

ウズベキスタン国

農業水資源省 (Ministry of Agriculture and Water Resources)

ウズベキスタン国  
農業セクター支援のための  
高効率で経済的な渦巻ポンプ普及促進事業  
業務完了報告書

平成 30 年 4 月  
(2018 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 西島製作所

民連
JR(先)
18-023

# 目次

地図  
写真  
略語表

<b>第1章 要約</b> .....	<b>1</b>
1-1 要約 .....	1
1-1-1 本事業の背景と目的 .....	1
1-1-2 普及対象技術を用いた本事業の実施内容・成果 .....	1
1-1-3 今後のビジネス展開および ODA 事業との連携 .....	2
1-2 事業概要図 .....	2
<b>第2章 本事業の背景</b> .....	<b>3</b>
2-1 本事業の背景 .....	3
2-1-1 ウズベキスタンの歴史 .....	3
2-1-2 ウズベキスタンの政治・社会経済 .....	3
2-1-3 ウズベキスタンの地理および自然条件 .....	4
2-1-4 ウズベキスタンの農業分野の政策・計画 .....	5
2-1-5 灌漑ポンプの現状 .....	7
2-1-6 ウズベキスタン国内ポンプメーカーおよび修理工場の現状 .....	14
2-2 ODA 事業の先行事例及び他ドナーの動向 .....	15
<b>第3章 事業実施内容と成果</b> .....	<b>16</b>
3-1 実機ポンプ導入および実証試験 .....	16
3-1-1 設置場所 .....	16
3-1-2 Soilik 1 ポンプ場の概要 .....	17
3-1-3 導入資機材 .....	18
3-1-4 据付作業 .....	19
3-1-5 実証試験 .....	20
3-1-6 実証試験結果 .....	21
3-1-7 技術移転 .....	22
3-2 本邦受入活動 .....	23
3-3 高効率ポンプ導入に向けたガイドライン .....	23
3-4 セミナーの開催 .....	25
<b>第4章 本事業の成果</b> .....	<b>27</b>
4-1 本事業の成果(ビジネス面)、及び残課題とその解決方針 .....	27

4-2 事業展開の方向性 .....	28
4-2-1 市場参入への考え方 .....	28
4-3 想定事業と事業展開ステップ .....	29
4-3-1 想定事業 .....	29
4-3-2 事業展開ステップ .....	30
4-3-3 ビジネスモデル .....	30
4-3-4 収支計画 .....	31
4-4 現地企業との連携 .....	31
4-5 その他の市場 .....	32
4-6 リスク .....	32
<b>第5章 ODA 事業との連携可能性 .....</b>	<b>33</b>
5-1 無償・円借款案件の実現可能性 .....	33
5-2 複合型プロジェクト案 .....	33

## 別添資料

1. 高効率ポンプガイドライン
2. 高効率ポンプ仕様書
3. セミナー資料
  - (1) 西島の紹介
  - (2) デモンストレーションの結果
  - (3) 高効率ポンプのガイドライン
  - (4) ポンプの据付
  - (5) 西島のサービスプロポーザル

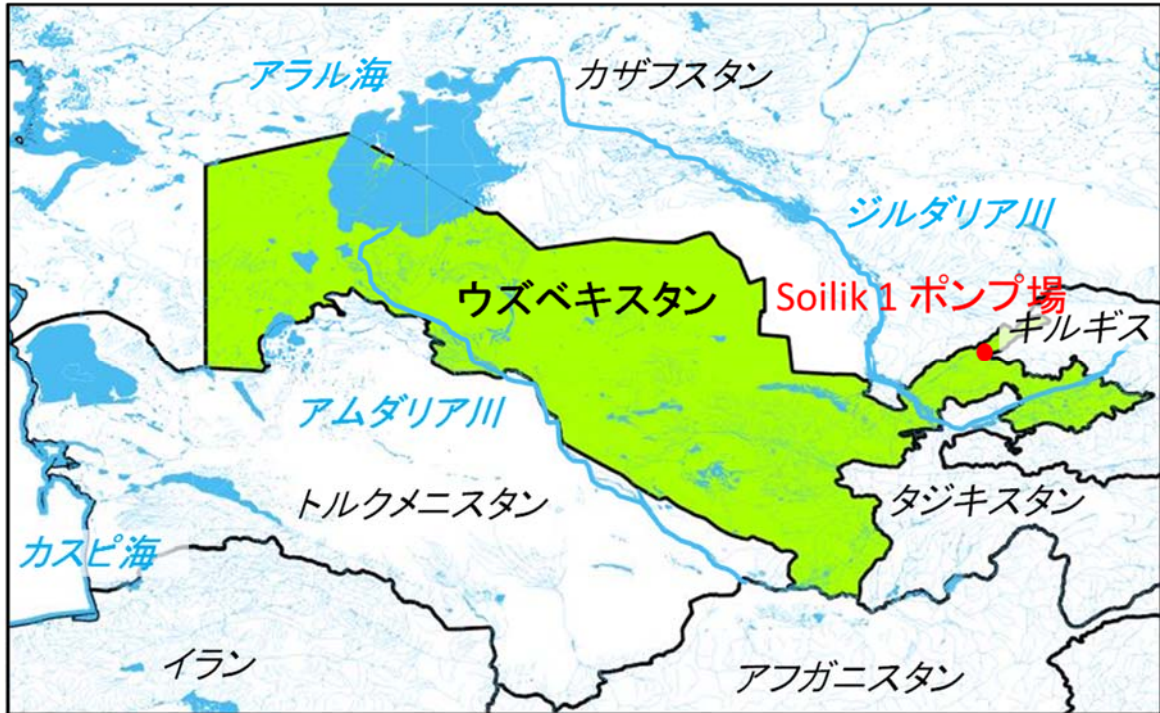
## 図リスト

図 2-1	ウズベキスタン地図 .....	4
図 2-2	州毎の灌漑・非灌漑農地面積 .....	5
図 2-3	大統領決定 PP-3172 号発布前の農業水資源省組織図 .....	8
図 2-4	大統領決定 PP-3172 号発布後の農業水資源省本省組織図 .....	8
図 2-5	大統領決定 PP-3172 号発布後の農業水資源省地方事務所組織図 .....	9
図 2-6	大統領決定 PP-3172 号発布後の農業水資源省傘下関連組織図 .....	9
図 2-7	縦型片吸込渦巻ポンプ(写真左)と縦型斜流ポンプ(写真右)外観 .....	10
図 2-8	両吸込渦巻きポンプ外観 .....	10
図 2-9	MARW 管理のポンプおよびポンプ場外観 .....	11
図 2-10	フェルメル管理のポンプ場 .....	12
図 2-11	インペラー部分の磨耗の状況 .....	13
図 2-12	展示会での商談会の様子 .....	15
図 3-1	Soilik1ポンプ場位置図 .....	16
図 3-2	Soilik1ポンプ場施設配置 .....	16
図 3-3	Soilik1ポンプ場配置図 .....	17
図 3-4	Soilik1ポンプ場の取水配管および吐出本管 .....	17
図 3-5	Soilik1ポンプ場の取換えた既設バルブ・吐出配管 .....	18
図 3-6	導入ポンプ写真 .....	18
図 3-7	納入ポータブル超音波流量計写真 .....	19
図 3-8	納入圧力計連成計写真 .....	19
図 3-9	据付作業の様子 .....	20
図 3-10	測定装置設置箇所 .....	20
図 3-11	計測機器設置写真 .....	21
図 3-12	実証試験での測定技術移転の様子 .....	22
図 3-13	事務所内での測定機器使用技術移転の様子 .....	22
図 3-14	ガイドライン案表紙 .....	24
図 3-15	セミナープログラム .....	25
図 3-16	セミナーの様子 .....	25
図 4-1	想定ビジネスモデル .....	31
図 4-2	想定収支計画 .....	31

## 表リスト

表 2-1	ミルジョエフ政権下での農業分野改革に関する大統領令・大統領決定 .....	6
表 2-2	調達方式 .....	7
表 2-3	農業水資源省所有ポンプ台数(形式別) .....	10
表 2-4	視察協議対象ポンプメーカー・修理工場 4 社の概要 .....	14
表 3-1	WRIEA 推薦デモンストレーション用ポンプ場 .....	16
表 3-2	2017 年の Soilik 1 ポンプ場の電力使用量と電力支払金額 .....	17
表 3-3	本事業における導入資機材 .....	18
表 3-4	実証試験での計測結果 .....	21
表 3-5	本邦受入活動内容 .....	23
表 4-1	本事業の実施事項・課題・今後の対応 .....	28

# 地図



# 写真



北タシケントポンプ場の旧型ポンプ



民間ポンプ製造サービス工場



鋳込み作業



据付工事の様子



本事業で導入したポンプ



現場での超音波流量計計測技術移転の様子



事務所での技術移転の様子



セミナーの様子

## 略 語 表

略語	正式名称	日本語名称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BISM	Basin Irrigation Systems Management	流域灌漑システム管理局
C/P	Counterpart	カウンターパート
CIS	Commonwealth of Independent States	独立国家共同体
GOST	Gosstandart	国家標準規格
ISBA	Irrigation System Basin Authority	流域管理局
IsDB	Islamic Development Bank	イスラム開発銀行
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LCC	Life Cycle Cost	生涯費用
MAWR	Ministry of Agriculture and Water Resources	ウズベキスタン農業水資源省
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
NPO	Not-for-Profit Organization	非営利団体
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PP	Presidential Proclamation	大統領決定
PPP	Public-Private Partnership	公民連携
PSEC	Pumping Station, Energy and Communication	ポンプ電力通信局
PU	Presidential Ukase	大統領令
UZS	Uzbekistan Sum	ウズベキスタンスム(現地通貨)
WB	World Bank	世界銀行
WCA	Water Consumers' Association	水消費者組合



## 第1章 要約

### 1-1 要約

#### 1-1-1 本事業の背景と目的

ウズベキスタン共和国（以下、「ウ」国）の灌漑農業は国力を支える基幹産業で、近年の隣国への出稼ぎ労働者の国内還元対策の観点からも、設備の近代化を通じた農業生産力向上が求められている。しかし、全国約 5,000 基の灌漑ポンプは旧ソビエト連邦時代に設置された旧式が殆どで老朽化による効率低下や性能劣化が進んでいる。灌漑農業、水資源管理を管轄する農業水資源省（MARW：Ministry of Agriculture and Water Resources）の年間予算の約 8 割に相当する約 500 億円が、これら旧式灌漑ポンプの電気代に充てられており、高効率ポンプへの更新による使用電力の削減が喫緊の課題となっている。また、MARW 予算不足に加え、数少ない「ウ」国内のポンプメーカーはほぼ市場独占状態であったことから旧ソビエト連邦時代から続く古いデザインのポンプしか製造していないことも要因となり、我が国や欧米諸国で普及している高効率ポンプの導入が進み難い状況にある。

このような背景のもと、日本の高い技術のポンプとサービスが「ウ」国に導入されることで、電気コスト削減への大きな貢献が期待されるため、旧式ポンプの高効率ポンプへの取替え促進に向けた本事業を実施した。

#### 1-1-2 普及対象技術を用いた本事業の実施内容・成果

普及の対象とする技術製品である両吸込渦巻ポンプは、日本や欧米各国をはじめ、中国や韓国などでも一般的に製造されているタイプで、「ウ」国の灌漑ポンプにも多く採用されているが、効率性と耐久性に各メーカーの技術力の差が出る製品である。効率の低いポンプは電力消費量が大きく、耐性の不十分な製品は短期で使用不能になる可能性が高いため、維持管理費を含めた Life Cycle Cost（LCC）に大きな差が出る。

本事業では、「ウ」国での高効率ポンプ事業展開の検討に向け、日本のポンプ技術の浸透と LCC の理解促進を図るため以下を実施した。

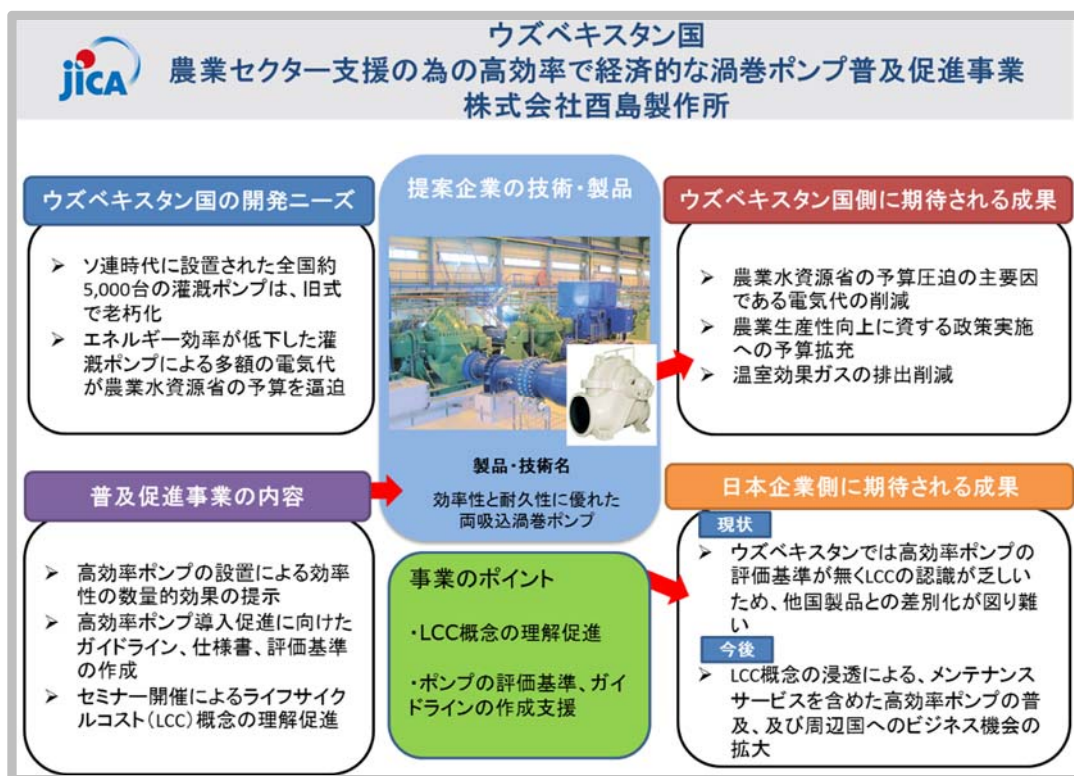
- ・ 実機ポンプによるデモンストレーションの実施
- ・ 本邦受入活動の実施
- ・ 高効率ポンプのガイドライン・仕様書の作成
- ・ セミナーの実施
- ・ ポンプ場の実態調査
- ・ 「ウ」国でのポンプメーカー、修理工場の調査

実機ポンプはタシケント州 Soilik 1 ポンプ場に導入し、実証試験の結果、既存ポンプと比べて約 3 割の省エネルギー効果を立証した。また、「ウ」国内の高効率ポンプ普及展開を図るため、高効率ポンプガイドライン・仕様書の作成や MARW 職員への高効率ポンプの有効性に関する理解促進のためのセミナーや技術移転、本邦受入活動を実施した。

### 1-1-3 今後のビジネス展開および ODA 事業との連携

「ウ」国におけるポンプ場の運用実態の把握や民間企業とのヒアリング協議、製造工場踏査等によって把握し、灌漑ポンプに関するニーズとして、ポンプ送水量の増加と総電力使用量の削減、シルトの多い水源への対応としての耐摩耗対策、外国ドナー資金や外国資本の技術力への期待、の三点を抽出した。「ウ」国の灌漑ポンプ市場の仕組みや市場性、ODA 事業との連携も踏まえ、将来のビジネス展開方策として部品等のメンテナンスサービス事業から拡大していくビジネスモデルを検討した。

