list-style-type: none"> • Drafting Guidelines and Specifications • Holding Seminar 	
4	Technology transfer							Issue Remained	<ul style="list-style-type: none"> • Technology Transfer on an OJT basis 	<ul style="list-style-type: none"> • Annual data monitoring of high efficiency pump introduced in Soilik 1 until December 2018
5	Plan a business formation							Issue Remained	<ul style="list-style-type: none"> • Investigation of manufacturers / repair factories • Prioritization as a collaboration candidate 	<ul style="list-style-type: none"> • Determination of candidate enterprises for service business cooperation until October 2018, conclude MOU

4-2 Orientation of Business Development

4-2-1 Approach to the Market

The following 3 points could summarize the focal points in terms of needs in pump market in Uzbekistan.

- Increase in pumping volume with reducing total electricity consumption
- Measures on wear-resistant material of the pump
- Promotion of introduction of the latest technology through foreign donors

Uzbekistan aims to increase the number of Fermer for promoting agriculture. It is essential to increase the amount of irrigation water as well as reducing electricity costs. Therefore, the most important issue is a promotion of efficiency pump introduction in the country.

Considering that not all the reduction amount of electricity cost could be allocated to pump renewal in the following year by MARW as it requires a large amount of budget, it is realistic to start the business from maintenance service rather than pump replacement.

Many irrigation water depends on the Amu Darya River and the Syr Darya River that contain much silt in the water. The pumps installed in the former Soviet era has a

severe aging deterioration, and repair work for those old pumps is limited to a temporal replacement of the broken parts. In connection with the change of public procurement system, the irrigation pump market is expected to change towards demanding better quality and service-oriented.

As a business, in the meantime, an establishment of business relationships with local companies for a maintenance service business is required, then it is expected to fully participate in the market of replacement by high-efficiency pumps over the medium to long term. From the viewpoint of private business, it is necessary for the replacement demand to be of sufficient market size. As MARW's budget size is far from satisfactory, many irrigation pump refurbishment projects with large-scale by international donors need to adopt high-efficiency pumps procured from developed countries like Japan, so that the replacement market expand largely in future. When the high efficiency pump are installed more under the projects by international donors, maintenance service business for those pumps will expand, which makes more acceptable for private company to invest in such market with lower risks.

4-2-2 Expecting Business Model

Torishima Pump Mfg. Co., Ltd assumes business development by two strategies: maintenance service business by changing parts and function regeneration, and business of new pump supply together with pumping station facilities.

① Maintenance Service

Participation in the service market with the aim of improving the performance and durability of existing pumps, centering on ReDu® (Re-Engineering and Design-Up) and coating technology

② New Pump Supply

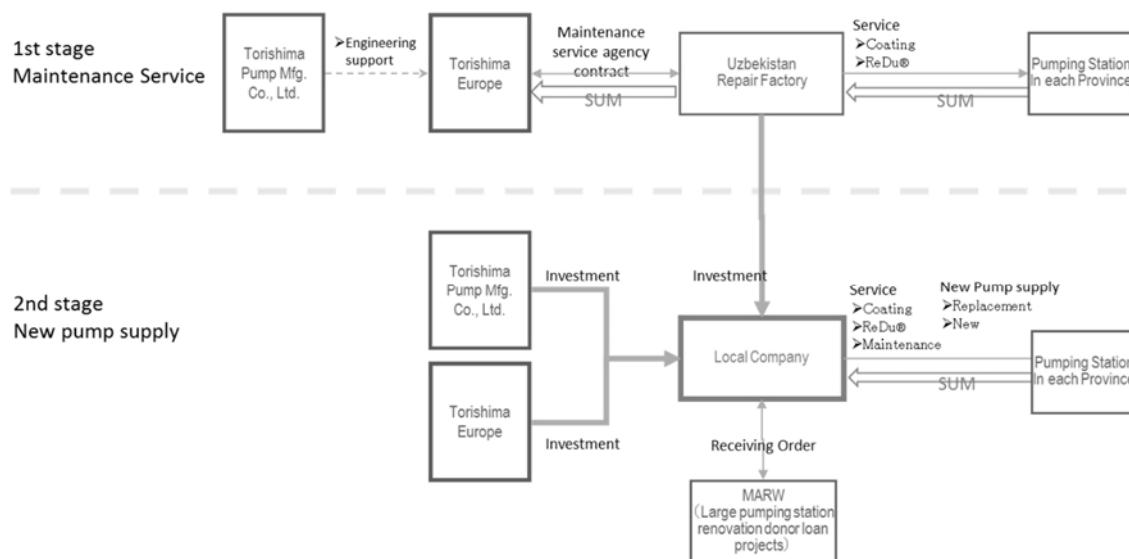
Participating in bidding for foreign donor projects, along with making efforts to promote high-efficiency pump guidelines and specifications prepared in the program

It seems advantageous to provide different services from existing domestic manufacturers and repair factories in Uzbekistan by applying remedial technologies such as improvement of fluid design, painting and coating, etc. Those services requires little investment to provide and are able to start to provide quickly if having cooperative ties with local company.

The steps to expand the business is divided by 3 phases; finding and making contract with local partner, starting maintenance service, and exploring new pump supply service. Decision on whether investing on an establishment of manufacturing

factory or not, and its timing, depend on the extent of business growth in terms of sales and numbers of business promotion channel gained.

The expecting business model corresponding to the business expansion steps is shown below.



Source : Study Team

Figure 4-1 Expecting Business Model

4-2-3 The Marketability of Fermer's Pumps

Fermer's pumping facilities is not managed by MARW but by Fermer's association operated by charge shared evenly by Fermers. However, the conditions and situation of their pumps are similar to that managed by MARW. Although the Fermer owned pumps are relatively small size, from the service business point of view, it will be an opportunity for expanding the service business market.

Chapter 5 Collaboration with other ODA Project in Future

5-1 Possibility of Grant and Loan Project

In spite of a large demand for renewal and refurbishment of pump stations in Uzbekistan, Due to the limitation of MARW's budget, it depends on state budget or foreign donors for a large scale irrigation pump renewal project. Until now, numbers of international and bilateral donors including ADB, WB, IsDB and JICA have been working on pump repair projects. Meanwhile, Uzbekistan made agreement with China in 2016 to implement nine pumping station renewal projects, counting a total of approximately 1,000 pump exchanges, at the Shanghai Cooperation Organization in Tashkent in 2016, though its progress seems not as expected. MARW considers that it is difficult to request a new ODA loan at this timing, as the progress of those projects based on MOU with China are still uncertain.

However, there exists numbers of other potential renewal projects listed by MARW. The current administration launched a policy for promoting pump renewal projects implemented by domestic funds in accordance with the agricultural modernization plan 2018 - 2019, and a 2 - year implementation plan by MARW was approved by Presidential Decree PP 3405. National budget allocation to an implementation plan is expected.

In such circumstances, grant project through Japanese ODA has a high expectation if pumping stations listed by MARW has status of most urgent priority, as well as needs for high efficiency pump. The implementation of such Japanese grant projects would assist in promoting Japanese high efficiency pump since Uzbekistan would gain more understandings on an effectiveness of those pumps by gathering much monitoring data of water flow and power consumption. In the future, it is expected to receive a request from Uzbekistan to Japan for ODA loan project, depending on the progress of Chinese 9 pumping station renewal projects and future trend on foreign policy in Uzbekistan.

5-2 Cross-Sector Project

Apart from the issue of high efficiency pump promotion, agriculture in Uzbekistan faces to farmland salt problem. This become more serious issue particularly in Karakalpakstan, Bukhara, Navoi, Syrdarya, etc. where rainfall is scarce.

Uzbekistan has promoted agriculture as a part of policy to domestic return of migrant workers. Countermeasures against farmland salt problem has a great social impact. From this point of view, the study-type project to investigate urgency and priority of pumping station renewal and formulate a renewal plan, considering regional distribution of salt damage in addition to the efficiency of the existing pumping station, seems also effective for the country.

ATTACHMENT

1. Guideline for High Efficiency Pump Facilitation

Японское Агентство по Международному
Сотрудничеству (JICA)

Руководящие указания

для

высокоэффективного

насоса с двойным

всасыванием

Программа сотрудничества JICA по
эффективному и экономичному насосу для
содействия водохозяйственному сектору в
Узбекистане

Ред.4

Январь 2018 г.

Руководящие указания для высокоэффективного насоса

Введение

Насосы – это машины для обильного рассеивания энергии. Сообщают, что в Японии насосы потребляют 30% вырабатываемой электроэнергии. Министерство сельского и водного хозяйства эксплуатирует примерно 5 000 ирригационных насосов. Важным вопросом является снижение энергопотребления насосами.

Таким образом, важным является применение высокоэффективного насоса для снижения эксплуатационных расходов на нагнетание насосов.

На Рис.1 показано общее энергопотребление в Японии, а на Рис.2 показано соотношение первоначальных инвестиций и эксплуатационных расходов к

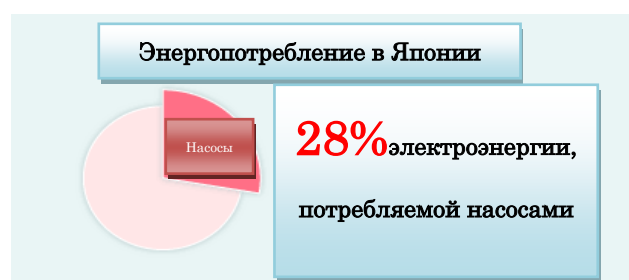


Рис. 1 Энергия, потребляемая насосом

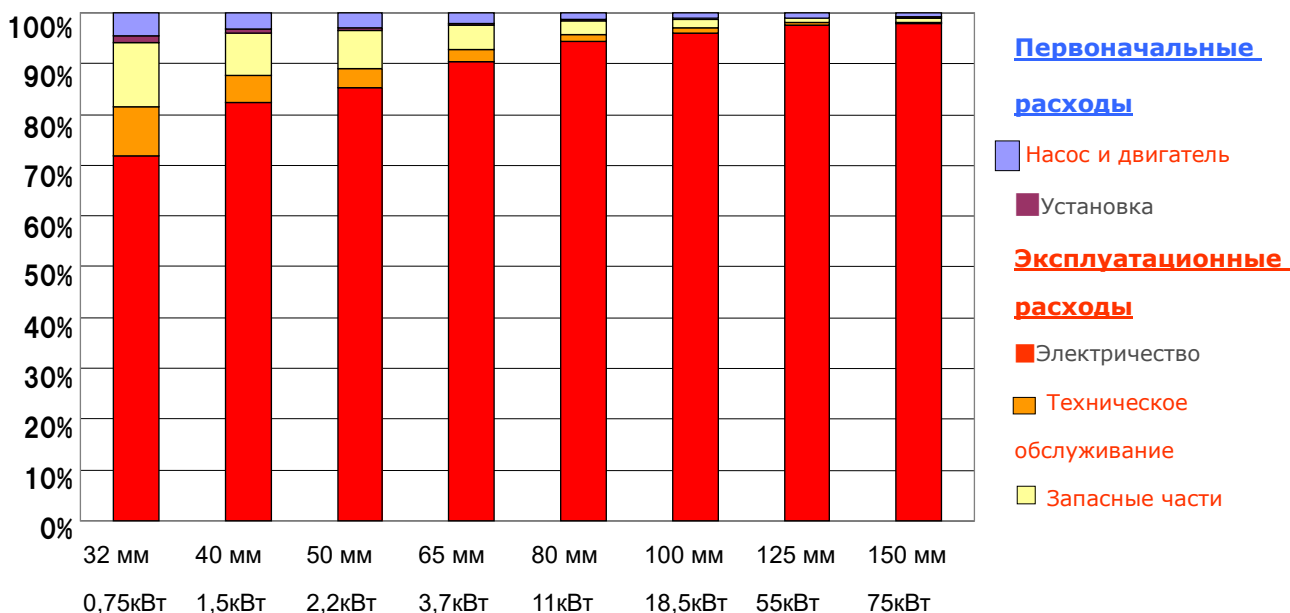


Рис. 2 Совокупные расходы насосов в течение 15 лет в Японии

Расходы на электричество, как показано в красной колонке на Рис. 2, охватывают свыше 90% от совокупных расходов в течение 15 лет, включая первоначальные инвестиционные расходы. Это означает, что снижение

потребления электроэнергии посредством применения высокоэффективного насоса является весьма эффективным для снижения совокупных расходов на орошение нагнетанием воды.

Насосы и вспомогательное оборудование являются объектами долгосрочной эксплуатации инфраструктуры, эксплуатируются на протяжении многих лет и сохраняют свою производительность при надлежащей эксплуатации и техническом обслуживании. Являясь основным оборудованием объектов при 25-и летнем расчётном сроке службы, насос должен иметь прочную конструкцию с правильным выбором материала и хорошей эффективностью.

Насос выбирается с учетом расходов на эксплуатацию и техническое обслуживание, а также первоначальных инвестиционных расходов. Насосы должны соответствовать кривым насосной системы трубопровода для получения высокой эффективности в течение многих лет.

Эксплуатация и техническое обслуживание являются ключевыми аспектами длительной работы насосного оборудования.

Для снижения энергопотребления насоса, должна предусматриваться проверка следующих областей.

- I. Высокоэффективный насос – Идеальный гидравлический расчет насоса
- II. Эксплуатационная характеристика насоса
- III. Выбор насоса для соответствия насосной системе
- IV. Расчетное требование
- V. Конструкция насоса и материал
- VI. Контроль насоса
- VII. Выбор производителя насоса
- VIII. 25-и летний расчётный срок службы и безопасная эксплуатация
- IX. Сохранение эффективности во время срока службы насоса –

Стоимость срока службы и техническое обслуживание

Х. Критерии оценки

I. Высокоэффективный насос – Идеальный гидравлический расчет насоса

Для повышения эффективности насоса, любые потери в насосе должны быть снижены для получения идеального равномерного потока нагнетаемой жидкости.

1. Потери в насосе

Рассматриваются следующие потери в насосе.

(1) Механические потери

Потери на трение, например на подшипниках и корпусах сальника, при вращении механических элементов

(2) Потери в отношении рабочего колеса

■ Трение диска

Потери на трение при вращении рабочего колеса в воде.

■ Потери на рециркуляцию

Потери в результате турбулентности и/или циркуляции воды в рабочем колесе. Могут наблюдаться на стороне малой подачи.

■ Гидравлические потери (Рабочее колесо)

Линия потока в рабочем колесе с разрывом от идеальной линии потока воды

(3) Потери в отношении корпуса

■ Потери на утечку

Потери на утечку при перепаде давления и в корпусах сальника

■ Гидравлические потери (Корпус)

Линия потока в корпусе с разрывом от идеальной линии потока воды

Для улучшения эффективности насоса, CFD (Компьютерный расчет потока) и FEM (Метод конечного элемента) повсеместно и широко применяются в исследованиях и разработках для получения идеального потока в насосах. Стандартные методы моделирования для демонстрации линии потока в насосах занимает много времени, в отличие от автоматизированных методов. Благодаря этой последней технологии, эффективность насоса значительно улучшилась.

2. Методы снижения потерь на трение

Рассматриваются следующие меры.

(1) Механические потери

(a) Потери на трение в подшипниках

Существуют антифрикционные подшипники, такие как шариковые или роликовые подшипники, и подшипники скольжения. По мере возможности, должны быть выбраны соответствующие антифрикционные подшипники для уменьшения трения.

Выбор подшипников осуществляется на основании PV -значения, которое рассчитывается исходя из давления в подшипнике и окружной скорости. Таким образом, PV -значение DN может быть снижено, если диаметр вала будет маленьким.

i) Теоретически, радиальное давление становится 0 в точке оптимального КПД (ВЕР), однако радиальное давление увеличивается, если оно выходит за ВЕР.

Условия нагрузки должны быть включены в конструкцию вала.

ii) Диаметр вала может быть уменьшен, если длина вала насоса может быть укорочена компактной конструкцией насоса.

(b) Потери в корпусе сальника

Имеются сальниковые набивки и механические уплотнения для герметизации корпусов сальников.

Механические уплотнения имеют преимущество перед сальниковыми набивками при уменьшении потерь на трение. Тем не менее, должно предусматриваться оборудование для технического обслуживания и возможность поставки запасных частей.

(2) Потери на утечку

(a) Наблюдаются утечки в насосах со стороны высокого давления (сторона нагнетания рабочего колеса) до стороны низкого давления (сторона всасывания рабочего колеса).

Для уменьшения потерь на утечку на компенсационных кольцах, необходимо как можно больше уменьшить зазор, но без воздействия на металлические части, во избежание крупной неисправности.

Минимальные зазоры на компенсационных кольцах вращающихся

деталей показаны в Таблице 1.

Таблица 1 Минимальные зазоры компенсационных колец

Диаметр вращающих ся деталей (мм)	Минимал ьный зазор в диаметре (мм)	Диаметр вращающи хся деталей (мм)	Диаметр вращающих ся деталей (мм)	Минималь ный зазор в диаметре (мм)	Диаметр вращающ ихся деталей (мм)
~50	0.25	200~224.99	0.50	450~474.99	0.75
50~64.99	0.28	225~249.99	0.53	475~499.99	0.78
65~79.99	0.30	250~274.99	0.55	500~524.99	0.80
80~89.99	0.33	275~299.99	0.58	525~549.99	0.83
90~99.99	0.35	300~324.99	0.60	550~574.99	0.85
100~114.99	0.38	325~349.99	0.63	575~599.99	0.88
115~124.99	0.40	350~374.99	0.65	600~624.99	0.90
125~149.99	0.43	375~399.99	0.68	625~649.99	0.95
150~174.99	0.45	400~424.99	0.70		
175~199.99	0.48	425~449.99	0.73		
Свыше 649,99 мм, минимальный зазор составляет 1,0 мм, и дополнительный 1мм через каждые 0,95 мм.					

API610 11-е Издание

Наименьший зазор способствует высокой эффективности, однако риск возникновения неисправности становится больше.

Минимальный зазор должен быть точно указан в требовании и/или технических условиях тендера.

- (b) Необходимо рассмотреть утечку между наружной поверхностью компенсационного кольца корпуса и корпусом. Как только происходит такое явление, утечка увеличивается во время эксплуатации. Для предотвращения этого, на компенсационных кольцах корпуса должен быть фланец или обод по всему наружному диаметру.
- (c) Утечка также должна рассматриваться в ближайших точках к кольцам корпуса на сопрягаемой поверхности верхней части и нижней части корпуса. После нескольких лет эксплуатации, наблюдается значительный износ, а эффективность насоса становится ниже в случае применения абразивной жидкости. Таким

образом, уплотнения сопрягаемой поверхности должны тщательно предусматриваться без утечек. Уплотнительная лента(ы) в канавках сопрягаемых поверхностей должна предусматриваться поверх насосов 600 мм для получения наибольшего эффекта уплотнения. При необходимости, поблизости от колец корпуса должны предусматриваться дополнительные болты.