### 1-2 事業概要図



## 第2章 本事業の背景

### 2-1 本事業の背景

#### 2-1-1 ウズベキスタンの歴史

中央アジアに位置する「ウ」国周辺では、紀元前 10 世紀頃からイラン系遊牧民が灌漑システムを構築し、これによって建設されたブハラやサマルカンドといった都市は、中国からヨーロッパまでのシルクロードの交易中継拠点として発展していった。13 世紀にモンゴル帝国の侵入を受け、15 世紀までにティムール朝の統治の下で文化的繁栄を極めたが、16 世紀に入るとウズベク人の部族が中央アジア全域を征服し、ブハラ・ハン国、ヒヴァ・ハン国を建国した。19 世紀半ばになると、地域一体の綿花生産の潜在力に注目したロシア帝国が侵攻を開始し、1876 年までに現在の「ウ」国全域を含むハン国を保護国化し、19 世紀後半には「ウ」国内のロシア人口の増加とともに工業化が進んだ。1924 年にソビエト連邦は現在のタジキスタンの一部と「ウ」国全土を含むウズベク・ソビエト社会主義共和国を建国した。この頃から 1970 年代まで、「ウ」国は旧ソビエト連邦の政治や社会の影響を受けてきた。

1991 年の旧ソビエト連邦崩壊による独立後、イスラム・カリモフ前大統領によるほぼ独裁的な政権による統治が続いたが、本事業実施中の 2016 年 9 月にカリモフ前大統領が死去し、カリモフ政権下で首相を務めてきたシャフカト・ミルジヨエフ前首相が 2016 年 12 月に新たな大統領に就任した。

#### 2-1-2 ウズベキスタンの政治・社会経済

カリモフ政権は、他の独立国家共同体（CIS：Commonwealth of Independent States）諸国と異なり急激な社会変革を回避する政策を執り、CIS 諸国の中では比較的安定した政治経済状況を創出した。この漸進主義の採用の背景には、「ウ」国の基幹産業である農業の重視政策が挙げられる。旧ソビエト連邦時代に確立したソフホーズ・コルホーズによる集団農場経営体制は、独立後にフェルメル（民間農場）とデフカン（家族営農）に移行し、農業生産高は減少傾向であるが、2016 年の農業生産高は名目 GDP 総額 665 億 USD の約 2 割を占め、全労働人口の約 3 割が農業従事者となっている。

ミルジヨエフ大統領は就任後、法案整備に積極的に取り組む姿勢が見られており、国民の法の下での財産と権利の保護やビジネス環境の改善を目指している。その一環として、2017 年 4 月に、国内外で一貫した投資政策の立案と実施に係る調整機能を担う新たな組織である国家投資委員会が発足した。それまでは閣僚会議の対外経済関係委員会や対外経済関係投資貿易省が担ってきた機能だが、これらの一部が国家投資委員会に移管され、対外経済関係投資貿易省は貿易省に改組された。さらに 2017 年 9 月には、政府・中央銀行は現地通貨 UZS（Uzbekistan Sum）の為替レートを一本化し、外貨売買の自由化を発表した。また、それまで一般市場の為替レートとの乖離が激しかった UZS の公定レートを、市場レートと同水準の 8,100UZS まで切り下げた。それまでの外国投資の障壁となっていた大きな要因の一つである UZS 公定レートの改変は、特に「ウ」国でのビジネスを模索する企業にとってビジネス環境改善に繋がるものと期待されている。

こうした状況もあり、2018年予算案では、2018年の経済成長見通しは5.9%となり、2017年の5.5%から増加の見込みである。外為規制の緩和とUZSの切り下げは短期的には成長抑制の要因となるが、次第に投資環境の改善と外国投資の増加に結び付くとみられ、これらの改革を背景に、自動車業界では2017年後半から外資系企業の動きが活発化している。

### 2-1-3 ウズベキスタンの地理および自然条件

「ウ」国は12の州と1つの自治共和国（カラカルパクスタン自治共和国）から構成され、フェルガナ盆地、中心部、南部、西中央部、北部の5地域に分類される。東部、南部の国境地帯は海拔4,500m級の天山山脈から続く高原地帯で、それらに挟まれるように国内で最も肥沃なフェルガナ盆地等が位置している。

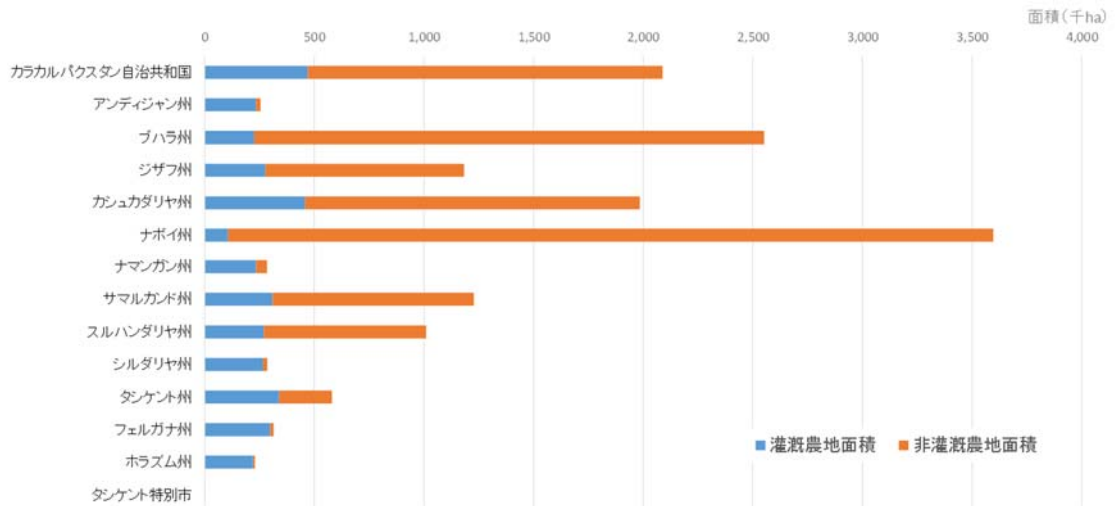
大陸性気候区分に分類される国土の年間降水量は約100～200mmと少なく、7月～9月には殆ど雨が降らない。そのため、水源は南北の国境を流れるシルダリヤ川とアムダリヤ川に大半を依存している。



出典：調査団作成

図 2-1 ウズベキスタン地図

州毎の灌漑農地面積と非灌漑農地面積は下図のとおりである。



出典: 国家統計委員会「農業統計資料 2016」を基に調査団作成

図 2-2 州毎の灌漑・非灌漑農地面積

#### 2-1-4 ウズベキスタンの農業分野の政策・計画

##### (1) 農業分野の課題

「ウ」国にとって重要な農業分野の最大の課題は、限りある水の有効利用と生産性の向上である。この最大の理由として、旧ソビエト連邦統治下時代から続く、政府が契約分を全量買い取る方式の、政府管理下の計画生産作物としての綿花・小麦の栽培の非効率性が挙げられる。

綿花の作付面積は全農業生産品目の 4 割を占めるが、綿花は他の作物に比べて多量の水を要する。しかし、最低 2 回国境を越えないと海に達しない二重内陸国である「ウ」国において、灌漑用水資源のほぼ全てを賄う北側のカザフスタンとの国境付近を流れるシルダリヤ川と南側のトルクメニスタンとの国境付近を流れるアムダリヤ川の二大河川からの取水量は、隣国との調整によって制限されている。このため、耕作面積の約 2 倍の未耕作地は開墾が進まず、生産性向上のボトルネックになっている。2003 年の大統領令以降、それまで国が管理していた綿花を中心とする圃場はフェルメル<sup>1</sup>の共同体による独自管理となり、圃場エリアまでは MARW の各流域管理局 (ISBA : Irrigation System Basin Authority<sup>1</sup>) が送水し、圃場への灌漑用水の引き込み用の灌漑ポンプや用水路・排水路はフェルメルが管理することになった。しかし、共同体は財政的に脆弱で、ポンプの電気代、運転員の人件費、修理費等を必要最低限の組合費徴収でのみ運営し、必要な水さえ引き込めばよいとの考えのもと灌漑施設を適切に管理できていないため、大量の灌漑ロスを引き起こしている。

「ウ」国で生産される綿花の質は劣っていない。例えば今治のタオルメーカーはフェルガナ盆地産の長繊維 (繊維の長さがの 31mm 以上) を輸入して今治タオルとして販売している。しかし、政府は重量単価でしが購入しないため、フェルメルは高価格となる長繊

<sup>1</sup> 大統領令による農業水資源省の組織改革により、以前まで BISM (Basin Irrigation Systems Management) と呼ばれた流域灌漑システム管理局の名称が変更した。

維だけの選別栽培を行うメリットを見出せず、収穫後の水分管理、貯蔵管理を行う意識も低いと、異なる長さの繊維が混ざったまま、低品質な綿花を生産している状況である。

このように、農産物の品質向上と共に、制約の大きい水資源の有効活用が実現できれば、「ウ」国の農業は将来安定化、充実化される可能性を秘めている。

## (2) 農業分野の関連政策・計画

近年農業従事者が減少傾向にある一方で、隣国への出稼ぎ労働者が増加している。そのため政府は、綿花・小麦栽培から高価格で取引される野菜や果物等の農作物への転換を推進しており、農業分野の近代化による生産性向上や、外貨獲得手段の一つである農産物の隣国への輸出量増加を図る政策によって、出稼ぎ労働者数を国内に呼び戻そうとしている。

ミルジヨエフ大統領の国家戦略として 2017 年に発表された「ウズベキスタンにおける更なる発展のための戦略（2017-2021 年）」は、「新たな国家・社会システム」「司法制度」「経済発展・自由化」「社会保障」「安全保障・外交政策」の主要 5 方針を掲げており、その中で農業分野は「経済発展・自由化」における主要産業に位置づけられ、農業の多様化と構造改革が戦略として明示されている。

農業分野の改革は、カリモフ政権時代から続く、外国投資促進と並ぶ政策の柱の一つであった。大統領決定 PP-1758 号（2012 年 10 月 21 日付）で定められた「2012～2016 年の農業生産の更なる近代化および機械・技術更新プログラム」では、該当 5 年間の主要農業関連機械の製造および更新リストの提出、並びにそれらに対する投資プロジェクトの選定が求められた。これに引き続き、大統領令 PU-4707 号（2015 年 4 月 4 日付）「農業生産の構造改革、近代化と多角化に関する措置のプログラムについて」では農業の多様化、輸出振興、省エネ技術の導入等を重点分野とする基本方針を定めていた。

このような前政権下での農業改革政策を引き継ぐ形で、ミルジヨエフ大統領は前述の国家戦略のもと、農業分野における改革に関連する以下の大統領令、大統領決定を公布した。

表 2-1 ミルジヨエフ政権下での農業分野改革に関する大統領令・大統領決定

交付番号	タイトル・内容
大統領令 UP-5120 2017 年 7 月 24 日付	プロジェクト管理システムの導入に関する措置
大統領令 UP-5134 2017 年 8 月 4 日付	農業水資源省の活動改善対策
大統領決定 PP-3172 2017 年 8 月 4 日付	農業水資源省の活動をさらに改善する為の組織改編
大統領決定 PP-3237 2017 年 8 月 23 日付	国家調達方式近代化
大統領決定 PP-3405 2017 年 11 月 5 日付	農地灌漑と排水に関する国家開発計画 2018～2019
大統領決定 PP-3379 2017 年 11 月 8 日付	エネルギーの適正利用の為の措置

出典：調査団作成

大統領令 UP-5134 に基づき発布された大統領決定 PP-3172 号「農業水資源省の活動をさらに改善する為の組織改編」では、近代的な農業技術や先進的な国内および海外の農業・

水資源分野の経験の導入を図るための MARW の組織改革が示された。これを受け、以前までは農業水資源大臣と各副大臣の間に存在していた各種委員会が廃止され、大臣と各副大臣担当組織がより直接的に連携するような組織形態に変更した。またそれまでは、水資源本部を掌握するハムラエフ副大臣が投資および事業実施を掌監していたが、組織改編に伴って投資部門が分離され、新たにウズベキスタン中央銀行から招聘されたムスタファエフ氏が投資担当の副大臣に就任した。このことから、大統領決定で言明されている海外からの経験、すなわち技術の導入を図っていく姿勢が伺える。

また、大統領令 UP-5120「プロジェクト管理システムの導入に関する措置」を受け、大統領決定 PP-3237「国家調達方式近代化」では国内調達方式の変更が示された。以前までのポンプ等の製品の 신설や改修に関する調達は、毎年 11 月に行われるビルジャ（展示会）という場での応対交渉を通じて決まっていたが、本変更により、以下のように比較的小規模の発注金額の場合は、各地方の MARW ポンプ電力通信局（PSEC : Pumping Station, Energy and Communication）の裁量で直接発注、契約が可能な仕組みとなった。全ての発注は MARW への申請承認手続きは依然必要だが、以前までの展示会を通じた不透明で公正さに欠ける懸念のある調達方式の変更で、設備改善が促進される可能性が生じてきた。

表 2-2 調達方式

1 件当たりの発注金額	調達方式
1,000USD 未満	各州 PSEC で直接調達可能
1,000USD 以上 100,000USD 未満	随意契約
100,000USD 以上	入札

出典：調査団作成

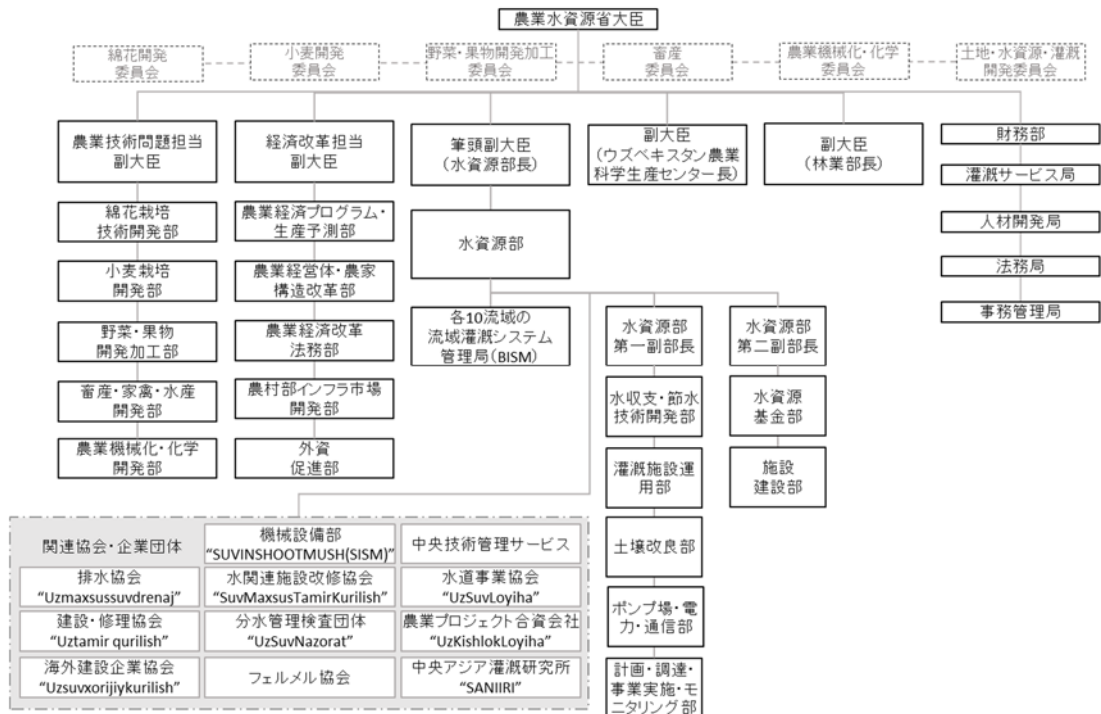
大統領決定 PP-3379「エネルギーの適正利用の為の措置」では、省エネルギー製品の認証も含め、省エネルギー製品の導入促進を一元的に統括する組織として National Energy Saving Company の設立が指示された。この組織は海外ドナーからの融資が可能で、更に電力消費施設利用者との間で、省エネルギー効果から生じる利益分を配分できるとされているが、本事業終了時点での詳細は不明である。また、同大統領決定では、国営電力公社であるウズベクエネルギー、各地方水道局、および MARW 等の各種用途のポンプを使用、管理する省庁に対し、2018 年 2 月 1 日までのポンプのインベントリーリスト提出、翌月 3 月 1 日までのそれらの改修に関する投資計画提出、を求めた。MARW はこれに対し、各州 PSEC が運転管理している各灌漑用ポンプは既にリストアップ済みとの判断のもと、2018 年 1 月 8 日に各州 PSEC に対し、フェルメルが所有、運用している灌漑用ポンプを 2018 年 1 月 15 日までにリストアップする指示を出した。