(3) Потери, вызванные рабочим колесом

Производительность и эффективность насоса определяются по типу рабочего колеса.

(a) Трение диска

В последние годы, для улучшения эффективности принимается тенденция маленького рабочего колеса. Преимуществами маленького рабочего колеса являются: компактный и легковесный насос, высокая эффективность и пониженный напор при закрытой задвижке, при плавной кривой Напора-Подачи на характеристических кривых насоса.

Механическая обработка наружных поверхностей рабочего колеса должна применяться до менее чем 6 Ra (μm) для получения гладкой поверхности.

(b) Потери от рециркуляции

Поток или воронка от рециркуляции в рабочем колесе является препятствием для идеальной линии потока, которое вызывает снижение эффективности насоса.

Анализ CFD (Вычислительная гидродинамика) является решением для уменьшения или предотвращения потерь.

(c) Потери, вызванные шероховатостью поверхности

Шероховатость поверхностей, контактирующих с жидкостью, оказывает большое влияние на эффективность насоса. Ровная шероховатость поверхности снижает показатели низкой эффективности насоса.

Мерами противодействия являются:

- i) Улучшение точности и технологии отливки
- ii) Выбор материала, обладающего хорошей способностью текучести отливки
- iii) Применение механической обработки и кожного полировального круга для поверхности рабочего колеса
- iv) Применение покрытия

(d) Гидравлические потери

Показатели точности анализа вычислительной гидродинамики улучшаются и широко используются, вместо анализа модели насоса. Из существующих моделей производителя, должна выбираться наилучшая модель рабочего колеса с похожей быстроходностью, с учетом точки оптимального КПД, производительности всасывания ($NPSH_{ср.и}$ $NPSH_3 - NPSH$ - Высота столба жидкости на всасывающей стороне насоса), и полного эксплуатационного диапазона насоса.

(4) Потери, вызванные корпусом

Анализ гидравлических потерь корпуса выполняется посредством анализа вычислительной гидродинамики, как и для рабочего колеса. Корпус должен быть сконструирован и выбран таким образом, чтобы он соответствовал рабочему колесу.

Важным аспектом является отливка корпуса. То же самое относится к пункту (3)(с) выше.

Шероховатость поверхности корпуса должна составлять менее $12.5Ra$ (μm), а покрытие должно применяться в точке соприкосновения с абразивной жидкостью.

3. Быстроходность (NS) и эффективность насоса

(1) Насосы имеют ту же склонность в случае симметричных фигур.

Аналогичные быстроходные насосы (N_s) имеют ту же склонность.

Быстроходность (N_s) представлена следующим уравнением.

$$N_s = n \sqrt{Q} / H^{3/4}$$

Где n : Скорость (об/мин, мин⁻¹)

Q : Подача (м³/мин)

H : Общий напор (м)

(2) При аналогичном значении быстроходности, применяются следующие уравнения

Коэффициент подачи $Q'/Q = n'/n(D'/D)^3$

Коэффициент общего напора $H'/H = (n'/n)^2(D'/D)^2$

Коэффициент мощности на валу

$$P'/P = Q'H' \eta_p / QH \eta_p' = (n'/n)^3(D'/D)^5(\eta_p / \eta_p')$$

Где P : Мощность на валу в лошадиных силах

η_p : Эффективность насоса

D; Представительный размер (т.е. наружный диаметр рабочего колеса)

- (3) Необходимо подтвердить наличие у производителя подтвержденной аналогичной Ns модели для оценки производительности, предлагаемой в тендере. Сравнение между данными в предложении и данными аналогичного Ns насоса, имеет силу для отчетности производителя.

4. Эффективность насоса

- (1) Показатели эффективности насоса изменяются, в зависимости от подачи и быстроходности (Ns)

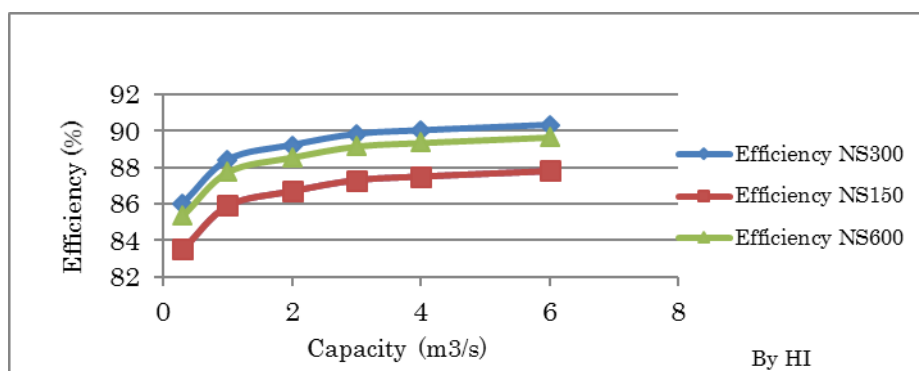


Рис. 3 Эффективность насоса, по сравнению с подачей и быстроходностью

Efficiency (%)	Эффективность (%)
Capacity (m3/s)	Подача (м3/с)

- (2) Вышеуказанные данные продемонстрированы в Институте Гидравлики и рассматриваются как минимальные показатели.
- (3) Исходя из вышеприведенного, предусматриваются минимальные показатели эффективности в точке оптимального КПД (расчётная точка ВЕР) в Таблице 2.

Таблица 2 Эффективность насоса, по сравнению с подачей и быстроходностью

Подача (м3/с)	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	5,0
Ns 150	80%	82%	84%	-	-	-	-	
Ns 300	85%	87%	89%	90%	90%	91%	91%	91%
NS 600	-	-	86%	87%	87%	88%	88%	88%

II. Эксплуатационная характеристика насоса

Должны выбираться такие насосы, которые находятся в пределах эксплуатационного диапазона без кавитации, избыточного шума, вибрации и перегрузки.

Насосы должны быть выполнены с возможностью непрерывной работы от минимального расхода до требуемого максимального расхода.

На Рис. 4 показаны эксплуатационные характеристики насоса, представляющие Общий напор и Кривую подачи, Кривую эффективности, Кривую мощности на валу и кривую NPSH_{тр}.

- (1) Выбор ВЕР (точка оптимального КПД) должен быть как можно ближе к рабочей точке.
- (2) Выбор каждой нормальной рабочей точки предпочтительнее в пределах POR насоса (Предпочтительный эксплуатационный диапазон), но должен быть в пределах AOR насоса (Средний эксплуатационный диапазон).
- (3) Характеристики насоса должны быть стабильными при давлении нагнетания непрерывно со стороны напора при закрытой задвижке (при условии, что нагнетательный клапан закрыт)
- (4) Отсутствие перегрузки для всего эксплуатационного диапазона.
- (5) Как минимум, на 1 метр ниже NPSH₃ чем NPSH_{ср}. в пределах всего эксплуатационного диапазона, а также точки расхода.
- (6) Производитель насоса должен рассмотреть указанные минимальные скорости потока и посоветовать есть ли необходимость в системе утечки.

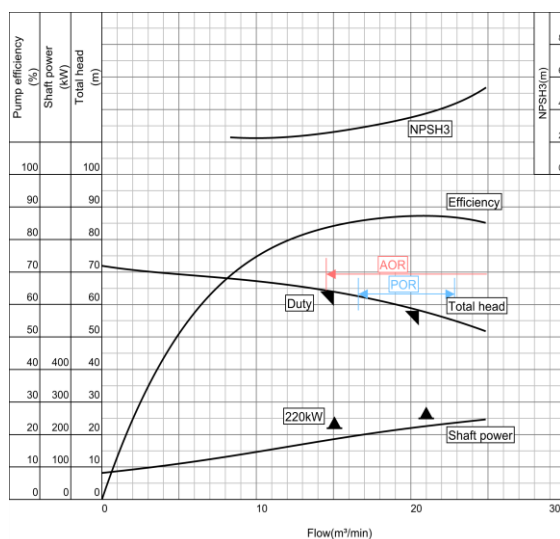


Рис. 4 Эксплуатационная характеристика насоса

III. Выбор насоса для соответствия насосной системе

Рабочие точки насоса определяются в зависимости от производительности насоса, кривой системы (кривая потерь) трубопровода (кривая трубопроводной системы), уровней воды на стороне всасывания и нагнетания. Потери на трение в трубопроводе увеличиваются при увеличении подачи насоса.

1. Рабочая точка

(1) Рабочая точка насоса определяется в точке пересечения на кривой «напор-подача» насоса и кривой трубопроводной системы, как показано на Рис. 4.1.

На Рис. 5.1 показаны 2 кривые системы, которые находятся в точке высшего фактического напора (верхняя кривая) и нижнего фактического напора (нижняя кривая), путем изменения уровней воды. Фактический напор меняется в зависимости от уровня воды (Фактическое колебание напора), эксплуатационный диапазон представлен в разделе “Изменение расхода”.

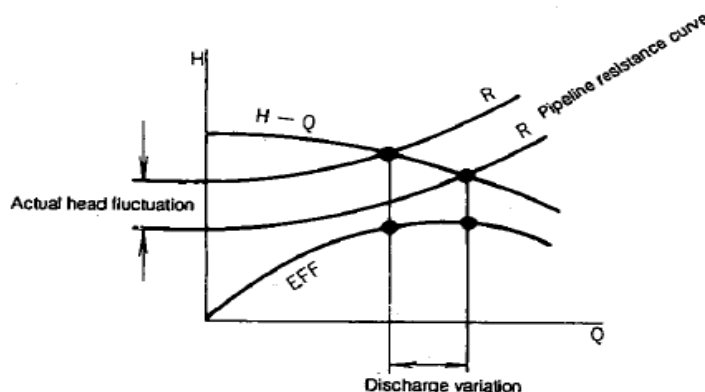


Рис. 5.1 Кривые системы и рабочие точки насоса

Actual head fluctuation	Фактическое колебание напора
Discharge variation	Изменение расхода
Pipeline resistance curve	Кривая сопротивления трубопровода

(2) Потери трубопровода увеличиваются при старении. Фактической линией является кривая потерь на трение новой трубы и пунктирная линия для старой трубы на Рис. 5.2.

Кривая H-Q фактической линии может достигать “Подачи Q”, однако для соответствия условиям старой трубы, насос должен выбираться из имеющейся пунктирной линии кривой H-Q. С учетом старения и выбираемых насосов с пунктирной линией, эксплуатационный диапазон должен соответствовать S_2 .

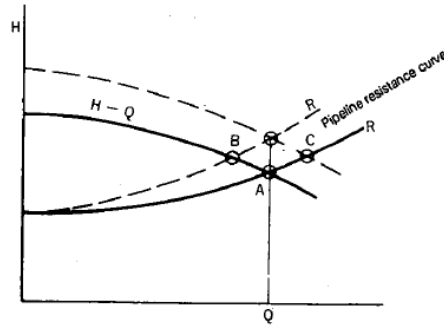


Рис. 5.2 Потери на трение и старая/новая труба

Pipeline resistance curve	Кривая сопротивления трубопровода
---------------------------	-----------------------------------

(3) Параллельная работа

Предыдущие 2 позиции в “1. Рабочие точки” предназначены для одиночной работы. Для случая параллельной работы насосов, применяется другая идея.

На Рис. 6.1 показан пример 3-х насосов с аналогичными эксплуатационными качествами на том же трубопроводе.

Кривые параллельной работы 3-х насосов получаются путем добавления подачи каждого насоса на том же напоре. Рабочие точки насоса находятся в точках пересечения кривой системы и кривой параллельной работы.

Одна рабочая точка расположена в A_2 , подобным образом, 2 рабочих точки расположены в B_2 , и 3 рабочих точки – в C_2 .

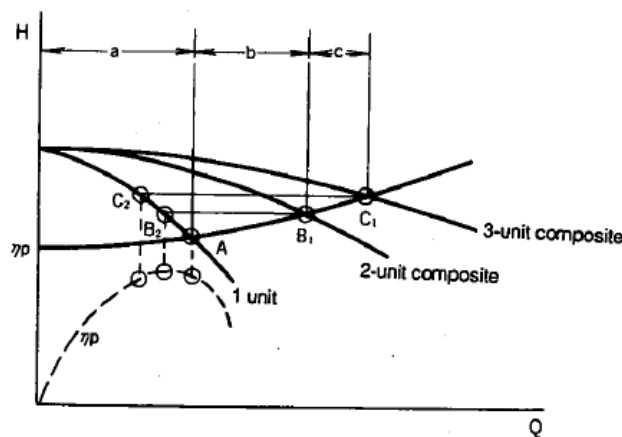


Рис. 6.1 Кривые параллельной работы

1 unit	1 блок
2-unit composite	2-х блочное соединение
3-unit composite	3-х блочное соединение

(4) Сочетание различных размеров насосов

На Рис. 6.2 показаны кривые параллельной работы при работе большого насоса и маленького насоса. Параллельную кривую можно получить путем добавления подачи маленького насоса к подаче большого насоса том же напоре.

Рабочие точки для параллельной работы большого и маленького насосов – это “А”, точка пересечения кривой параллельной работы и кривой системы. Рабочая точка большого насоса располагается на кривой Н-Q большого насоса аналогичного напора точки “А”, а маленького насоса – на кривой Н-Q маленького насоса аналогичного напора, как в “А”.

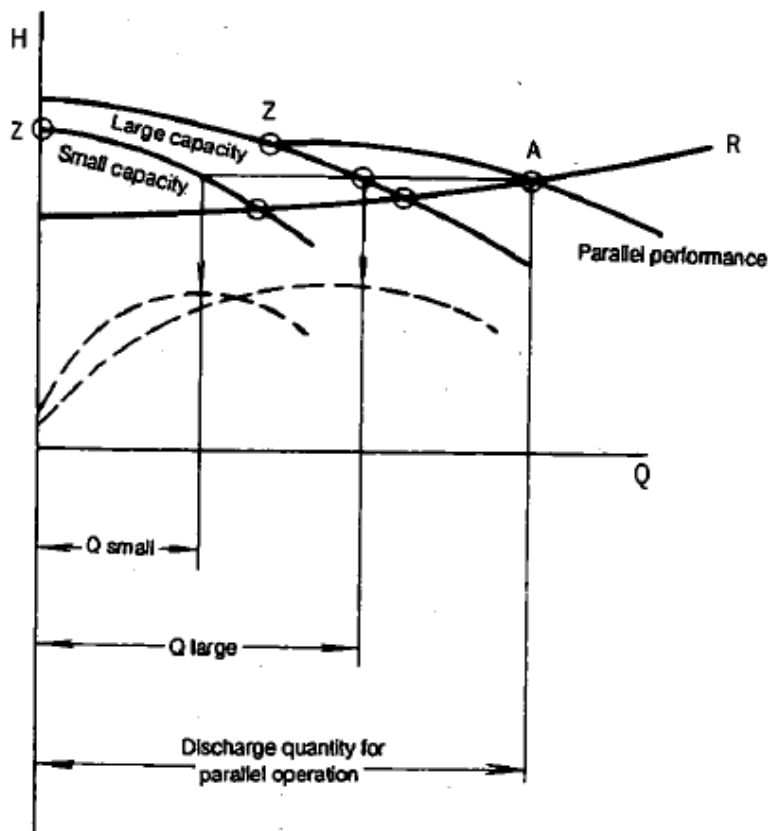


Рис. 6.2 Параллельная работа насосов с различной производительностью

Large capacity	Большая подача
Small capacity	Малая подача
Parallel performance	Параллельная работа
Qsmall	Qмалое
Qlarge	Qбольшое
Discharge quantity for parallel operation	Количество расхода для параллельной работы

(5) Оценка энергоэффективности насоса

Рабочие точки насоса изменяются, в зависимости от режимов работы. Для оценки тендерного предложения, лучше принять метод Взвешенного Среднего Коэффициента Полезного Действия (ВСКПД). Метод ВСКПД учитывается для часов работы и рабочих точек.

2. Гарантированная эффективность

Насос должен быть протестирован на испытательном стенде производителя насоса до поставки, для проверки соответствия необходимых характеристик, таких как подача, общий напор, эффективность, подводимая мощность к двигателю, вибрация, шум, повышение температуры, и т.д.

Заводской контроль является наиболее важным событием для оценки приемки насоса и/или начисления штрафа.

(1) Эксплуатационное испытание должно выполняться в соответствии с ISO9906, JIS B 8301 и международно признанным способом.

(2) Оборудование испытательного стенда должно соответствовать стандартам.

Подача измеряется посредством магнитного потока или водослива.

(3) В случае, если производитель не выполняет гарантированную эффективность, после устранения неисправности, изменения или ремонта требуется повторное испытание. В случае неудачи при повторном испытании, Министерство отказывается от насоса или применяет штрафные санкции.

3. Кавитация

Производитель насоса должен выполнить проверку на кавитацию на испытательном стенде, для подтверждения отсутствия кавитации во всем эксплуатационном диапазоне. В случае кавитации, возникает чрезвычайный шум и/или вибрация.

(1) Кавитация является причиной повреждения насоса. Как минимум, NPSH₃ должно быть ниже NPSH_{ср}.

(2) Автономная работа должна учитываться в параллельной работе насосной станции. Индивидуальная рабочая точка может быть точкой подачи.

Даже при точке подачи, NPSH₃ не должно быть больше NPSH_{ср}.

Примечание) NPSH₃ является точкой снижения общего напора на 3% во время проверки на кавитацию.

В этой точке предполагается возникновение кавитации.

(3) Подкачивающий насос должен предусматриваться для проверки на

кавитацию на испытательном стенде.

IV. Расчетное требование

Подрядчик должен нести ответственность за комплектацию насосных установок, приводимых в движение электродвигателем, и должен гарантировать, что укомплектованные установки не содержат вредной вибрации, шума и кавитации по всему эксплуатационному диапазону скорости и нагрузок.

1. Расчетное давление корпуса

Корпус насоса подлежит гидравлической опрессовке в 1,5 раза от максимального давления в состоянии закрытого нагнетательного клапана.

2. Скорость

Первая критическая скорость должна составлять минимум 1,4 раза от максимальной рабочей скорости.

Скорость должна выбираться таким образом, чтобы $NPSH_{тр.}$ было ниже $NPSH_{ср.}$ в точке подачи.

3. Вращающаяся часть

Быстроходность выбирается примерно от 200 до 350 в м³/мин, метрах и об/мин для получения повышенной эффективности.

Конфигурация прохождения нагнетаемой жидкости в рабочем колесе и корпусе должна обеспечивать плавный поток и уменьшать износ. Должно быть уделено особое внимание выбору материала для абразивной нагнетаемой жидкости.

4. Подшипник

Подшипник насоса должен быть сконструирован для минимальной долговечности B_{10} в 100 000 часов и для выдерживания любых усилий и осевых нагрузок

V. Конструкция насоса и материал

1. Рабочее колесо

Рабочее колесо – основной компонент насоса, должен быть центробежного типа с двойным всасыванием и обладать превосходной работой гидравлики, которая изготавливается из “Коррозионно-устойчивых стальных отливок для общего применения согласно JIS G5121 SCS 1 T1, SCS 5 или SCS6”, или его аналога.