## 2-1-5 灌漑ポンプの現状

### (1) 農業水資源省の概要

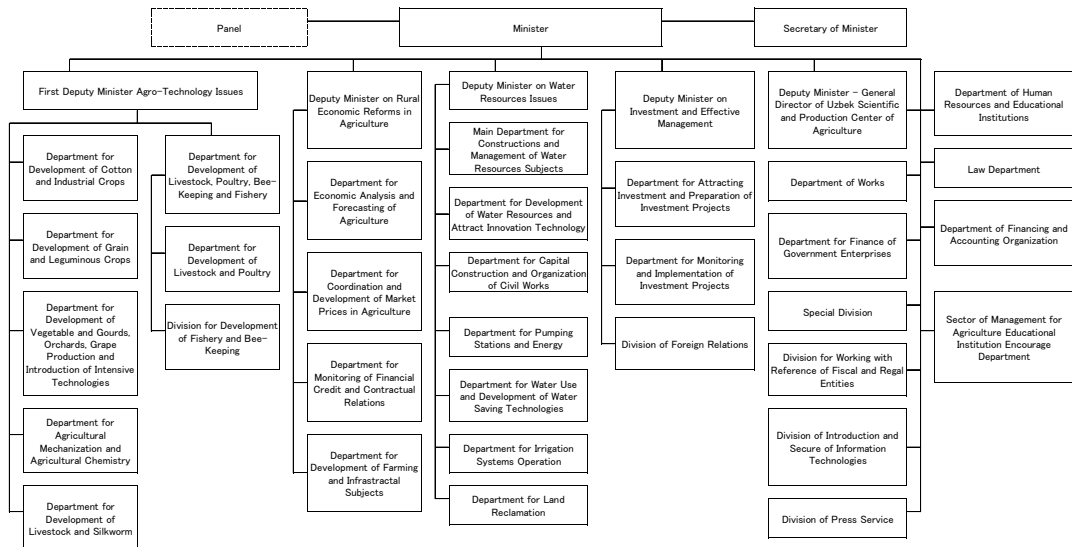
MARW は、河川からの取水から圃場までの灌漑設備の建設・維持管理の他、農業技術開発や経済施策など、農業開発全般を管轄している。

前述のとおり、新大統領の政権下で MARW 内の組織改革が進み、組織構成が変更された。大統領決定 PP-3172 号発布前後での組織図を以下に示す。



出典：農業水資源省提供資料を基に調査団作成

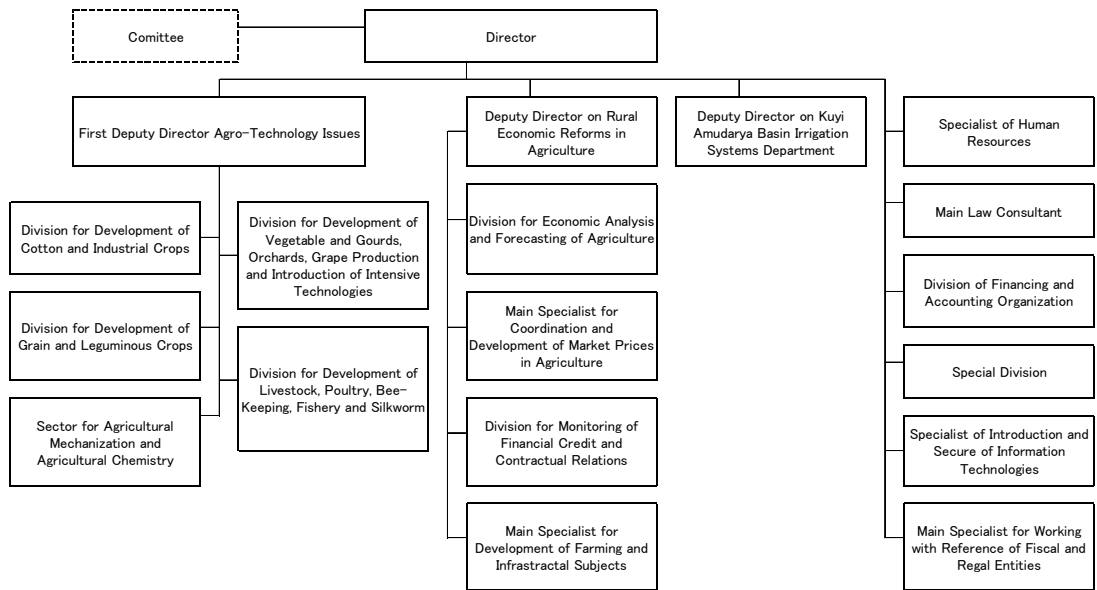
図 2-3 大統領決定 PP-3172 号発布前の農業水資源省組織図



出典：農業水資源省提供資料を基に調査団作成

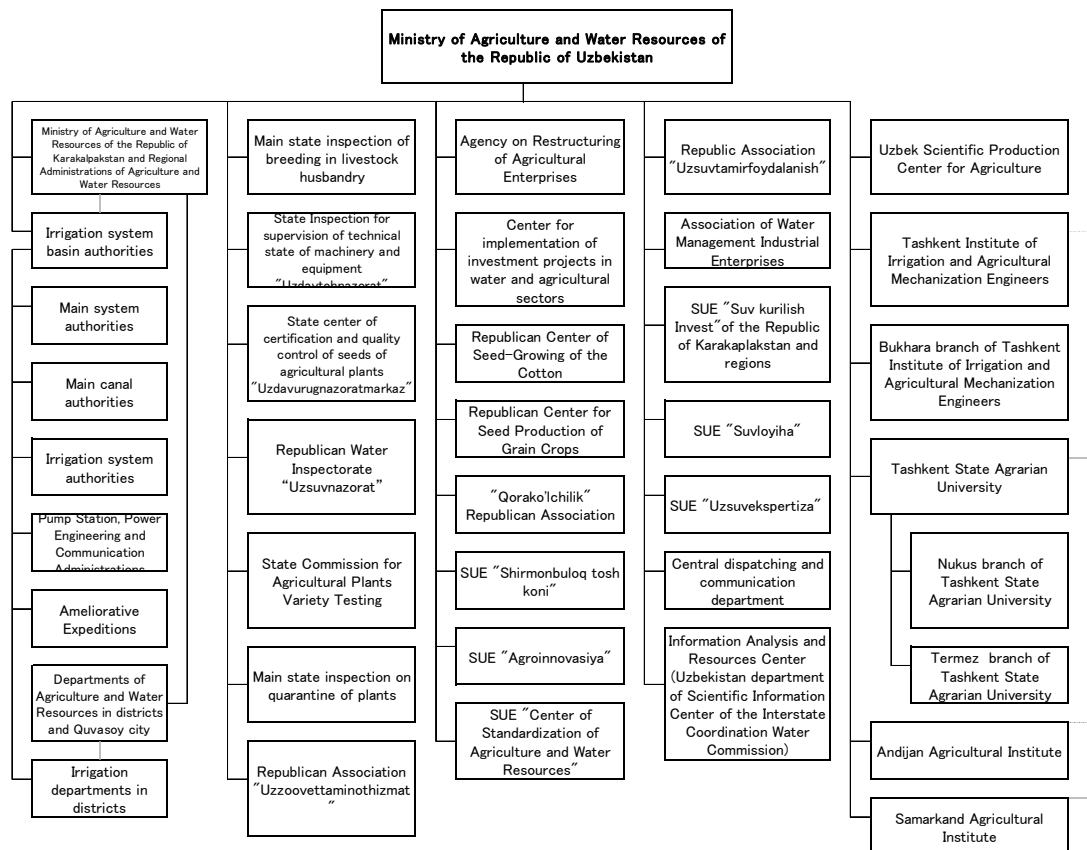
図 2-4 大統領決定 PP-3172 号発布後の農業水資源省本省組織図





出典：農業水資源省提供資料を基に調査団作成

図 2-5 大統領決定 PP-3172 号発布後の農業水資源省地方事務所組織図



出典：農業水資源省提供資料を基に調査団作成

図 2-6 大統領決定 PP-3172 号発布後の農業水資源省傘下関連組織図

(2) 灌漑ポンプの現状と課題

A) 灌漑ポンプの分類

「ウ」国全土の灌漑農業を支える灌漑ポンプは、用途と管理者に応じて以下の 3 つに大別される。

- ・ MARW が管理する本川の取水からフェルメルの取合点までの送水用のポンプ
- ・ フェルメルが管理する圃場内灌漑用ポンプ
- ・ 排水ポンプ

(a) MARW が管理する送水用ポンプ

MARW の下部組織である各地の ISBA は、全国約 1,500 カ所ポンプ場の合計 4,997 台の灌漑ポンプの管理、調達、運転、維持管理を担っている。灌漑用ポンプの形式毎の台数を以下に示す。

表 2-3 農業水資源省所有ポンプ台数（形式別）

ポンプ形式	台数
縦型ポンプ	283
両吸込渦巻きポンプ	3,592
多段ポンプ	243
その他	829
合計	4,997

出典:2011 年入手データに基づき調査団作成

縦型ポンプは、本川・主幹線運河から幹線運河に大容量を送水する大型ポンプで、高揚程の縦型片吸込渦巻ポンプと、中・低揚程の縦型斜流ポンプとがある。



図 2-7 縦型片吸込渦巻ポンプ（写真左）と縦型斜流ポンプ（写真右）外観

両吸込渦巻きポンプは、幹線運河から二次運河に中容量を送水するポンプで、中・高揚程の能力を有する。将来検討するビジネスでは、ボリュームゾーンであるこの形式およびそれ以上の大型ポンプを主な市場ターゲットとする。



図 2-8 両吸込渦巻きポンプ外観

ポンプ場の操業は主に ISBA 下部組織である PSEC が電気代、運転員の人件費、

メンテナンス費等を負担して行っているが、一部は水消費者組合（WCA：Water Consumers' Association）がフェルメルからの組合費徴収で経費や人件費を賄う形で操業している。

タシケント州 ISBA の PSEC は 15 管理地区内に 135 のポンプ場、406 台のポンプを保有している。



出典：調査団撮影

図 2-9 MARW 管理のポンプおよびポンプ場外観

(b) フェルメルが管理する圃場内灌漑用ポンプ

フェルメルの耕作面積は 100ha 以上と広大で起伏がある圃場が多く、重力送水では灌漑できない圃場へはポンプ送水が必要である。早く土地を取得（借り入れ）したフェルメルは、比較的ポンプ灌漑を必要としない地形の圃場を選択しているが、遅れて土地を取得したフェルメルはポンプ灌漑が必要な圃場が多く、ぶどうや酪農等、換金作物の栽培や高額商品を扱っているフェルメルが多い。

ほとんどのフェルメルは自らポンプを運転管理しているが、一部大きなポンプ場は WCA のミラーブと呼ばれる組合組織内の配水担当職員が運転するケースもある。運転員の人件費は各フェルメルが面積に応じて支払っており、電気代・修理費も組合内フェルメルの分担となっている。

フェルメル管理のポンプは比較的小型で、両吸込渦巻ポンプ、小型片吸込渦巻ポンプ、多段ポンプが使用されている。



出典：調査団撮影

図 2-10 フェルメル管理のポンプ場

タシケント州 ISBA 域内 15 地区には 346 のフェルメルが登録されている。

### (c) 排水ポンプ

排水や地下から沁み出してくる塩を洗い流す用途で、毎年 4,000 台の深井戸水中ポンプが調達されている。国内のポンプメーカー SUVMUSH が製作しているがその製造能力は 800 台/年であり、その他は中国から輸入している。

## B) 灌漑ポンプの課題

MARW の最大の課題は、農業生産力の向上のために大きな効果が期待できる、比較的大規模な灌漑ポンプの新規調達のための予算が不足していることである。その最大要因として、省年間予算の 80% を占める、年間約 500 億円もの灌漑ポンプ消費電力コストが挙げられる。

既存ポンプのほとんどは旧ソビエト連邦統治時代に整備されたもので、大型ポンプは外国ドナーの融資により更新事業が進んでいるものの、全てのポンプと比較すると未だ緒に就いたところである。長年更新されてこなかった既設ポンプは、現在のポンプ製品群と比べて著しく低い効率のうえ、老朽化によってさらに効率が低下している。更に、ポンプ場施設そのものも老朽化が進んでいる。現地調査を行ったポンプ場のほとんどが旧ソビエト連邦時代の 1970～1980 年代の建設で、ほとんどが 40 年以上前の旧式ポンプを運用している。当時は最先端デザインのポンプも、現在の日本や欧米各国のポンプ製品と比べて 1～2 世代古い型式となっている。オリジナルはステンレスのインペラーやシャフトであったが、「ウ」国ではステンレスの調達が難しいため、鋳鉄のインペラーや炭素鋼のシャフトにダウングレードされている。また、何十年もの間、水需要の変化に応じたポンプ設備の更新を実施しておらず、旧式の設計のため、修理では電力消費量削減や灌漑水量増加に

ほとんど寄与しない。

ポンプ場には予備も含めて複数のポンプが設置されているが、インペラー等主要部品の修理の長期化や交換部品の不足等の理由で稼働していないポンプも多く、稼働しているポンプには漏水箇所も散見される。また、取水管、導水管の配置といった取水、排水施設にも技術面で多くの問題点が見られる。タシケント州 PSEC 職員によると、州内 134 ポンプ場のうち改修が必要なのは約 6 割に及ぶとのことである。

また、アムダリヤ川およびシルダリヤ川はともに硬いシルトが混入しているため、両河川や主要運河の取水ポンプは摩耗が一層激しく、効率の低下が著しい。年間 2 回もインペラーを取りかえるポンプも多く存在する。



出典：調査団撮影

図 2-11 インペラー部分の磨耗の状況

このようにポンプ場自体のメンテナンスが不十分で、ポンプそのものも磨耗が進んでいる状態で運転しているため、非効率ポンプを長年使用し続けている状況である。そのため、MARW の年間ポンプ電力消費量は約 8.4GW にも上り、これは火力発電所 1 基分相当量となる。

MARW は、ポンプの維持修繕費として毎年約 20 億円を予算化し、ポンプの部品交換や取換えポンプの購入を行ってきたが、数千台の旧式ポンプの取換え費用はおろか、約 5 千台にも及ぶポンプの部品交換の推定年間費用にも不足するため、応急的な措置に終始しており、更新や改修が不十分な状況である。莫大なポンプ用経費は予算圧迫の要因であるため、MARW は既存ポンプの約 8 割の高効率ポンプへの更新を検討している。しかし、実際の調達仕組みは、MARW の調達ライセンスを有するロシア資本ポンプメーカーと修理工場限定での調達であり、ロシア資本の企業は高効率ポンプを製造できていないため、省エネルギー化が進んでいない。また、高効率ポンプへの更新には自国予算では到底賄えないため、国際ドナーからの支援を検討している。

他方、「ウ」国政府は、ロシアをはじめ周辺諸国への出稼ぎ労働者が多い現状の改善も目的として、統制作物である綿花・小麦から外貨獲得も可能な農作物への転作を進めることで、フェルメル数を増やそうとしている。この際、新しい圃場を開発貸与するのではなく、綿花・小麦農家から転作地を供出させて新しいフェルメルにその他作物の栽培用地を貸与している。しかし、従前からいるフェルメルは灌漑利便性や日照時間など地理的条

件の悪い圃場を新しいフェルメルに供出する傾向が強いため、新しいフェルメルへの灌漑用水供給が必要となる。しかしながら、MARW は使用電気代の削減が求められているため、新たな圃場への揚水量増加が困難な状況となっている。従って、水量を増やしかつ総電力使用量を削減するための、ポンプ設備の効率向上、水管理の改善が喫緊の課題となっている。

## 2-1-6 ウズベキスタン国内ポンプメーカーおよび修理工場の現状

MARW は、多くが旧ソビエト連邦時代に建設された数十年前の旧式ポンプ場のために非効率で電力ロスが大きくなっているという点を十分に理解している。しかしながら、この課題への対策が進まない理由には、前述のとおり、膨大な高効率ポンプへの取換え需要を賄える予算の不足に加え、国内ポンプメーカーの技術力不足という国内事情も大きな障害として存在する。

MARW より主要国内ポンプメーカーの紹介を受け、ポンプ製造や部品修理を行っている主な4社の工場視察並びに幹部職員との協議を行った。いずれも旧ソビエト連邦時代の影響が濃く残っており、会社の資本にも旧ソビエト連邦時代の名残で依然株式保有されている会社もあり、工場内の設備も設立当時の殆どを使い続けている状況である。一部の工場では中国製のデザインシステムが導入されていたが、日本や欧米各社のような品質や技術力とは大きな隔りがある。

以下に、視察協議対象4社の概要を示す。

表 2-4 視察協議対象ポンプメーカー・修理工場4社の概要

社名	SUVMASH	SUVMAXSUVTAMIR	NSO	SURHON Nasos Tamir
業態	ポンプメーカー	修理工場	修理工場	修理工場
所在	タシケント	タシケント	サマルカンド	テルメス
資本関係	ロシア企業との合弁	私企業	サマルカンド州 PSECA の子会社	国の資本だが独立して経営
保有設備	鋳造設備有	鋳造設備有 750 kg 電炉	鋳造設備廃墟	鋳造設備無し
保有試験機	成分分析器はあるが引張試験器は無し	無し	無し	—
保有加工機	機械加工設備有	ターニング・フライス盤 無し	ターニング・フライス盤 無し	機械加工設備有

出典：調査団作成

大統領決定 PP-3237 「国家調達方式近代化」によってポンプ取換えや部品交換の調達方式が変更される以前は、展示会での商談方式で毎年の発注が決まっていた。本事業終了時点では調達方式変更から時間が経過していないため、この方式変更が今後どの程度の影響を及ぼすかは不明である。訪問した企業の中には、この変化を前向きに捉え、設備更新を伴う技術力や品質管理能力の向上に期待を抱く企業もあったが、現実には設備更新には膨大な投資が必要なため、ある程度の受注量拡大が見込めない状況では改善着手は困難と考えられる。



出典：調査団撮影

図 2-12 展示会での商談会の様子

## 2-2 ODA 事業の先行事例及び他ドナーの動向

MARW は灌漑ポンプの緊急修理や小規模な取替は省予算で行っているが、大規模なポンプ設備の取替を含む改修工事は国外ドナーの資金を充当しており、これら国外ドナー案件に対しては適宜、MARW が想定ローン規模に基づいて改修ニーズの高いポンプ場リストを選定している。その一つとして JICA によるアジア開発銀行（ADB）との協調融資案件「アムバラ灌漑施設改修事業」が実施中であり、ADB はこれを含む 5 件、世界銀行（WB）が 4 件の類似事業を実施している他、イスラム開発銀行（IsDB）も大型灌漑ポンプ改修プロジェクト実施を画策していた。ただし、カシカダリヤ州の隣国トルクメニスタンに亘って越境する 7 つのカスケード式ポンプ場の改修案件のように、ADB、WB、IsDB といった各ドナーで検討されつつも隣国との調整難航などの理由で成案しなかった案件も存在する。

このような状況下、2015 年 6 月にタシケントで開催された上海協力機構首脳会議でのカリモフ前大統領と習近平中国国家主席とで結ばれた MARW のポンプ場の改修計画の MOU が締結された。これに基づき、「ウ」国側から中国側に 9 つのポンプ場改修案件リスト（ポンプ場計約 200 箇所、ポンプ数計約 1,000 台）が提示され、それら全てが中国輸出入銀行の資金を使って行うこととなった。しかし、2018 年時点では本件の進捗は見られず、寧ろなかなか進んでいない状況との情報を得ている。

なお、JICA は 2009 年から技術協力「水管理改善プロジェクト」を実施したほか、2017 年に「ウズベキスタン農業セクター情報収集・確認調査」を実施した。農業生産力向上に関する調査である后者でも、灌漑用ポンプの改善が必要な対策の一つとして挙げられている。

### 第3章 事業実施内容と成果

#### 3-1 実機ポンプ導入および実証試験

##### 3-1-1 設置場所

WRIEA との協議の結果、デモンストレーションを行うためにはタシケント近郊で、既設ポンプの状態が適切で運転されていることを条件に、下記の3カ所が推薦された。

表 3-1 WRIEA 推薦デモンストレーション用ポンプ場

ポンプ場名	ポンプモデル	台数	水量 (m <sup>3</sup> /sec)	揚程 (m)	回転数 (rpm)	電動機 (kW)	建設年
Tashkent ポンプ場	300D90	2 台	0.3	28	960	160	1981
	200D90	1 台	0.17	28	960	75	
Quizir Sharshake ポンプ場	350D90	3 台	0.25	32	960	132	1975
Soilik 1 ポンプ場	14D6	4 台	0.25	64	960	250	1975
	20NDN	2 台	0.96	64	960	800	

出典:調査団作成

本事業では、既設ポンプやポンプ場の状態が最も良くアクセスの利便性もある、タシケント中心部から約 60km 北東にある Soilik 1 ポンプ場を、実証試験の対象として選定した。



出典:GoogleMap を基に調査団作成

図 3-1 Soilik 1 ポンプ場位置図



出典:GoogleMap を基に調査団作成

図 3-2 Soilik 1 ポンプ場施設配置



### 3-1-2 Soilik 1 ポンプ場の概要

Soilik 1 ポンプ場にはブルガリア製の両吸込渦巻ポンプ 14D6 (0.25m<sup>3</sup>/sec – 64m)4 台と 20NDN (0.96m<sup>3</sup>/sec-64m) 2 台が設置されている。このうち 14D6 1 台を西島製作所の両吸込み渦巻きポンプ CDM400x300EN と取替て実証試験を実施した。

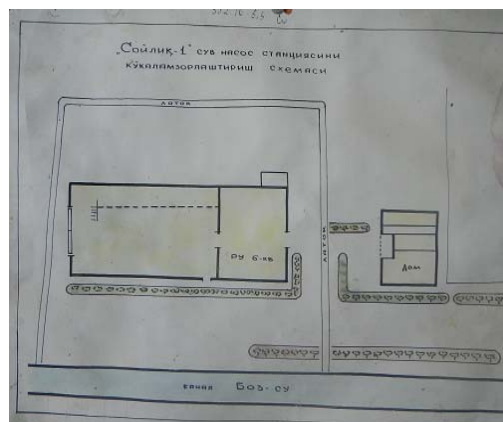
Soilik 1 ポンプ場の 2017 年の電力使用状況は以下のとおりである。

表 3-2 2017 年の Soilik 1 ポンプ場の電力使用量と電力支払金額

2017 年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	
使用電気代(Sum)	2,858,697	1,928,145	1,928,145	2,858,697	37,366,094	97,214,034	
使用電力量(kW)	14,967	10,095	10,095	14,967	195,634	508,947	
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
	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

出典:タシケントPSEC 提供資料を基に調査団作成

水源は、人工ダム湖でタシケントの水源となっているチャルヴァク湖からチルチック川に流れ込みガザルケント市で農業用水路とチルチック川に分かれるダム・ゲート付近の農業用水路から取水した。シルトは少なく水質は良い。水路から直接取水パイプで取水しているが、時折多少のカルマン渦が散見されるが特に問題はない。流入管および吐出管は既存のパイプを使用した。場内配管は吐出弁を含めポンプに合わせて取り替えた。



出典: 調査団撮影

図 3-3 Soilik 1 ポンプ場配置図



出典: 調査団撮影

図 3-4 Soilik 1 ポンプ場の取水配管および吐出本管



出典:調査団撮影

図 3-5 Soilik 1 ポンプ場の取換えた既設バルブ・吐出配管

電気室はパワートランスフォーマー・カレントトランスフォーマーとも正常に作動していたが、二次側のケーブルに劣化が見られたため取り替えた。

### 3-1-3 導入資機材

本事業では以下の資機材をタシケント州 Soilik 1 ポンプ場に導入した。

表 3-3 本事業における導入資機材

製品	台数
両吸込渦巻きポンプ (CDM400x300EN)	1
ポータブル超音波流量計 (UFP-20)	1
クランプオンパワーロガー (PW3360)	1
圧力計 (密閉型)	1
連成計 (密閉型)	1

出典:調査団作成



出典:調査団撮影

図 3-6 導入ポンプ写真



出典:調査団撮影

図 3-7 納入ポータブル超音波流量計写真



出典:調査団撮影

図 3-8 納入圧力計連成計写真

導入したポンプの仕様は、改修対象ポンプの仕様に基づきつつ、新規導入によって効率だけでなく実利面も改善したいという「ウ」国側の要望を取り入れ、設定吐出量と揚程を決定した。

#### 3-1-4 据付作業

実証試験用ポンプの据付では、ポンプ、モーター、共通ベースを載せて心出しを行うためのコンクリート基礎をタシケント州 PSEC 側で設置することで合意していた。据付に関し経年変化等を考慮ししっかりした基礎を作ることが重要であり、ポンプとモーターの共通ベースの水平度は 1m あたり 0.1mm のレベルにするよう指導していた。作業要領、据付マニュアルを提示し、基礎ボルトを埋め込む際にはノンシュリンクセメントを使用する規定の方法で基礎打ちをするよう要請していた。

しかし、タシケント州 PSEC は、自分達の方法での据え付け方法に対する自信と、据え付け要件への理解不足から、2016 年 8 月に独自の方法で基礎を作り、更にベースも埋めてしまった。そのため、時間経過と共にベース沈下によって基準許容値の 50 倍となる 5mm 以上の傾斜が生じる結果となり、共通ベースの据付は合格とせず再据付を要請した。原因は、1m あたり 1mm の精度の水準器しか持っておらず、ノンシュリンクセメントを使用しなかったために大きな差異が生じた。「ウ」国では 1m あたり 0.1mm の精度の高いエンジニアレベルの水準器は市販されていない様で、タシケント州 PSEC がポンプメーカーの SUVMASH に問い合わせても持っていないという事であった。

そこで、MARW は外国ドナー案件の実績のあるシルダリヤの建設会社に共通ベースの撤去および基礎再工事を委託した。再工事後にコンクリートの安定性を確認し、基準値内でのポンプとモーターの芯出しができた。



出典：調査団撮影

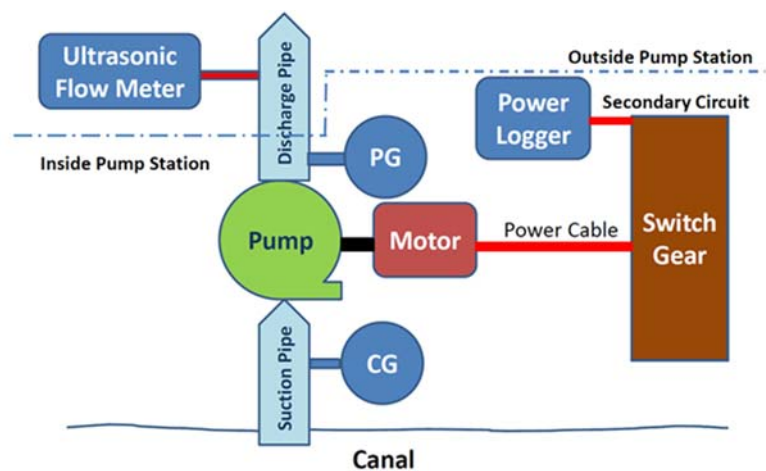
図 3-9 据付作業の様子

2017年9月15日に据付後ポンプの試運転を実施した。既定の水量・揚程・動力が確認でき、タシケント州 PSEC に使用許可を与えた。

### 3-1-5 実証試験

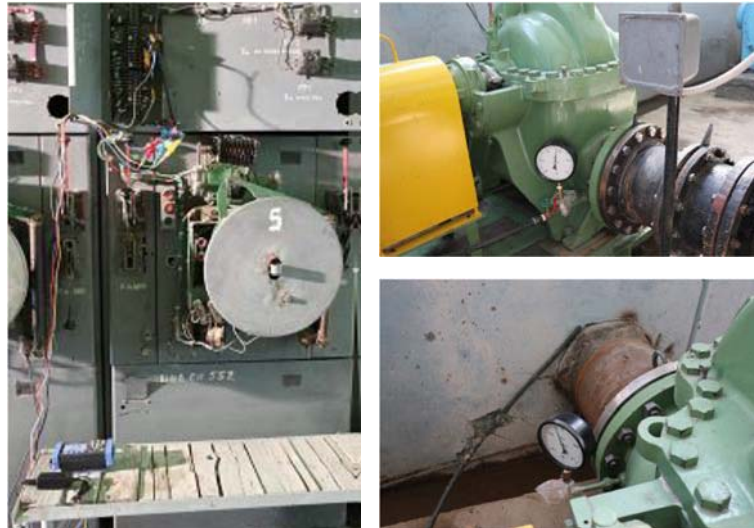
2018年1月13日に実証試験を実施した。

デモンストレーション前の試運転で問題なく吐出していることを確認し、下記に示す箇所を設置して水量・圧力・電力を測定した。



出典：調査団作成

図 3-10 測定装置設置箇所



出典:調査団撮影

図 3-11 計測機器設置写真

デモンストレーションは西島 CDM400x300EN (5号機)、既設 14D6 (4号機、6号機) の下記4モードで実施した。

- ・ 西島 CDM400 x 300EN (5号機) 単独運転
- ・ 既設 14D6 4号機の単独運転
- ・ 既設 14D6 4号機と6号機並列運転
- ・ 西島 CDM400 x 300EN (5号機) と既設 14D6 (4号機) 並列運転