2. Корпус насоса

Корпус насоса представляет собой корпус с осевым разъемом и двойным

всасыванием, и имеет конфигурацию плавного потока с плавными изменениями скорости для сочетания с рабочим колесом.

Спиральный корпус выбирается для большой подачи и/или высокого напора насоса.

Корпус насоса изготавливается из “Отливок из серого чугуна согласно JIS G 5501 FC250” для более чистой и менее мутной воды, в отличие от Системы рек Амударья и Сырдарья. Для Системы рек Амударья и Сырдарья, применяются “Отливки из чугуна с шаровидным графитом согласно JIS G5502 FCD500” или “Стальные отливки для высокой температуры и высокого давления JIS SCPH2” или их аналог.

3. Отливка

Отливки рабочего колеса и корпуса важны для определения производительности насоса.

Гладкая литые поверхности необходимы для высокой эффективности.

Поэтому соединение отливной формы должно быть из самовулканизируемой **fran**, а/или щелочные фенольные смолы следует использовать для тонких и гладких поверхностей.

Каждая заливка расплавленного металла должна быть проверена на прочность на растяжение, а также проверен его химический состав.

4. Вал

Вал должен быть сконструирован с учетом эксплуатационной нагрузки и массы при достаточном коэффициенте запаса прочности.

Вал изготавливается из “Нержавеющих стальных стержней согласно JIS G 4303 SUS420J2 или SUS 403”, или их аналога.

Все изнашивающиеся и погруженные поверхности со стороны нагнетаемой жидкости, должны быть защищены возобновляемыми втулками.

5. Компенсационные кольца

Предусматриваются компенсационные кольца корпуса и компенсационные кольца рабочего колеса.

Каждое компенсационное кольцо прочно и надлежащим образом крепится к корпусу и рабочему колесу с помощью винтов. Кольца корпуса должны иметь ободки или фланцы по всем кольцам для предотвращения утечки со стороны высокого давления (спиральный корпус) до стороны низкого давления (всасывающий корпус).

Компенсационные кольца должны изготавливаться из “Горячекатанных нержавеющей плит, листов и полос согласно JIS G 4304 SUS 403” или их аналога. Требуется различная твердость колец корпуса и колец рабочего колеса.

6. Втулки

Вал должен быть защищен втулками для защиты вала для получения плавного потока. Уплотнение предусматривается для предотвращения утечки нагнетаемой жидкости в вал при помощи кольцевых уплотнений, и т.д.

Втулки изготавливаются из “Нержавеющих стальных стержней согласно JIS G 4303 SUS 403 или SUS 420J2”, или их аналога.

7. Подшипники

Предпочитается шариковый подшипник, антифрикционный подшипник. Подшипник скольжения или радиальный подшипник должен выбираться в зависимости от значения PV.

Кронштейны подшипника должны быть отлиты отдельно и прикручены болтами к нижней части корпуса.

8. Корпус сальника

Сальниковые набивки являются пригодным и широко используемым материалом. Механическое уплотнение может быть выбрано при организации средств обслуживания и цепочки поставок.

9. Материал

Для системы рек Амударья и Сырдарья должен выбираться антиабразивный материал из-за мелких и твердых веществ, содержащихся в воде.

Таблица 3 Выбор материала насоса

	Система рек Амударья и Сырдарья*1	Другая система
Корпус	Отливка из высокопрочного чугуна FCD500 с грунтовкой	Серый чугун FC250
Рабочее колесо	Отливка из нержавеющей стали SCS6 с грунтовкой	Отливка из нержавеющей стали SCS1 T1
Компенсационное кольцо корпуса	Нержавеющая сталь SUS403	Бронза SAC402
Компенсационное кольцо рабочего колеса	Нержавеющая сталь SUS403	Бронза SAC406
Вал	Нержавеющая сталь SUS420J2 или SUS403	
Втулки	Нержавеющая сталь SUS420J2 или SUS403	

*1 Специальное покрытие рекомендуется на поверхности корпуса и рабочего колеса для контакта с нагнетаемой жидкостью.

Кольцо для обсадной колонны, кольцо и втулки рабочего колеса должны быть выполнены из нержавеющей стали и подвергнуты термообработке для получения соответствующей твердости, а именно HB280

VI. Контроль насоса

Как отмечалось ранее, заводской контроль насоса является крайне важным для определения соответствия требованиям и гарантированной эффективности.

На основании результатов заводского контроля, Министерство может выдать разрешение на поставку или другие указания.

В случае неудачи гарантированной эффективности, Министерство должно применить пункт “Штрафные санкции” и/или “Заранее оцененные убытки”, по своему усмотрению.

1. Заводской контроль насоса

Точные данные испытания насоса могут быть получены при оборудовании, которое оговорено в Стандартах ISO и/или JIS. Подводящая труба к измерительному инструменту должна иметь прямолинейные участки для

получения слоистого потока в трубопроводе. Измерительный инструмент должен быть откалиброван на определенный срок (не более одного года), обусловленный в техническом условии и/или стандарте.

(1) Применимые стандарты

Испытания должны выполняться в соответствии со Стандартом ISO9906, Второе издание “Насосы динамические. Гидравлические эксплуатационные приемочные испытания. Степени 1, 2 и 3” или JISB 8301 “Насосы динамические. Гидравлические эксплуатационные приемочные испытания. Степени 1 и 2” и JISB 8302 “Методы измерения производительности насоса”.

(2) Измерение расхода

Скорость расхода насоса измеряется при помощи счетчика магнитного потока. Если насосы превышают $1\text{ м}^3/\text{с}$, то может быть использован водослив в соответствии с JIS 8301 и JIS B 8302.

(3) Критерии оценки

Критерии оценки должны соответствовать Степени 2 в Стандарте JIS 8301 или ISO9906.

Ниже представлены допуски для приемки производительности:

1. Объёмный расход в заданном общем напоре не должен превышать заданного значения, а заданная мощность не должна быть превышена в заданном объемном расходе.
2. Допуск на эффективность насоса должен составлять -5%. При этом, допуск насоса более $0,5\text{ м}^3/\text{с}$ должен составлять -3%. Допуск свыше $1,0\text{ м}^3/\text{с}$ должен быть при отсутствии отрицательного допуска.

(4) Проверка на кавитацию должна выполняться в обязательном порядке. Измерение в точке подачи для подтверждения и регистрации NPSH₃, должно быть ниже NPSH_{ср}.

Для контроля давления всасывания испытываемого насоса, на всасывающем трубопроводе должен быть установлен подкачивающий насос.

1. Испытание на месте эксплуатации

(1) Функциональное испытание должно выполняться на объекте.

(2) При наличии измерителя расхода, измерителя мощности манометров на объекте, эксплуатационное испытание на объекте должно проводиться для сравнения результатов испытаний заводского контроля. Тем не менее, результаты испытаний на объекте должны являться справочными данными, поскольку оборудование на объекте может не соответствовать

требованию стандартов.

VII. Выбор производителя насоса

1. Рекомендуется, чтобы производитель насоса поставлял укомплектованную насосную установку, т.е. Насос, Привод (Двигатель), Муфта, Общее Основание, Инструменты и любые другие принадлежности, чтобы иметь полную ответственность за действие энергоэффективности путем предоставления насосной установки.

2. Производитель насоса определяет общий напор насоса согласно представленным данным.

Он должен обладать знаниями и опытом в области гидротехники и проектировании насосных станций.

3. Производитель насоса должен обладать возможностями и опытом работы в проектировании насосных станций, с учетом модернизации, замены и изменения насоса, и т.д.

Производитель насоса должен иметь сертификат аккредитации ISO9001 для “проектирования, производства, установки и запуска в эксплуатацию насосной станции”, в дополнение к производству насоса.

4. Потребуется 5 сведений о состоявшихся поставках аналогичной подачи и аналогичного типа насоса.

Сведения о состоявшихся поставках аналогичной быстроходности насоса являются обязательными. Должны быть представлены результаты испытаний, подтвержденные клиентом. Такого рода данные являются эффективными для оценки возможностей производителей выполнять гарантированную производительность.

5. Для применения замены, восстановления или обновления, производитель насоса должен выполнить анализ технического проектирования насосной станции и расчёт гидравлического удара, при необходимости.

Требуемым проектированием для производителя насоса является анализ гидравлического удара, проектирование модели приемного колодца для предотвращения воронок на линии всасывания насоса, анализ переходного процесса во время запуска и остановки насоса, анализ вибрации, и т.д.

6. Средства обслуживания должны быть расположены в Узбекистане.

VIII. 25-и летний расчётный срок службы и безопасная эксплуатация

Насос должен непрерывно эксплуатироваться в течение 8000 часов/год, и обладать качеством и расчетным сроком службы в 25 лет (за исключением

запасных частей, рекомендованных производителем).

Производитель насоса должен принимать во внимание следующие пункты.

1. Для проектирования насосов должны учитываться следующие аспекты.

(1) Конструкция, уменьшающая деформацию корпуса вследствие старения.

Насос – это аппарат высокого давления с колебанием давления. Конструкция корпуса должна уменьшать деформацию и старение.

(2) Вибрация/шум

Вибрация измеряется в соответствии со Стандартом ISO 10816-7 “Механическая вибрация – Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях – Часть 7: Динамические насосы для промышленного применения, включая измерения на сгнившем вале”

Вибрация насоса должна быть ниже 4,5 мм/сек скорости вибрации.

Уровни шума измеряются в соответствии со Стандартом JIS B 8310 “Метод измерения эквивалентного уровня звукового давления в децибелах А для насоса”

Уровень звукового давления насоса должен быть ниже 85 дБ(А) на расстоянии 1 метр от точки измерения.

(3) Анализ кручения

Анализ кручения выполняется производителем насоса, в случае дизельного двигателя или ЧПП с регулируемой скоростью.

(4) Отсутствие характеристик перегрузки

Двигатель должен выбираться без излишней нагрузки по всему эксплуатационному диапазону.

2. Производство

(1) Выбор материала и термической обработки осуществляется в соответствии со Стандартами ISO, JIS, и Стандартом производителя.

(2) Допуски и допустимые отклонения должны находиться в пределах конструкции насоса.

(3) Испытания, обусловленные в Стандарте и Стандарте производителя, должны выполняться надлежащим образом.

a) Контроль материалов

b) Испытание гидростатическим давлением

c) Балансировочное испытание

d) Эксплуатационное испытание

е) Контроль покраски

(4) Должна обеспечиваться и выполняться защита важных деталей.

2. Установка

Насос должен устанавливаться в соответствии с руководством по установке производителя насоса под надзором производителя насоса.

3. Эксплуатация и техническое обслуживание

В Узбекистане должно быть расположено оборудование для технического обслуживания.

IX. Сохранение эффективности во время срока службы насоса – Стоимость срока службы и техническое обслуживание

Как указано в Предисловии, затраты энергии превышают 90% от общей стоимости, включая первоначальные инвестиции.

Эксплуатация и техническое обслуживание являются важными составляющими для сохранения высокой эффективности, и должно применяться профилактическое техническое обслуживание.

В соответствии со Стандартами JIS, виды технического обслуживания распределены по категориям на Рис. 7, Классификация технического обслуживания (JIS Z8115:2000 (Надежность)).

1. Перечень запасных частей

В зависимости от характера насосных станций, как например, нагнетаемая жидкость (абразивная или чистая вода), продолжительность работы, количество резервных насосов, и т.д., должен быть определен перечень запасных частей с учетом профилактического ТО частей и прошлых записей происшествий.

2. Соблюдение зазора между компенсационными кольцами рабочего колеса и компенсационными кольцами корпуса.

Большая часть потерь на утечку происходит от зазора между компенсационными кольцами. Если зазор становится больше, то вибрация и шум увеличиваются. Рекомендуется выполнение измерения и регистрации вибрации и шума во время периодического ТО для высокомоощных насосов.

3. Покрытие

В случае систем рек Амударья и Сырдарья, абразивное истирание корпусов

и рабочих колес является важным. До обдирания покрытия, должно применяться повторное нанесение покрытия.

Продолжительность покрытия определяется исходя из опыта эксплуатации насосных станций.

4. Redu

Улучшение существующего насоса выполняется посредством Redu (Переконструирование и проектирование).

Метод 3D измерения и компьютерный анализ будут поддерживать насос в исправном состоянии.

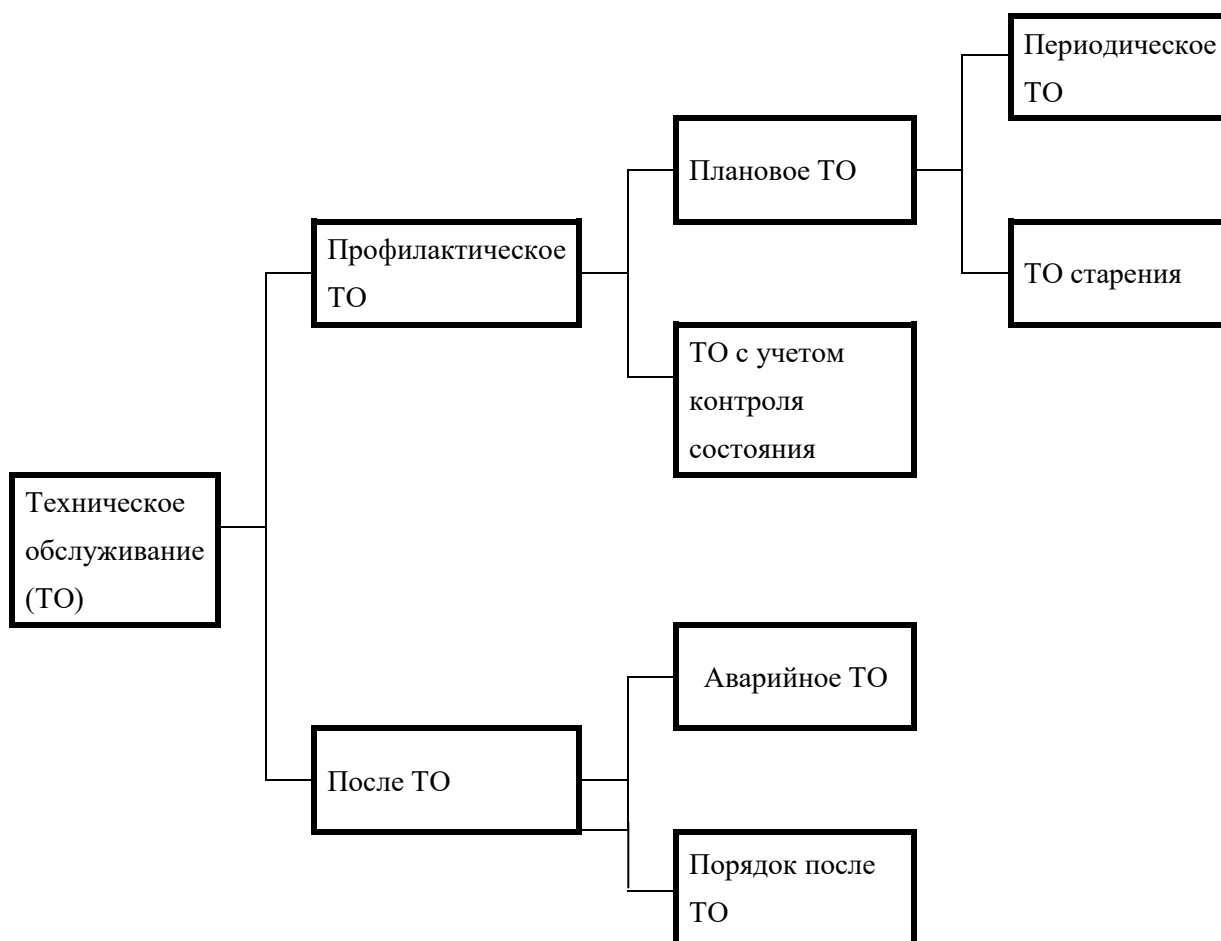


Рис 7. Классификация технического обслуживания (JIS Z8115:2000 (Надежность))

Х. Критерии оценки

Для закупки высокоэффективного насоса, критерии оценки должны соответствовать нижеприведенным требованиям.

1. Технические возможности производителя насоса

Производитель насоса должен обладать возможностями и опытом работы в проектировании, установке и запуске в эксплуатацию насосной станции, трубопровода, электричества, системы SCADA, и т.д.

2. Опыт работы производителя

По крайней мере, у производителя должна иметься в наличии аналогичная Ns модель насоса.

3. Общая оценка

(1) Гарантированные данные о техническом состоянии оборудования, представляемые производителем насоса, должны использоваться в качестве параметров оценки. Стоимость энергопотребления оценивается для насоса исходя из нормированного количества воды, нагнетаемой при нормальной работе насоса при номинальной производительности и напоре, с использованием общей капитализированной стоимости энергии нагнетания, представленной производителем насоса.

(2) Рекомендуется, чтобы рассчитанная средневзвешенная полная эффективность, полученная в результате испытания эксплуатационных параметров насоса на заводском испытательном стенде производителя, была основана на оценке Гарантированного Энергопотребления.

Случай 1 Любая рабочая точка меньше, чем в Случае 2 15%

Случай 2 Точка подачи насоса 70%

Случай 3 Любая рабочая точка больше, чем в Случае 2 15%

(3) Оценка стоимости выполняется для стоимости срока службы, путем добавления затрат на электроэнергию в течение 25-и лет эксплуатации к первоначальным затратам.

n

Капитальные затраты на электроэнергию = $\sum_{x=1}^n A_x \{(1+r)^n / (1+i)^n\}$

1

где n: количество лет (20 лет)

A: общие затраты на электроэнергию в течение первого года
(Зависит от периода эксплуатации и затрат на электроэнергию)

r: увеличение стоимости электрической единицы в год (5%)

i: размер процентной ставки (3%)

4. Приемка продукции и штрафные санкции

Если производитель насоса не выполняет предложенную

производительность насоса, Министерство отказывается от приемки продукции и запроса на изменение, ремонт и повторное изготовление.

К подрядчику и/или производителю применяются штрафные санкции, если невозможно достичь гарантированной эффективности на испытательном стенде производителя.

В худшем случае, должен рассматриваться сценарий аннулирования.