### 3-1-6 実証試験結果

実証試験では導入ポンプとの比較のため、吐出量や水頭の異なる既設ポンプ2台の値も同時に計測し、以下の電力削減効果算出の根拠を得た。

表 3-4 実証試験での計測結果

ポンプ形式	吐出量 (m <sup>3</sup> /h)	水頭 (m)	消費電力 (kW)
本事業導入ポンプの計測値	1,145	58.9	255.6
既設ポンプ第4号機の計測値	870	55	226.2
既設ポンプ第4号機および第6号機合計の計測値	1,550	55	452.4
導入ポンプおよび既設ポンプ第6号機の合計の計測値	2,000	59.5	481.8

出典:調査団作成

上記を用いて同じ吐出量に換算すると、導入ポンプは既設ポンプに比べて約30%の消費電力削減量という結果が得られる。これまで実際には既設ポンプを2台並列運転することで水需要に対応していたが、本事業導入ポンプ1台で必要量の送水が賄えることとなり、同時に計測結果からこれまでは必要量以上に余剰水も送水していたことが明らかとなった。本導入ポンプの計測値 255.6kW と既設ポンプ第4号機および第6号機合計の計測値 452.4kW の差から、約 200kW の節電となり、このポンプは1年の内5か月間連続運転さ

れることから、年間約 36 万円の節電となる。

計測した 2 台の既設ポンプで効率の良いポンプと比較しても、導入ポンプは既設ポンプと比べて同じ動力で約 30%多い吐出量となったことで、タシケント州 PSEC 長から、電力消費量の削減と同時に、将来低に高効率ポンプへの取換えが実現できればポンプ台数も大幅に削減できる、との感謝のコメントを得た。

### 3-1-7 技術移転

タシケント州 PSEC は、据付工事での失敗の経験から、芯出しの精度がポンプの運転効率や耐用年数にも影響を及ぼすことへの理解が深まった。

また、各種計測装置の使用方法については、今回の実証試験準備期間中や実証試験中に OJT 形式で技術移転を行うとともに、更にその後タシケント州 PSEC 事務所内にて、機器の原理・機器の設置方法・使用方法に関して、装置使用マニュアルを用いつつ各種設定、設置方法の採用の背景・目的や意味の説明を加えた講義形式の技術移転を実施することで、技術職員の理解促進を図った。



出典：調査団撮影

図 3-12 実証試験での測定技術移転の様子



出典：調査団撮影

図 3-13 事務所内での測定機器使用技術移転の様子

タシケント州 PSEC では過去に旧ソビエト連邦製の流量計を用いて計測していたが、機器の故障に伴い常時計測を実施してない状況であった。今回の技術移転を通じ、今後は MARW 職員によって実際の電気使用量、水量のモニタリング計測を実施でき、その結果

から各稼動ポンプの効率も数値化されるため、取換えや修理の必要なポンプの優先度付けにも有益となると期待される。

### 3-2 本邦受入活動

高効率ポンプへの理解促進や LCC の概念の浸透、ガイドラインや仕様書の重要性への理解促進を図る目的で、2016 年 11 月に MARW から以下の 3 名の本邦受入活動を実施した。

- 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

表 3-5 本邦受入活動内容

プログラム	訪問先
農業施設見学	・ 両総第 3 揚水機場及び分水工 ・ 白山甚兵衛機場
工場見学	・ ポンプ・小水力発電製造工場 ・ 電動機・インバーター製造工場 ・ 計装機器製造工場
講義・意見交換	・ (株)西島製作所 ・ パシフィックコンサルタンツ(株)
表敬訪問・意見交換	・ 農林水産省 ・ 在日本ウズベキスタン大使館

出典：調査団作成

「ウ」国の技術職員の多くは、旧ソビエト連邦時代の古い技術や知識を基礎としているため、日本の様々な先端的で多岐に亘る技術を学ぶ機会となった。研修参加者からは、今後各州の PSEC の年次総会の場で学んだ知識や技術を発表する、との意思表示のほか、両総水利事業見学の際の保守点検・水管理・予防保全の考え方に多くの質問があった。また、彼らの職場での実務上の観点から多くを学んだだけでなく、土地改良区の幹線水路から支線に入る分水工に超音波流量計を設置して農業団体が管理していることや、製造工場での品質管理、加工、組立、試験と各工程における品質管理の重要性など、職責を超えた範囲でも多くを学んだ様子であった。

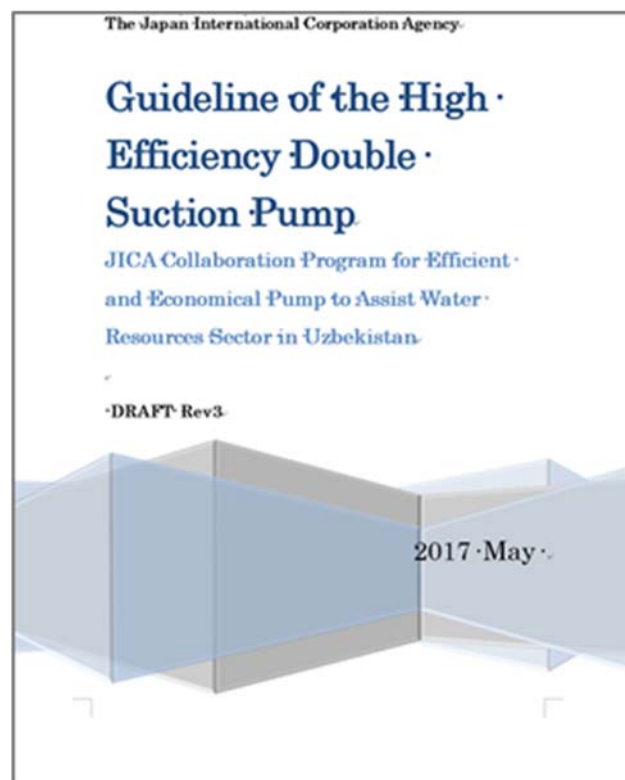
なお、Mr. ALIMOV Botir は、本邦受入活動終了後にシルハンダルヤ州灌漑管理長からシルハンダルヤ州 SHORCHI 市の市長に任命された。

### 3-3 高効率ポンプ導入に向けたガイドライン

「ウ」国にはポンプ製品の技術基準や設置・運転管理等に関する指針がほぼ存在しない状

態となっている。国の機関である State Committee of Architecture and Construction が灌漑ポンプを含む技術基準 (CMK 2.06.03-97) を発行しているが、ポンプに関する記述は数ページしかない程度である。ADB 等の国際ドナーが実施している灌漑プロジェクトの入札仕様書でも、ポンプに関しては LD 条項やペナルティ条項は書いてあるものの、JICA プロジェクトの仕様書に比べ資格要件は低く、技術仕様は一般的な事項しか書かれていないため、広範なメーカーの参入を受け入れるような内容である。

そこで、日本の技術基準を参考として、水理学の基礎やポンプの実務面など、技術以外の論点も含め JICA のこれまでの他国での実施プロジェクトを踏まえたガイドライン案を作成し、MARW に提出した。



出典:調査団作成

図 3-14 ガイドライン案表紙

【ガイドライン目次構成】

- 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 セミナーの開催

2018年1月15日にMARWセミナールームで以下をテーマにしたセミナーを開催した。

- ・ 実証試験結果の報告
- ・ 高効率ポンプガイドラインの説明
- ・ LCC・サービスの説明
- ・ 技術サービス

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

出典:調査団作成

図 3-15 セミナープログラム

MARW 副大臣をはじめ、水資源工業会、タシケント州 PSEC、農業灌漑大学、農業技術院から合計 16 名の参加を得た。



出典:調査団撮影

図 3-16 セミナーの様子

セミナーでのデモ計測結果プレゼンを通じて、参加者に、日本のポンプに変えると大幅な効率化が図れることの理解を得て、MARW の省エネルギーに関する意識を高める効果が大きかったと考えられる。「ウ」国では国家政策として、貴重な外貨獲得戦略資源である LNG の国内使用量を減らすという狙いがあり、国内電力消費を少しでも削減し高効率化するという意識が省内でもより現実味を帯びて逼迫しているものと考えられる。

副大臣はプレゼンテーション後のスピーチで、「省エネ、水管理が喫緊の課題であり灌漑水量を増やすこと」、「電気代削減が喫緊の課題であること」、更に「上海協力機構でポンプ場改修契約をしているが金利は 2.8%/年で調達オプションは中国側にある為に「ウ」国側の自由が無いが、今回の JICA 民間連携事業はグラントである」などの言及があった。

## 第4章 本事業の成果

### 4-1 本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針

高効率ポンプをタシケント州 Soilik 1 ポンプ場に導入して実証試験を行った結果、既存ポンプと比べて約 30%の省エネルギー効果を定量的に示すことができた。実際には必要吐出量に応じたポンプの運転となるため、約 3 割の省エネルギー効果がそのまま実用運転での使用電力費削減とはならないが、仮に全ての既設ポンプが高効率ポンプに取替えられれば、年間 100 億円程度の費用削減効果が得られると推定される。「ウ」国は、ロシアや隣国への出稼ぎ労働者の国内還元促進のためにも、農業の近代化を通じた農業生産性向上を図っている。MARW の予算の大半を占める灌漑ポンプ電気代の削減は、農業振興対策予算の拡充などにつながるため、「ウ」国の開発課題である農業振興への間節的な裨益効果が期待できる。

このように開発課題への貢献が期待できる灌漑ポンプの高効率化を、民間ビジネス普及の面からアプローチしていくため、本事業では、MARW をはじめとする関係者との協議やポンプ場調査、民間ポンプメーカーや修理工場の視察を通じて以下の事項を明らかにした。

- ・ 「ウ」国の灌漑ポンプの劣化状況、改修の仕組み
- ・ 既設ポンプの高効率化への明確なニーズ
- ・ ポンプ高効率化の実現に際しての障壁

また、実証運転を通じて日本のポンプの品質の高さをアピールでき、「ウ」国関係者に対する高効率ポンプのガイドライン・仕様書の提示やセミナーを通じて、LCC の概念の議論ができたことで、今後の「ウ」国での国際入札案件において日本のポンプメーカーが優位性を持つ可能性が高まったと考えられる。

「ウ」国灌漑ポンプ市場への参入ビジネス計画の実現に向けては、次表に示すとおり、今後、より実態に即した電気代削減効果データの取得や現地企業との連携によるビジネス実施体制の確立を通して進めていく。

表 4-1 本事業の実施事項・課題・今後の対応

#	タスク ビジネス展開に向けて 事業内に実施すべき 項目	活動計画と実績						達成状況と評価	残課題と解決方針	解決へのアクションと時期
		第1回 (現地)	第2回 (現地)	第3回 (現地)	第4回 (現地)	第5回 (現地)	第6回 (現地)			
1	市場性／現地ニーズの確認							完 ・ 灌漑ポンプの国家予算全体、現行調達システムを確認 ・ 大統領決定等の市場改革の内容を確認		
2	ポンプ場の運用実態の把握							完 ・ 既存ポンプ場調査による運転状況把握 ・ フェルメル管理ポンプ場運用ヒアリング		
3	高効率ポンプ技術に対するMARWの理解促進							完 ・ ガイドライン・仕様案の作成 ・ セミナーの実施		
4	効率測定技術の移転							残課題 ・ OJT形式による技術移転	・ Soilik 1に導入した高効率ポンプの年間データモニタリング	・ 2018年12月までの期間、タシケント州PSECが使用電力量と送水量のデータ取得を実施 ・ PSEC職員による計測正確性は、取得データ分析により検証
5	ビジネス体制構築検討							残課題 ・ ポンプメーカー・修理工場4社の視察、協議 ・ 連携先候補としての優先順位付け	・ サービス事業の連携候補企業の決定	・ 2018年10月までに各PESCと発注可能性を協議確認し、事業計画を立案 ・ 2018年10月まで各修理工場と協議を継続し、MOU締結・連携形態の決定・投資実行を図る

出典：調査団作成

## 4-2 事業展開の方向性

### 4-2-1 市場参入への考え方

「ウ」国のポンプ事業に関連するニーズは大きく以下の3点に集約されると考えられる。

- ・ ポンプ送水量の増加と総電力使用量の削減
- ・ シルトが多い取水水質への対応
- ・ 外国ドナー等を通じた最新技術導入促進

「ウ」は基幹産業である農業の振興を図る目的で、フェルメル数の増加を目指している。それには灌漑水量の増加が不可欠だが、他方でMARWは使用電気費用削減が求められていることから、ポンプ設備の効率化が最重要課題と考えられる。ポンプの高効率化が促進

されれば、使用電力費用が削減され、その削減分をポンプ取換え需要に充当するような対策も考えられるが、MARW の予算は単年度編成で、前年度電力消費削減コスト分は翌年の予算編成時には充当される見込みはあるものの、1年後には高効率ポンプの電力消費量に応じた予算措置が採られる可能性が高く、LCC の観点での削減費用は国家予算に編入されることとなる。

従って当面、ポンプ取換えではなくメンテナンスサービスへの参入可能性が高いと考えるのが現実的である。多くの灌漑用水はアムダリヤ川、シルダリヤ川の水源に頼っているがシルト質の土砂が含まれているため、ポンプ部品の摩耗の影響が激しい。旧ソビエト連邦時代に設置されたポンプは特に老朽化が激しく、修理は動かなくなった部品の交換修理といった応急措置にとどまっている。この主な要因には MARW の予算不足が挙げられるものの、入札制度の改革に伴い、今後は高品質の製品やサービスが優位となる市場へと変わっていくものと予想される。

そこで、ビジネスとしては、当面はサービス事業を中心に現地での関係機関・企業とのビジネス関係の構築を図りつつ、中長期的に高効率ポンプの取換え需要市場に本格参入していくことが考えられる。ただし、民間ビジネスの観点からは、取換え需要が十分な市場規模となる必要がある。MARW の予算規模では到底足りないため、国際ドナーによる大型灌漑ポンプ改修案件で、品質の高い日本をはじめとする先進国の高効率ポンプ導入が実現され、さらにそれらの省エネルギー効果の具体計測数値によって効果への理解が浸透されていくことで、高効率ポンプ取換え市場が将来的に拡大していく必要がある。これらの案件を通じた製品導入によって、当該ポンプのメンテナンスサービスの需要も拡大するにつれて、部品交換や補修から新たな国内調達分の取換え需要の取り込みへと繋げる方策が、民間企業にとっては比較的风险の低い方策として受け入れられる素地がある。

そのためにも、本事業で得られた Soilik 1 ポンプ場での実証試験結果や高効率ポンプ導入に向けたガイドラインの紹介等を通じて、「ウ」国内で高効率ポンプの大幅な電気代削減効果と共に LCC の概念が徐々に浸透していくことが期待される。実際、Soilik 1 ポンプ場では、1シーズンの稼働モニタリングデータを活用して、高効率化が明確に示せれば、タシケント州 PSEC は MARW 本省に対して Soilik 1 ポンプ場のその他の既設ポンプの高効率ポンプへの取換えを提案するとの意向表明があった。