2. Specifications for High Efficiency Pump

СПЕЦИФИКАЦИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА С ДВУСТОРОННИМ ВСАСЫВАНИЕМ (ПРОЕКТ)

Программа сотрудничества ЯАМС (JICA) по эффективному и экономичному насосу для оказания помощи сектору водных ресурсов в Узбекистане

Содержание

I.	Общие требования	2
II.	Оценка тендерной заявки	3
III.	Проверка на соответствие производителя насоса	3
IV.	Расчетный срок эксплуатации	4
V.	Характеристики	4
VI.	Детальное описание ирригационного насоса	4
VII.	Конструкция насосов	5
VIII.	Заводское эксплуатационное испытание	8
IX.	Оценка и критерии оценки эксплуатационного испытания.	11

I. Общие требования

Производитель насоса должен отвечать за проектирование комплектного электрического мотора, управляемых насосных станций и должен гарантировать, чтобы законченные станции без вредных крутящих или других напряжений при вибрации на протяжении всего рабочего цикла по скорости и нагрузке.

Общий напор насоса должен оцениваться и рассчитываться производителем насоса на основе спецификации трубопровода и чертежей насосной станции, предоставленных в тендерной спецификации.

Там где насосы работают в параллельном режиме, должны быть представлены кривые для одиночного режима и всех различных возможных комбинаций параллельного режима. Следует отметить, что при работе в одиночном режиме мощность насоса будет увеличиваться из-за системных характеристик насоса, и насосы должны работать удовлетворительно в одиночном или параллельных режимах при длительных периодах в этих условиях без кавитации, вредного воздействия, сильной вибрации и перегрузки мотора.

Для каждого насоса должна быть предусмотрена возможность работы за пределами минимального статического напора при одиночном режиме работы.

Имеющийся NPSH должен быть оценен и рассчитан производителем насоса при низком уровне воды и должен быть заложен должным образом резерв на потери через всасывающие трубы.

Различные рабочие точки были отобраны на предполагаемой кривой напорной/поточной системы на которой предполагается работа насоса, но для разной длительности времени.

Суммарный коэффициент полезного действия комбинации насоса и мотора, определяемый как насосный агрегат, должен быть предоставлен Подрядчиком в Перечне гарантии напротив этих рабочих точек.

Эффективность насосного агрегата должна быть гарантирована производителем насоса, должна быть оценена средняя общая эффективность, рассчитанная по формуле для конкретного насосного агрегата в Перечне гарантии.

В случае, если насосы будут работать от частотно-регулируемого электропривода (VFD), крутящая упругомассовая система каждой комплектной насосной станции, включая насос, электродвигатель, все трансмиссии и соединения, и дополнительные приспособления должны быть проанализированы изготовителем насоса для определения возникновения частоты возбужденных крутящих резонансов лопасти, происходящих в диапазоне рабочих скоростей, и что все трансмиссии не подвержены критической вибрации. Доклад, охватывающий результаты анализа должен быть представлен и утвержден Министерством до начала производства станции.

Допустимое торсионное напряжение вибрации должно быть менее 1/35 максимального предела прочности материала на разрыв, вибрационный крутящий момент должен быть менее 20% от полного крутящего момента. Вибрация от любой причины в муфте насоса при вращательной частоте или частоте вращения лопасти не должна превышать 0,125 мм.

II. Оценка тендерной заявки

Гарантированные данные о производительности оборудования, представленные производителем насоса будут использоваться в качестве оценочных параметров. Стоимость потребленной электроэнергии насосом оценивается на основе указанного количества воды, которое перекачивается при нормальной работе насоса при номинальной емкости и напоре, используя общую капитализированную стоимость электроэнергии при перекачке, представленной изготовителем насоса.

Общая эффективность должна оцениваться следующим образом

$$\text{Капитализированная стоимость электроэнергии} = \sum_{1}^n A \times \left\{ \frac{(1+r)^n}{(1+i)^n} \right\}$$

Где n: количество лет (20 лет)
A: общие затраты на электроэнергию за первый год
(Зависит от периода эксплуатации и стоимости электроэнергии)
r: увеличение стоимости электроэнергии на станцию в год (5%)
i: процентная ставка (10%)

Штраф от усредненной общей эффективности должен быть _____ долларов США на 0,1% за каждую станцию.

III. Квалификация производителя насоса

Производитель насоса должен иметь опыт изготовления минимум 5 единиц насосов аналогичного размера и аналогичными определенными скоростями насоса в течение последних 10 лет.

Производитель насоса должен иметь техническую возможность насосного проектирования и ответственность чтобы определить общий напор насоса для изучения существующего трубопровода и аппаратов. Производитель насоса должен быть аккредитован сторонней организацией, такой как ISO9001, для проектирования насосной станции а также производства насосов.

IV. Расчетный срок эксплуатации

Расчетный срок эксплуатации должен составлять 25 лет при нормальной эксплуатации и обслуживании рекомендуемой производителем насоса. Насос не должен быть деформирован силами давления во время работы.

V. Характеристики

Характеристики центробежного насоса должны быть стабильными с давлением подачи, поднимающегося из напора при закрытой задвижке непрерывно. Насос не должен быть перегружен и не должно быть нестабильной зоны в течении всей работы вплоть до отключения.

Насос должен быть пригодным для режима параллельной работы и одиночного режима. От мощности прекращения подачи до мощности водоотдачи насоса, насос должен иметь требуемую геометрическую высоту всасывания (NPSH3) по крайней мере на 1 метр ниже, чем доступная располагаемая действительная геометрическая высота всасывания (NPSHA) с учетом потерь всасывающего трубопровода при условии низкого уровня воды на стороне всасывания.

Характеристика кривой трубопровода (система кривой, если трубопровод) и/или данные по трубопроводу будут представлены производителю насоса. Производитель насоса должен отвечать за исследование трубопровода и проверку потерь от внешнего трения и потерь станции для определения общего напора для того, чтобы насосная система соответствовала указанной мощности и производительности.

VI. Детальное описание ирригационного насоса

Ирригационный насос должен работать с постоянной скоростью, с одноэтапным двойным всасыванием, горизонтально разделенным типом кожуха центробежным насосом для непрерывной эксплуатации при больших нагрузках. Насос должен выдерживать нагрузку если происходит обратное вращение.

Проектное условие

1. Производительность и статический напор

Производительность насосов должна быть _____ м³/с при статическом напоре м.

Общий напор рассчитывается производителем насоса.

2. Скорость

Скорость не должна превышать _____ об/мин.

3. Специфическая скорость

Производитель насоса должен иметь такие же или аналогичный насос со специфической

скоростью и представить его кривую производительности на своем испытательном стенде на заводе в присутствии третьей стороны.

4. Эффективность

Эффективность не должна быть менее чем _____%.

5. Вибрация и шум

Насос и мотор должны функционировать плавно без чрезмерного шума и/или вибрации. Вибрация насоса должна быть ниже чем 7,1 мм/сек вибрационной скорости в указанных точках измерения в соответствии с ISO10816-1. Уровни шума не должны превышать 85 дБА на расстоянии 1 метра в соответствии с ISO1680/1.

VII. Конструкция насосов

1. Материал и качество изготовления

Все материалы должны быть высшего качества, без дефектов и изъянов, последнего производства и неиспользованные, и требуемой классификации и степени. Материал, не описанный специально, должен соответствовать стандарту производителя для применимой части предназначенной службы.

Производитель насоса должен предоставить Министерству для утверждения названия производителей всего машинного оборудования и другого оборудования, которое он предусматривает включить в работу, вместе с характеристиками по производительности и другой соответствующей информацией, относящейся к оборудованию. Образцы материалов должны быть представлены на утверждение, когда направлены таким образом. Оборудование, материалы и изделия смонтированные или использованные без такого разрешения находятся в зоне риска последующего отказа.

Качество изготовления должно быть высшего класса в соответствии с лучшей современной практикой.

2. Кожух

Кожух насоса должен быть из чугуна с шаровидным графитом в соответствии с JIS G5502 класса f FCD500-7 для системы Сырдарья и Амударья и отливки из серого чугуна в соответствии с JIS G5501 класса FC250 для другой системы.

Кожух должен быть двойного спирального типа и предназначен для получения плавного потока с постепенным изменением скорости. Кожух должен быть горизонтально разделен на осевую линию вала с всасывающими и нагнетающими соплами и ножными отливками целостно в нижней половине для проверки за счет удаления другой половины корпуса без отключения трубопровода или центровки насоса. Шероховатость кожуха в мокрой части должна быть меньше, чем 12.5Ra (мкм).

Сопрягаемые поверхности верхней и нижней половины корпуса должны точно

механически обработаны и герметически закрыты резиновой лентой уплотнительной прокладки в пазы на сопрягаемые поверхности нижней части кожуха и верхней части кожуха, если давление на выходе свыше 0.7МПа или диаметр всасывания 600 мм или более. Две половинки кожуха должны быть скреплены штифтами для жесткой и точной подгонки с помощью прямого штифта для устранения несоответствия между двумя половинами. Кронштейны для подшипника должны отливаться отдельно и крепиться болтами к нижней части кожуха.

Нижняя половина кожуха должна быть оборудована дренажным краном в самой низкой точке, и верхняя половина кожуха должна быть оборудована воздушным краном в своей самой верхней точке.

3. Рабочее колесо

Рабочее колесо должно быть двойного всасывания закрытого типа, одной части конструкции, изготовленной из литой стали, стойкой к коррозии для общего применения в соответствии с JIS G 5121 класса SCS1 T1. Рабочее колесо должно быть двойного всасывания закрытого типа, одной части конструкции

4. Компенсационные кольца

Съемные компенсационные кольца должны быть предусмотрены как для кожуха насоса, так и для рабочего колеса. Компенсационные кольца должны быть лабиринтного или кольцевого типа с диаметром всасывающего сопла более чем 600 мм. Кольца кожуха должны иметь обод или фланец для предотвращения утечки воды между кольцом кожуха и кожухом насоса. Все компенсационные кольца должны быть зафиксированы на месте с невозможностью вращения в любом направлении. Компенсационные кольца должны иметь минимальный зазор, приведенный в таблице.

Компенсационные кольца должны быть из нержавеющей стали в соответствии с JIS G 4304 мартенситная система класса SUS420J2Q или SUS403 для системы Амударья и Сырдарья и бронзового литья в соответствии с JIS H 5121 класса SAC402 для колец рабочего колеса и SAC406 для кольца кожуха для другой системы, чем Амударья и Сырдарья.

5. Вал и муфты

Вал насоса должен быть достаточного размера и жесткости для обеспечения низкой рабочей нагрузки при всех условиях эксплуатации и должен иметь первую критическую скорость минимум в 1,4 раза превышающую максимальную рабочую скорость. Вал насоса должен быть изготовлен из нержавеющей стали в соответствии с JIS G 4303 класса SUS 420 J2 или SUS 403.

Отклоняющая пластинка из нержавеющей стали должна быть предусмотрена для каждого вала насоса для предотвращения попадания воды в корпус подшипника.

Все поверхности вала, контактирующие с водой должны быть защищены заменяемыми муфтами из нержавеющей стали. Муфты должны охватывать площадь от рабочего колеса до водоплотных сальников снаружи, должны быть скреплены шпунтом к валу и удерживаться на месте с помощью внешних гаек вала. Муфты должны быть изготовлены из нержавеющей стали в соответствии с JIS G 4303 класса SUS420J2. Муфты должны плотно прилегать к втулкам рабочего колеса, или в позиции, означающей предотвращение утечки в муфтах и в рабочем колесе.

6. Подшипники

Подшипники насоса должны быть спроектированы на срок службы минимум 100 000 часов, как это определено и рассчитано в соответствии с применимыми стандартами AFBMA.

Подшипник должен иметь одиночный и/или двойной сырьевой материал антифрикционного типа, выдерживающего большие нагрузки, разработанного для выдерживания любого регулирования осевого баланса и осевых нагрузок, если значение DN меньше, чем 500. В противном случае подшипник должен быть подшипником скольжения для работы в тяжелых условиях сферического или шарового роликового типа.

Корпус съемного подшипника с подходящими уплотнителями должен крепиться болтами к кронштейнам для подшипника. Корпус подшипника и кронштейн должен иметь резьбовой сток.

Датчики температуры подшипников должны предоставляться на каждый подшипник и предназначены для дистанционного измерения.

7. Водоплотные сальники

Водоплотные сальники должны быть предоставлены с минимум четырьмя кольцами сальникового уплотнения и кольцами для подвода уплотняющей воды в сальник. Сальниковые уплотнения должны быть изготовлены из безасбестового и углеродного волокна или синтетического графита. Сальниковые уплотнения должны быть изготовлены из бронзы в соответствии с JIS H5121 класса SAC406C, разделенных горизонтально, чтобы предоставить для монтажной упаковки. Болты должны быть поворотного типа с латунными гайками. Трубопроводы с шаровыми клапанами должны быть предусмотрены для герметизации воды в каждый водоплотный сальник от подключения к системе на каждой стороне выпуска спирального кожуха.

Уплотнительные трубопроводы должны быть изготовлены из медных труб в

соответствии с JIS H3300 медные и бесшовные трубопроводы медных сплавов и трубы класса C1220T.

8. Муфта вала

Муфта между насосами и ведущими шкивами должна быть приводного типа. Она должна иметь достаточную мощность чтобы работать на полную мощность, если трансмиссия которая она соединяет и которая должна быть обжата и скреплена шпунтом на ней. Муфта должна быть из ковальной стали и должна передавать крутящий момент с помощью внешних приводов на втулки, с использованием внутренних приводов на соединительные муфты.

9. Общие рамы

Общие рамы для насоса и двигателя должны быть изготовлены из конструкционной стали единого коробчатого типа, которые должны быть сварены и механически обработаны для поддержки насоса и двигателя без отклонений. После корректировки, ее выравнивания и выставления уровня, общая рама должна быть надлежащим образом зацементирована раствором бетона. Проектный расчет для поддержки насоса и двигателя должен быть представлен на утверждение MARW.

VIII. Заводское эксплуатационное испытание

Изготовитель насоса должен представить процедуру испытания до проведения заводского эксплуатационного испытания. Заводское эксплуатационное испытание должно быть засвидетельствовано Министерством.

До отгрузки все специфические эксплуатационные испытания должны проводиться производителем насоса и результаты должны быть представлены в Министерство.

1. Гарантированная эффективность и потребление энергии

Гарантированная эффективность и энергопотребление должно быть указано в листе технических данных (Перечне гарантии). Значение эффективности не должно иметь никакого отрицательного отклонения.

Вычисленная взвешенная средняя общей эффективности от эксплуатационного испытания на насосном производственном заводе во время свидетельствования Министерством на основе оценки гарантированного энергопотребления.

2. Проверка материала

Все материалы, товарно-материальные ценности, детали и сборные изделия,

поступающие в работу согласно техническим условиям должны быть испытаны, в противном случае, в соответствии с указанным техническим условием и согласно лучшим современным утвержденным методам, определенного типа и класса работы.

Проверка материала должна выполняться производителем.

Основная отливка насоса	Химический состав и испытание предела прочности на разрыв После предварительного испытания или проверки проникновения красителя в отверстия под штифты в отливке
Вал насоса	Заводской протокол испытаний материала Проверка размеров
Муфты насоса	Химический состав и испытание предела прочности на разрыв После предварительного испытания или проверки проникновения красителя в отверстия под штифты в отливке
Рабочие колеса насоса	Химический состав и испытание предела прочности на разрыв После предварительного испытания или проверки проникновения красителя в отверстия под штифты в отливке

3. Испытание на гидростатическое давление насоса

Каждый кожух насоса должен быть испытан «Испытанием на гидростатическое давление»

- (1) Испытательное давление должно составлять не менее 180 процентов от максимального напора при закрытой задвижке.
- (2) Кожух насоса должен быть заглушен от всасывающих и нагнетающих фланцев и крышки водоплотного сальника где находится сальник. Во время испытания не допускается внешнее усиление.
- (3) Испытательное давление должно поддерживаться в течение минимум 30 минут. В ходе испытания не должно быть никакой утечки из любого соединителя и уплотнителя.

4. Испытание производительности насоса

После завершения и принятия инспекций и гидравлических испытаний, каждый насос должен быть проверен при свидетелях индивидуально представителями Министерства в соответствии с JIS B 8301 «Центробежные насосы – приемочные испытания гидравлических характеристик», JIS B 8302 «Измерительные методы мощности насоса» или ISO 9906 «Центробежные насосы – приемочные испытания гидравлических характеристик» 2 степени, состоящие из эксплуатационного испытания, испытания NPSH и механического рабочего испытания. В том случае, если есть недостатки, подрядчик должен исправить недостатки для

удовлетворения требований контракта и предлагаемой эффективности и потребления электроэнергии и повторного испытания насоса в присутствии представителей Министерства. Любые дополнительные расходы, связанные с повторением испытания должен нести подрядчик.

Общие требования эксплуатационных испытаний насоса должны быть следующими:

- (1) Все насосы должны пройти испытания в соответствии с выше указанным стандартом.
- (2) Для всех эксплуатационных испытаний, насос должен управляться заводским двигателем или фактическим рабочим двигателем.
- (3) Все измерительные приборы, которые будут использоваться для эксплуатационного испытания должны быть полностью калиброваны текущим сертифицированным стандартным измерительным прибором, признанным независимым испытательным органом и утверждены Министерством.
- (4) Приборами для измерения расхода должны быть магнитный расходомер или мерный водослив согласно JIS B 8301 и JIS B 8302 и ISO9906.
- (5) Насос должен испытываться особенно на рабочей точке гарантированной производительности точки и по всему рабочему диапазону от его состояния с закрытым клапаном до состояния выпуска (по крайней мере 10% сверх гарантированного расхода при минимальном напоре). Как минимум должны быть получены 6 различных точек. Напор/поток, требуемый NPSH/поток, эффективность/поток насоса и выходная мощность/кривые потока двигателя должны быть изображены чтобы продемонстрировать, что насос будет способен выполнять весь диапазон рабочих условий на объекте.
- (6) Скорость насоса должна быть номинальной скоростью.

5. Испытания насоса на вибрацию и шумы

- (1) Измерения вибрации должны соответствовать требованиям ISO2954 «Требования к механической вибрации большого вращающегося и возвратно-поступательного цикла машинного оборудования для измерения интенсивности вибрации» и ISO 3945 «Механические вибрации большого вращающегося машинного оборудования, с диапазоном скорости от 10 до 200с/с Измерение и оценка интенсивности».
- (2) Уровень шума, измеренный на расстоянии одного метра от насоса должен быть менее 85 дБА в соответствии с ISO 1680/1 на испытательной площадке при полной нагрузке.

6. Кавитационное испытание насоса

Определенный NPSH во время испытания кавитации должен осуществляться в соответствии с JIS B 8301 и JIS B 8302.

Контрольные точки должны быть, по крайней мере, следующими:

- 1) Нормативная точка
- 2) Точка между нормативной точкой и точкой выпуска
- 3) Точка выпуска

IX. Оценка и критерии оценки эксплуатационного испытания.

После освидетельствования испытание завершено и успешно, Министерство дает разрешение на отгрузку на объект.

В случае несоответствия или несоблюдения обязательной оценке, Министерство имеет право отклонить товар или применить штрафные санкции.

Штраф от общей эффективности должен быть _____ долларов США на 0,1% за каждую станцию.