## 4-3 想定事業と事業展開ステップ

### 4-3-1 想定事業

既存ポンプの部品交換や機能再生等によるサービス事業、およびポンプ場施設一体での新規ポンプ供給事業との2方策による事業展開を想定する。

#### ① サービス事業

ReDu® (Re-Engineering and Design-Up) とコーティング技術を中心に既設ポンプの性能向上と耐久性向上を目的にサービス市場に参入する。

現在「ウ」国で行われているサービスビジネスは動かなくなったポンプを動かす

レベルのため、本事業成果への理解浸透が必要となることから、デモポンプの運転結果に対する一定の理解を得られた MARW、タシケント州 PSEC、WRIEA を通じて、全国への PR 活動が実施されるよう働きかける。その際、製品のパーツのみの比較においても、輸入製品や外資企業のサービス価格は、SUVMASH と比べ高価とならざるをえないため、LCC 概念の浸透を通じてその金額差の理解促進に努める。また、部品製造においても現地企業との連携が必要となるため、サプライチェーンや製造能力の詳細検討を進め、「ウ」国におけるビジネスストラクチャーを構想し、早期に MARW 予算措置が実現されるような営業活動を行っていく。

#### ② 新規ポンプ供給事業

外国ドナーの案件の入札に参加して受注していくのが当面の方策である。事業で作成した高効率ポンプガイドラインと仕様書を入札仕様書に反映されれば、日本企業の受注の機会も増加すると考えられることから、これら基準類の普及に努めていくと同時に、無償や円借款案件の受注を図っていく。

### 4-3-2 事業展開ステップ

老朽化ポンプは全交換が必要なものと、部品交換や補修で対応できるものに分かれる。これまで、MARW の維持管理修繕予算で賄われるポンプの取替え部品供給は、以下のプロセスを通じて、半官半民の SUVMASH のほぼ独占状態であったと推察される。

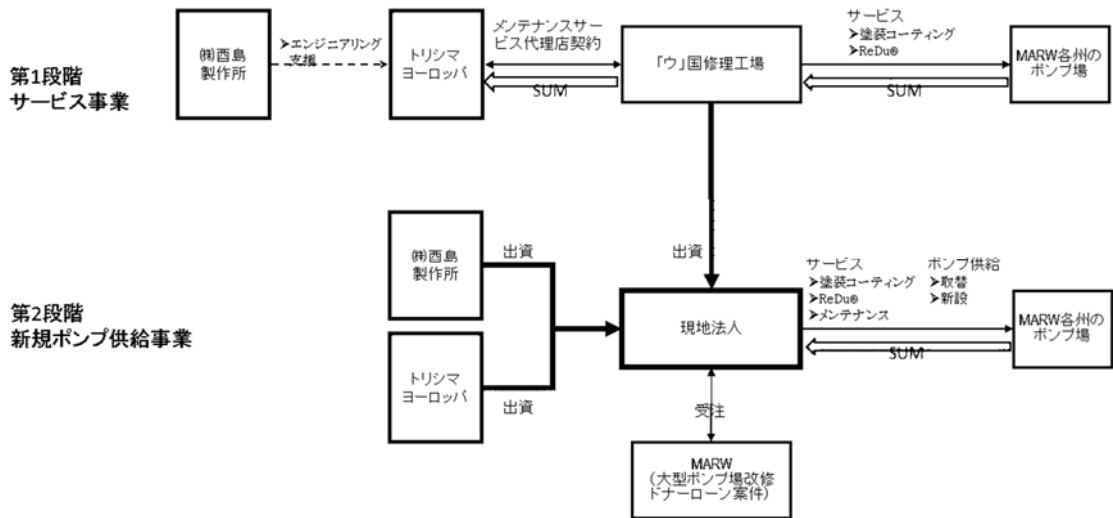
- ・ 毎年9月に各 PSEC より MARW に調達計画を申請する。
- ・ 財務省と MARW で予算の協議・調整を行う。
- ・ 展示会前に MARW より各 PSEC に購入予算額が提示される。
- ・ 上記にもとづき展示会にて各 PSEC は業者選定を行い発注する。(まだ有効ではない)
- ・ 1月に新年度予算が決定したら契約が発効される。

近年の制度改革により、このようなプロセスの改善が期待されるものの、急激な改革は望めないため、将来の事業展開は、この SUVMASH が占有してきた市場からの受注拡大ステージと、新たなニーズ・需要の喚起を通じた新規市場開拓ステージの2つのステップを踏んでいくことになると予想される。

### 4-3-3 ビジネスモデル

現地パートナー企業候補との代理店契約からサービス事業の開始、新規ポンプ供給事業の開始という段階的な事業拡大計画とする。新規ポンプ供給事業に必要な現地製造工場は、サービス事業の展開を通じて顧客の拡充と高効率ポンプの売込みが進んだ段階で、サービス事業での現地パートナー企業への直接投資あるいは共同出資を通じた工場設立方策を想定する。

2段階での事業拡大ステップに応じた想定ビジネスモデルを以下に示す。



出典: 調査団作成

図 4-1 想定ビジネスモデル

#### 4-3-4 収支計画

上記ビジネスモデルの実現に向けた事業収支は次のように計画する。

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>サービス事業</b>	進出準備		受注拡大フェーズ					
<b>新規ポンプ供給事業</b>	ドナー案件営業		現地製造検討フェーズ			製造受注フェーズ		
営業経費	5百万円	5百万円	5百万円	5百万円	5百万円	5百万円	5百万円	5百万円
サービス・販売経費				5百万円	5百万円	5百万円	5百万円	5百万円
投資額(累計)	5百万円	10百万円	15百万円	25百万円	35百万円	45百万円	55百万円	65百万円
保守点検サービス			20百万円	25百万円	30百万円	50百万円	50百万円	50百万円
ポンプ販売						25百万円	30百万円	30百万円
販売合計	0百万円	0百万円	20百万円	25百万円	30百万円	75百万円	80百万円	80百万円
<b>粗利(累積)</b>	<b>-5百万円</b>	<b>-15百万円</b>	<b>-10百万円</b>	<b>-10百万円</b>	<b>-15百万円</b>	<b>15百万円</b>	<b>40百万円</b>	<b>55百万円</b>

出典: 調査団作成

図 4-2 想定収支計画

#### 4-4 現地企業との連携

各 PSEC の傘下には修理工場や協力修理会社が存在する。しかしこれら企業の技術レベルは低く、故障したポンプを再稼働できるようにする修理を主業務とし、予防保全のようなメンテナンスは行っていないため、MARW やフェルメル の要求に答えられていないと言える。

しかしながら「ウ」国でのビジネス展開を図る上では、現地企業との連携は必須条件である。近年の調達方式変更の動向を注視しつつ、前述の事業展開ステップの段階に応じて、外資企業との連携を通じた事業拡大に意欲のある現地企業と、営業面、製造面それぞれの観点での連携方策、協業方法を検討していく。

#### 4-5 その他の市場

現在まで、MARW はフェルメルのポンプ施設は管轄外としており、水理組合が運転維持管理費用を水利用者間での公平負担によって賄っている現状である。しかし、MARW 管理のポンプ同様、フェルメル管理の多くのポンプも旧ソビエト連邦時代の製品であり、耐用年数を上回るため、応急処置的な修繕対応もそろそろ限界に近づいている。そのため、水理組合からはフェルメル管理のポンプ施設を MARW 管理下への移管の要望も挙がっており、MARW も具体検討をはじめようとしている段階である。

今回調査したパーケント州の葡萄畑や酪農家のフェルメルのポンプ場では、フェルメルは広大な敷地を有しておりすべて重力で灌漑することは不可能であるが、比較的ポンプ灌漑が少なくて済む圃場は先に取得したフェルメルに与えられ、綿花・小麦の栽培を行っている。後発のフェルメルはポンプ灌漑をせざるを得ない土地を与えられ換金作物を栽培することになっている。綿花や小麦の計画生産以外の農作物用の灌漑用途となるため、ある程度裕福なフェルメルを顧客にしたサービス展開も一定の規模が見込めると考えられる。

フェルメル所有のポンプは小規模だが、サービスビジネスの観点からは市場拡大の契機となることから、フェルメル所有ポンプのサービス事業も、想定市場規模検討の際に有効となる。

#### 4-6 リスク

これまでの「ウ」国での事業展開の最大のリスクは、現地通貨の外貨交換にあったが、現政権による改革の一環で、為替リスクも徐々に低減されつつある状況である。しかし実態を検証する必要がある。

MARW のこれまでのしがらみをどう断ち切るかというのが今後の受注を左右するものと想定される。



## 第5章 ODA 事業との連携可能性

### 5-1 無償・円借款案件の実現可能性

「ウ」国ではポンプ場の更新・改修需要は大きいですが、MARW の予算規模が小さいため、大規模灌漑ポンプの改修には、国家予算あるいは国外ドナーに頼らざるを得ない。これまで各開発銀行等が大型ポンプの改修案件を手がけており現在は ADB と JICA の協調融資でブハラ州のアムブハラ灌漑計画の入札が実施されている。他方、中国と「ウ」国は、2016年にタシケントで開催された上海協力機構において、合計約 1,000 台のポンプ交換を含む 9 つのプロジェクトの実施を MOU にて合意したが、2018 年時点では進捗が見られない。ただし MARW は、中国との MOU に基づく案件は進捗が不透明ながらローン案件であることに変わりがないため、今のタイミングで新たに円借款を要請するのは困難と考えている。

また、中国が計画している 9 案件以外にもリストアップされたポンプ場改修プロジェクトが存在しており、潜在ニーズは大きいと推察される。このような状況下、現政権は 2018～2019 年の農業近代化計画において、ポンプ更新に際しての自国資金による更新事業推進方針を打ち出し、大統領令 PP3405 にて MARW による 2 年間の実施計画が承認された。しかしながら、MARW の予算措置は確定しておらず、同省の年間予算規模を踏まえるとその実現可能性は不確実である。

そのため、ポンプ場改修案件リスト中に緊急性が高く高効率ポンプへのニーズが高いような我が国による援助案件候補が存在する場合は、無償案件の形成が進められることが期待される。無償案件が実現し当社製品が導入される場合は、我が国の製品の「ウ」国への普及が進み、本事業で導入したポンプも含めて複数の高効率ポンプの運転性能や効率がモニタリングデータに基づいて立証されることから、「ウ」国での高効率ポンプ導入の機運が一層高まることが想定され、これに併せ、計画するメンテナンスサービス事業の拡大も期待される。その後は、上述の中国との MOU 対象案件の実施進捗や「ウ」国の対外政策の動向に応じて、「ウ」国から円借款案件化の要請が挙げられることも想定される。

### 5-2 複合型プロジェクト案

「ウ」国の農業分野では、フェルメルも含むポンプの省エネルギー化の課題の他、灌漑農業における圃場の塩害対策ニーズも存在する。圃場の塩類集積は、過剰な灌漑や圃場の不均平化、排水路の機能低下などが要因で、塩分を含んだ地下水が毛管現象によって圃場表層に上昇移動するメカニズムで発生する。「ウ」国のように降雨量の少ない地域では、雨水による土壌中塩分流出が少なく、地表からの浸透圧力も低いいため、塩害は灌漑農業の大きな課題であり、「ウ」国全土でも大きな問題となっている。特にカラカルパクスタン自治共和国、ブハラ州、ナボイ州、シルダリヤ州などでの被害が顕著である。塩害が発生した圃場では、塩分濃度の低い水を圃場に多量に投入するリーチングと呼ばれる対策が必要であるが、水源を運河に頼る「ウ」国では圃場からの塩分濃度の高い排水が下流域に運ばれるため、塩分濃度の低い水の確保が困難である。

「ウ」国は、社会問題ともなっている出稼ぎ労働者の国内還元促進対策として、農業振興を推進しようとしており、圃場の塩害対策は社会的インパクトが大きい。MARW はポンプ場管理とともに水資源管理や農業対策も所管しており、社会的ニーズの高い灌漑農業促進の支援に資する案件へのニーズは高いと考えられる。

このような観点から、既存ポンプ場の効率性の観点に加えて、塩害被害の地域分布や被害の程度の観点も踏まえ、社会的要請に配慮した緊急度、優先度の高いポンプ場改修について、開発計画調査型技術協力などのスキームを通じた改修計画策定支援も効果的と考えられる。

## 添付資料

## 1. 高効率ポンプガイドライン

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

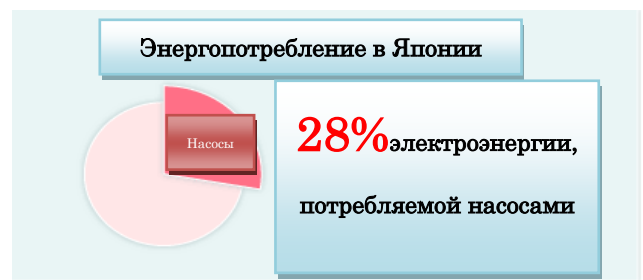


Рис. 1 Энергия, потребляемая насосом

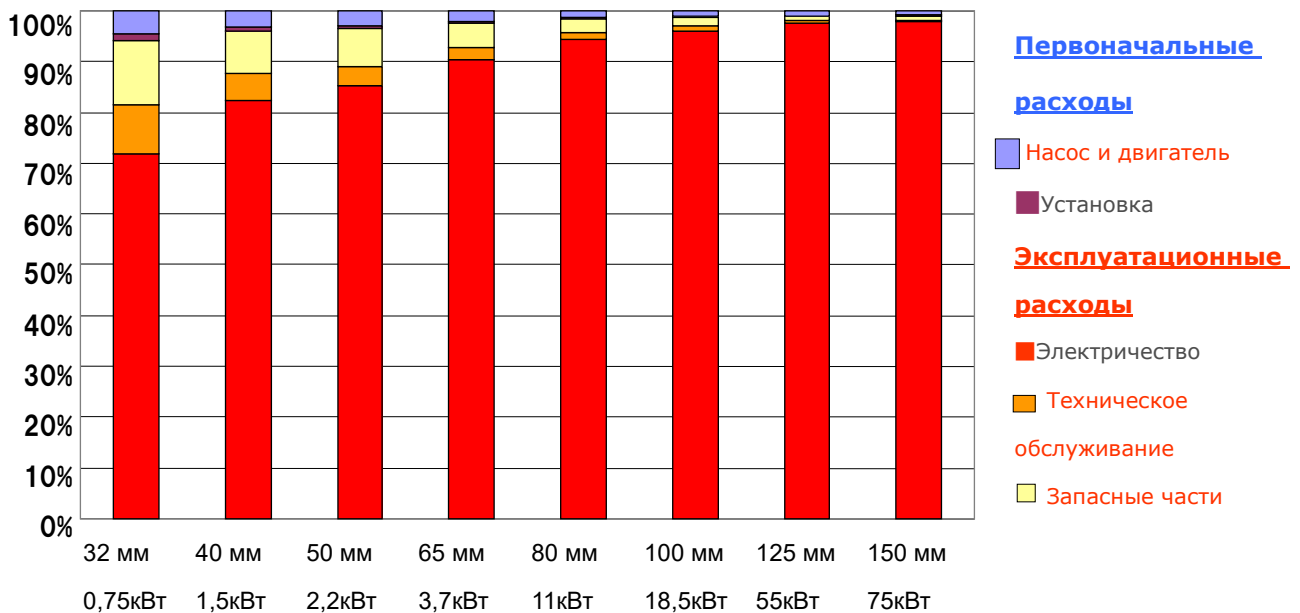


Рис. 2 Совокупные расходы насосов в течение 15 лет в Японии

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 ( $\mu\text{m}$ ) 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  $12.5Ra$  ( $\mu m$ ), 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<sup>-1</sup>)

$Q$ : Подача (м<sup>3</sup>/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

$\eta_p$ : 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)

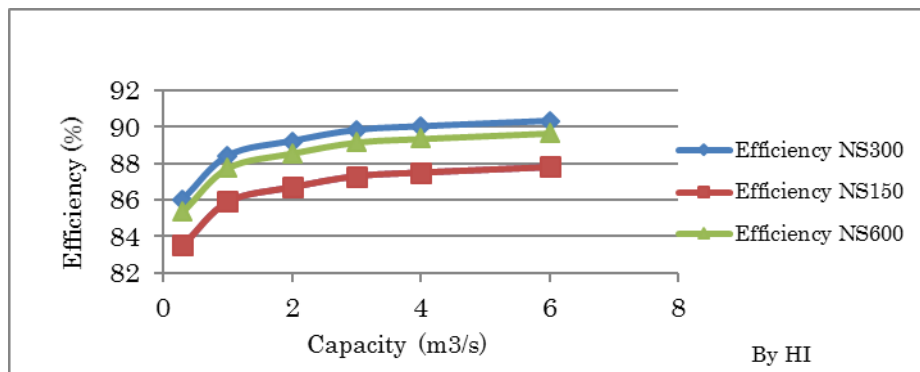


Рис. 3 Эффективность насоса, по сравнению с подачей и быстроходностью

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<sub>тр</sub>.

- (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 NPSH<sub>3</sub> чем NPSH<sub>ср</sub>. 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.

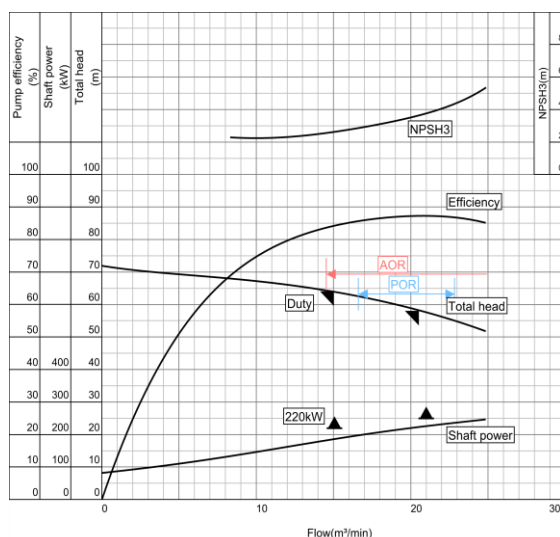


Рис. 4 Эксплуатационная характеристика насоса

### 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”.

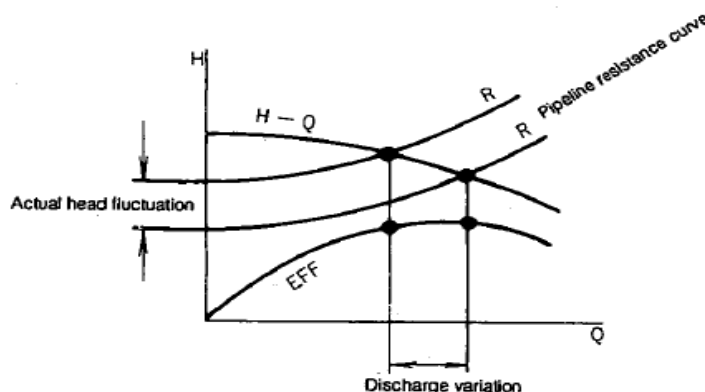


Рис. 5.1 Кривые системы и рабочие точки насоса

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 C<sub>2</sub>.

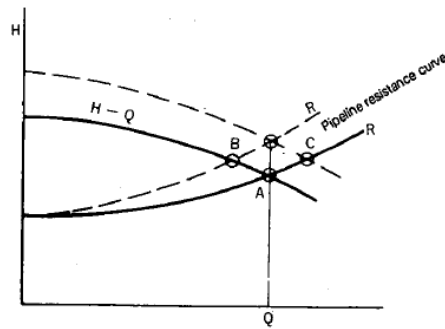


Рис. 5.2 Потери на трение и старая/новая труба

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  $C_2$ .

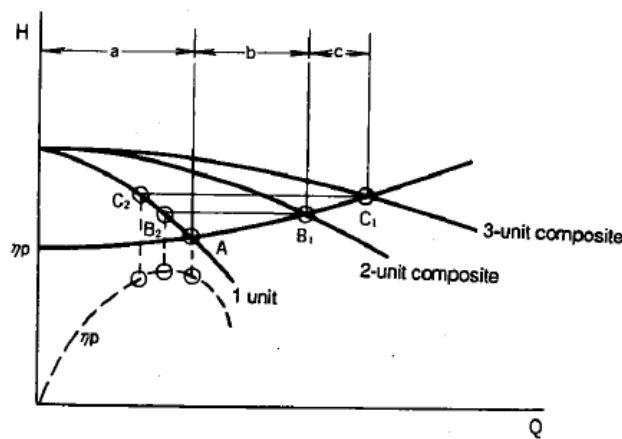


Рис. 6.1 Кривые параллельной работы

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”.

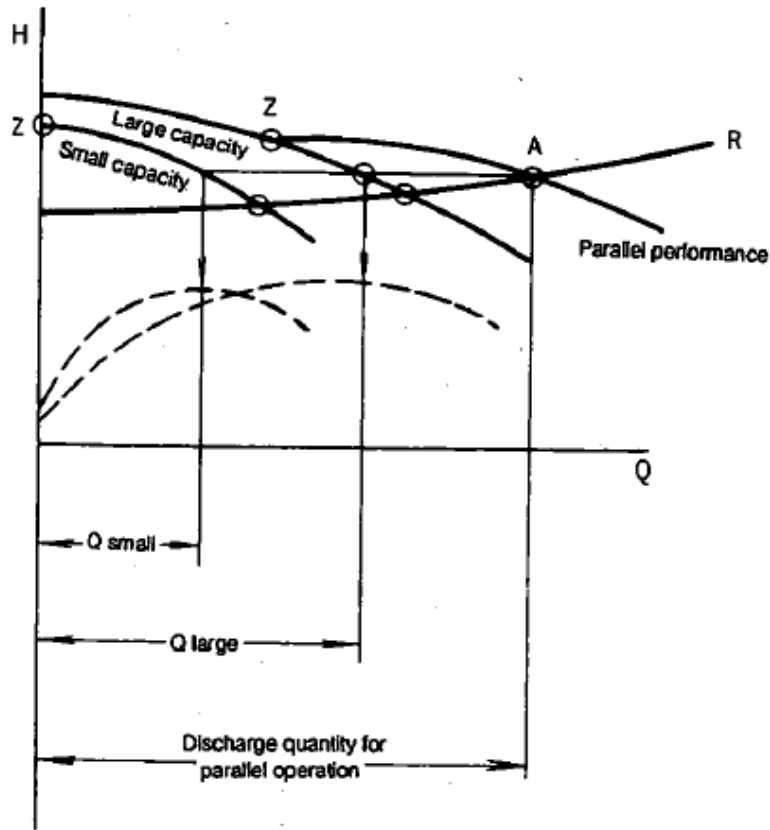


Рис. 6.2 Параллельная работа насосов с различной производительностью

Large capacity	Большая подача
Small capacity	Малая подача
Parallel performance	Параллельная работа
Q <sub>small</sub>	Q <sub>малое</sub>
Q <sub>large</sub>	Q <sub>большое</sub>
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, NPSH<sub>3</sub> должно быть ниже NPSH<sub>ср</sub>.

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

Даже при точке подачи, NPSH<sub>3</sub> не должно быть больше NPSH<sub>ср</sub>.

Примечание) NPSH<sub>3</sub> 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  $m^3/мин$ , 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 NPSH<sub>3</sub>, должно быть ниже NPSH<sub>ср</sub>.

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.

а) Контроль материалов

б) Испытание гидростатическим давлением

в) Балансировочное испытание

г) 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.

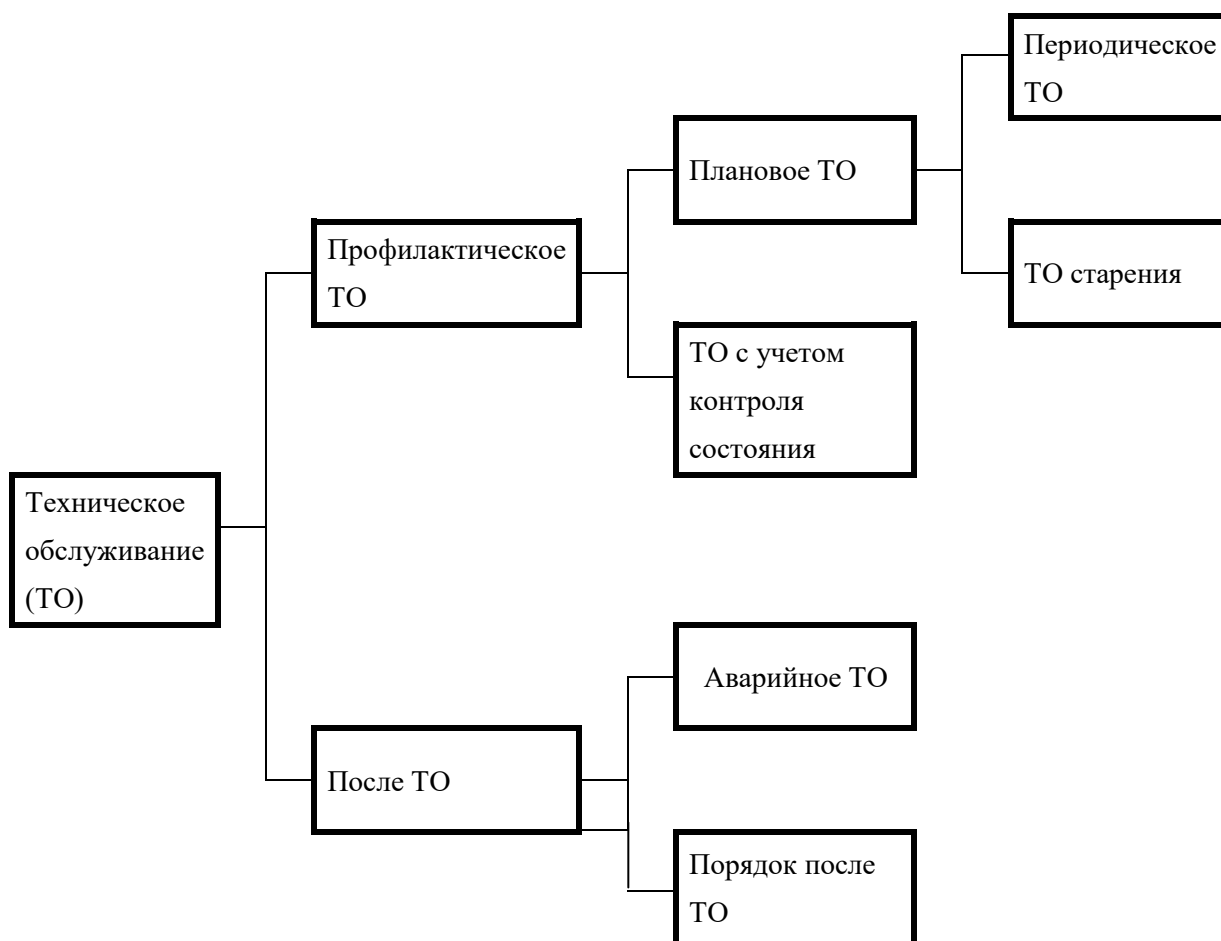


Рис 7. Классификация технического обслуживания (JIS Z8115:2000 (Надежность))

#### 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 =  $\sum_{1}^{n} A_x \{(1+r)^n / (1+i)^n\}$

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. 高効率ポンプ仕様書

# 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

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

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 \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>/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 водоуплотного 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.

### 3. セミナー資料

#### (1) 酉島の紹介

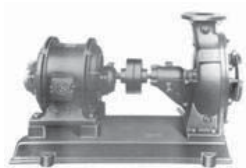


**TORISHIMA PUMP MFG.CO, LTD.**  
с 1919 года

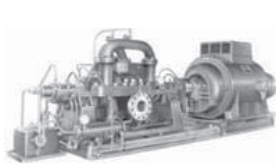
с 1919 года



**Насосы компании TORISHIMA Pumps разработаны, усовершенствованы в соответствии с потребностями клиентов**



Одноступенчатый, одинарное всасывание турбонасос



Насос котловой воды типа VM водяной насос



Насосная станция для химического комплекса в Кувейте



Вертикальный осецентробежный со спиральным кожухом канализационный насос в Гонконге



Питательный насос котлоагрегата для ГЭС в Саудовской Аравии



Центробежный насос с односторонним входом типа CSX



Насосное оборудование для дренажной насосной станции



Циркуляционный водяной насос для промышленного комплекса в Саудовской Аравии



Насос высокого давления для подачи морской воды для исследований по опреснению воды в Австралии

## ➤ Краткая информация о корпорации

➤ (на 31 марта 2016 года)



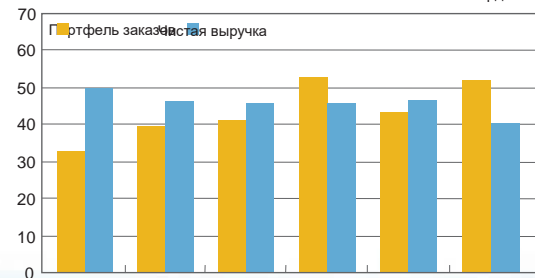
Название компании	Torishima Pump Mfg.Co.,Ltd.
Основана	1 августа 1919 года
Акции в обращении	29 889 079
Фондовая биржа	1-я секция Токио
Акционеры	7 465
Штат сотрудников	1 547 (Консолидированные) / 824 (Не-консолидированные)
URL локатор	<a href="http://www.torishima.co.jp/en">www.torishima.co.jp/en</a>

## Ключевые показатели финансового положения

Миллион иен

Миллиард иен

	Налоговый год 2010	Налоговый год 2011	Налоговый год 2012	Налоговый год 2013	Налоговый год 2014	Налоговый год 2015
Портфель заказов	32 974	39 579	40 975	52 847	42 878	51 304
Чистая выручка	49 880	46 453	45 974	45 985	46 501	40 479



Налоговый год 2010, Налоговый год 2011, Налоговый год 2012, Налоговый год 2013, Налоговый год 2014, Налоговый год 2015

## > Наша стратегическая задача



Улучшение эффективности насоса  
сокращение выброса CO<sub>2</sub>  
способствовать сохранению  
окружающей среды планеты Земля

TORISHIMA wins a prestigious award in Japan

# Energy Conservation Grand Prize

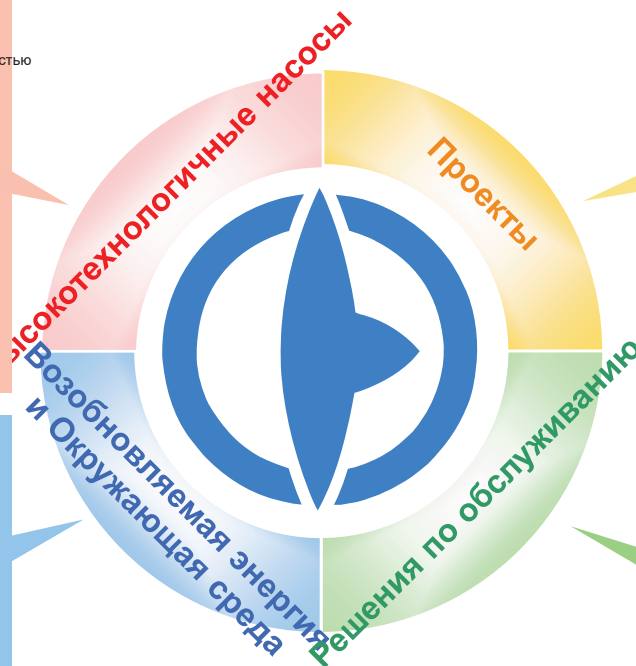
sponsored by Japan's Energy Conservation Centre  
 supported by the Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry

**Высокотехнологичный насос**

Насос с высокой добавленной стоимостью для различных потребностей  
 Электростанции,  
 Опреснительные установки,  
 Нефтехимические заводы и др.



- Ветрогенерация
- Мини и микро выработка электроэнергии



**для проектов ПЭС под-ключ Насосных станций**

Строительство полностью под-ключ водопроводы / водоподача, Дренаж, Поливной баланс растений и др.



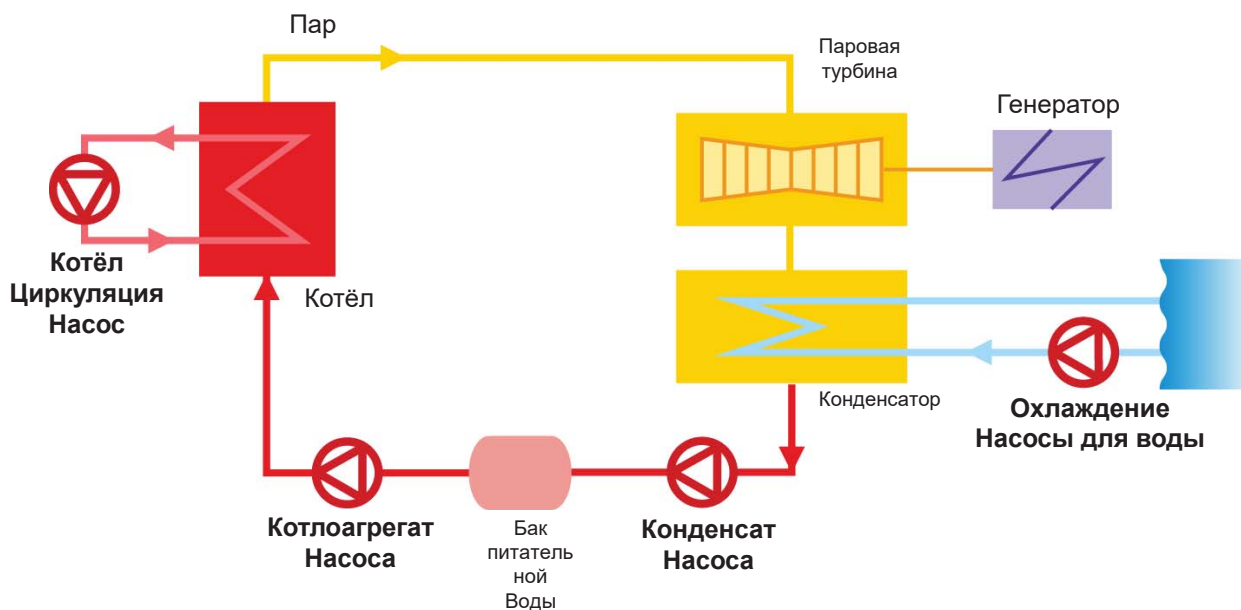
- Эксплуатация и Техобслуживание
- Поставщик решений  
 Запасные части, ремонтные работы, обслуживание, техническая эксплуатация, модификация, REDU (технологическое и проектное изменение)  
 Полные решения по техническому обслуживанию оборудования



> **Высокотехнологичные насосы**

> **– Электроэнергетика**

**Выработка паровой энергии**



➤ **Высокотехнологичные насосы**

➤ **– Электроэнергетика**



Компания Torishima предоставляет полный спектр насосов в электроэнергетике.



Бочкообразный питательный насос котла  
Сверхкритическая ТЭС Чабра  
Индия, 2 × 660МВт



Кольцевой секционный питательный насос котла  
Пневматическая электростанция  
Великобритания 1x1,320МВт



Циркуляционный насос котла  
ТЭС Маханади  
Индия, 6 × 600МВт

➤ **Высокотехнологичные насосы –**

➤ **Электроэнергетика**



Компания Torishima предоставляет полный спектр насосов в электроэнергетике.



Конденсатный насос  
Электростанция Лама  
Гонконг, 1 × 350МВт



Циркуляционный водяной насос  
Угольная электростанция Пасифико  
Мексика, 1 × 700МВт



Конденсатный насос  
Геотермическая электростанция  
Поларис Никарагуа

## > Основная информация по ЭПУ



**Europe**

- Ireland: "Huntstown" BFP, "Tynagh" CWP, "Great Island" CP
- France: "CyCoFos" BFP
- Greece: "Thiva" BFP, CP, "Megalopolis" BFP, CP, CWP
- England: "BWE Ipswich" BFP, "Isle of Grain" BFP, "Staythorpe" BFP
- Turkey: "Elbistan" BFP, CWP, CP, "Kangal" BFP, CWP, CP, "Kizildere" HWP, BFP, "ICDAS" CWP

**Russia & Central Asia**

- Russia: "Shatura" BFP, CP, "Sugres" BFP, CP
- India: "Auraya" BFP, CWP, "Gandhar" BFP, CWP, CP, "Mandira" BFP, BCP, CWP, "Aravalli" BFP, BCP, CP, "Samaalkot" BCP, "KSK" BCP, "Samaalkot" BFP
- Uzbekistan: "Navoi" BFP, CP, "Tashkent" BFP, CP
- Pakistan: "Bin Qasim" BFP, CWP, CP, "Kot Addu" BFP, CWP, CP

**North America**

- Canada: "Horton Hills" BFP
- U.S.A.: "Elm Road" BCP, "Longview" BCP, "Sourcentral" BFP, CP, "Duke" BCP, "Mojav" BCP, "Walnut Creek" CWP, "Newark" BCP, CEP, CWP

**Central & South America**

- Mexico: "Pacifico" BFP, CWP, BCP, "Petacalco" BFP, CWP, BCP, "Tuxpan" BFP, CWP, CP, "Altamira" BFP, CWP, CP, "Chihuahua" BFP, "Chero Peto" HWP, CP, "Intergen" BFP, CEP, CWP
- Nicaragua: "Polaris" HWP
- Colombia: "Tasajero" CWP
- Brazil: "Fortaleza" BFP, CWP, "Parnaiba" BFP, CEP, CWP
- Peru: "Fenix" BFP, CEP, CWP
- Chile: "Guacolda" BFP, CWP, CP, "Endesa" BFP, CWP, CP, "Angamos" BCP, "Cochrane" BFP, CP, CWP

**East Asia**

- Japan: "Kanagawa" BFP, BCP, "Osaka, Hyogo" BFP, BCP, "Sendai, Niigata" BFP, BCP, "Hokkaido" BCP
- China: "Daikun" BFP, CWP, CP, "Fuzhou" BFP, CWP, CP, BCP, "Shenzhen East" CWP, "Beijing Thermal" BFP, CP, "Shijongkou" BCP, "Hongkong Lamema" CWP, "Xiamen East" BFP, CWP
- Taiwan: "Dha-Tan" BFP, CP, "Hai-hu" CWP
- Korea: "Pusan" BCP, "Puchon" BFP, "Ulsan" BFP, "Yonghung" BCP, "Tangjin" BCP, "Sejong" BFP, "Peyon Task" BFP, "Incheon" BCP

**South East Asia & Oceania**

- Philippines: "Mindanao" BFP, CWP, CP, "Limay Bittan" BFP, CWP, CP, "Batanga" CWP, "Toledo" BFP, CWP, "Panay" BFP, CWP, "Southern Mindanao" BFP, "Therma South" BFP
- Indonesia: "Muara Karang" BFP, CWP, "Tarahan" BFP, CP, "Tanjung Puriok" CWP, CP, "Surabaya" CWP
- Thailand: "Mapta" BCP, "North Bangkok" BFP, CWP, "SPCL" BFP, "Eka Green" BFP, "EGAT" BFP, CWP, CP, "Ratchaburi" BFP
- Vietnam: "Ca Mau" CWP, "Nhon Trach 1&2" BFP, CWP, "Yung Ang 1" CWP, "Omon" BFP, CWP, CP, "Phu My 1" BFP, CWP, CP, "Yung Ang 1" CWP, "Mong Dong" BFP
- Malaysia: "Pyal CCGT" CWP
- Australia: "Port Kella Copper" BFP, "XXC" BCP
- Singapore: "Tuas" BFP, CP
- Brunei: "Tutong" BFP, CP

**Middle East**

- Iran: "Majana" BFP, "Gharib" BFP, CWP
- Iraq: "Erbil" BFP, CP, "Suleymaniyah" BFP, CP, "Duhok" BFP, CP
- Syria: "Al-Zara" BFP, CWP, CP, "Hama" BFP, "Deir Al" BFP, CP
- Jordan: "Samra" BFP, CWP, CP
- United Arab Emirates: "Fujaiah" BFP, CWP
- Oman: "Saraka" BFP
- Kuwait: "Sabaya" CWP, CP, "Doha" BFP, CWP
- Saudi Arabia: "Tabligh" BFP, CWP, CP, "Zuhail" BCP, "Qurayyah" BFP, CP, "Shoqat" CWP, CP, BCP, "Shoaila" CP
- Qatar: "Mesaieed A" BFP, CWP, CP

**Legend:**  
 BCP : Boiler Circulating Pump  
 BFP : Boiler Feed Pump  
 CP : Condensate Pump  
 CWP : Circulating Water Pump  
 / Cooling Water Pump  
 HWP : Hot Well Pump

**TORISHIMA Pumps for Power Plants throughout the World**

- Hot Well Pump: Pakistan, Geothermal PP, Nicaragua, 1 x 72MW
- Circulating Water Pump: Pacific Coal Feed PP, Mexico, 1 x 300MW
- Condensate Pump: Alamosa 6 CCGP, Mexico, 1 x 493MW
- Boiler Circulating Pump: KSK Coal Feed PP, India, 6 x 600MW
- Barrel Type Boiler Feed Pump: Cirebon Superheated Thermal PP, India, 2 x 600MW
- Ring Section Boiler Feed Pump: Quesayra CCGP, Saudi Arabia, 1 x 260MW
- Ring Section Boiler Feed Pump: Heathrow CCGP, UK, 1 x 1,500MW

## > Основная информация по Узбекистану



Конечный потребитель : Узбекэнерго  
 Проект : Ташкентская ТЭС  
 Ввод: 2015 год

Обслуживание	Тип насоса	№	H [м]	Q [м³/ч]	КВт	мин <sup>-1</sup>
Питательный насос	MHG5/9	2	1660	340	2480	2890
Конденсатный насос	MMTV200/6	3	428	220	360	1480



## > Основная информация по Узбекистану



Конечный потребитель : Узбекэнерго

Проект : ТЭС Навои

Ввод: 2011 / 2018

Обслуживание	Тип насоса	№	H [м]	Q [м³/ч]	КВт	мин <sup>-1</sup>
НР/IP Питательный насос	MHG6/10	2	1992	401	3050	2980
Конденсатный насос	MMTV200/4	2	140	513	280	1480
НР/IP Питательный насос	MHG6/8A	4	1670	378	2650	3000
Конденсатный насос	MMTV200/6	4	488	210	400	1500
Закрытый охлаждающий насос	CDM600x500HA	2	57	3310	690	980

## > Основная информация по Узбекистану



Конечный потребитель : Узбекэнерго

Проект : Туракурганская ТЭС

Ввод: 2018



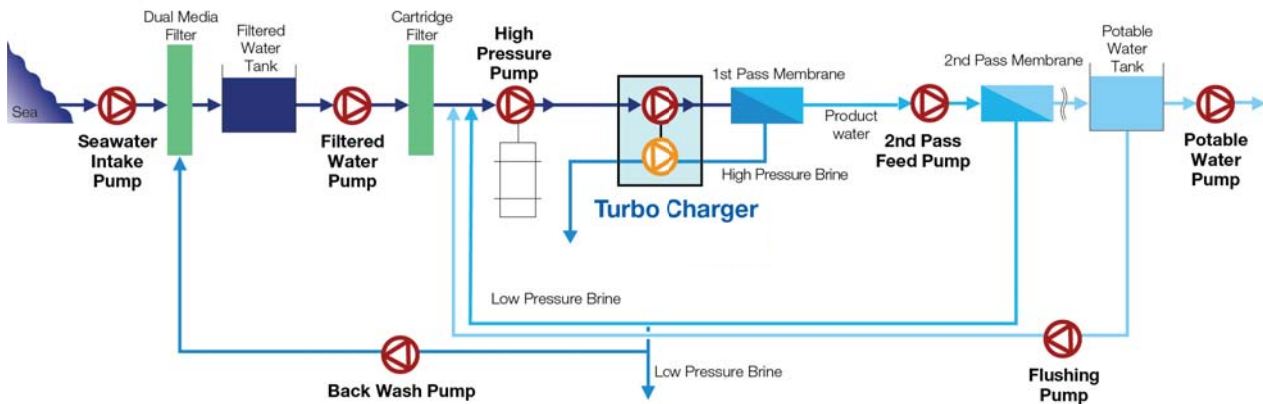
Осевой пропеллерный насос изменяемым шагом

Обслуживание	Тип насоса	№	H [м]	Q [м³/ч]	КВт	мин <sup>-1</sup>
Питательный насос ВД	MHG5/10A	3	1750	323	2000	2980
Питательный насос ПД	MHD65/8E	3	425	50	110	2960
Деаэрационный питательный насос	MML250/4	2	470	245	530	1480
Питательный насос НД	MMK50/4E	3	35	105	18,5	3000
Закрытый охлаждающий насос	CDM600x500JA	4	45	3230	495	980
Циркуляционный водяной насос (Поворотный вертикальный радиально-осевой насос.)	SPMV1400	4	31	13300	1600	370

添付資料(47)

- **Высокотехнологичные насосы**
- **– Опреснение морской воды**

### Блок-схема системы обратного осмоса

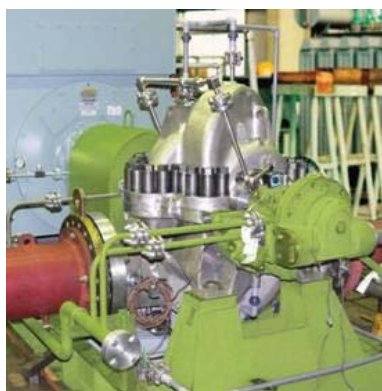


- **Высокотехнологичные насосы**
- **– Опреснение морской воды**

Будучи специалистом по насосам для опреснения морской воды, компания Torishima играет значительную роль в решении проблемы глобальной нехватки воды.



Питательный насос высокого давления  
Опреснение Золотой Берег (ОО)  
Австралия



Питательный насос высокого давления  
Опреснение Хамма (ОО)  
Алжир

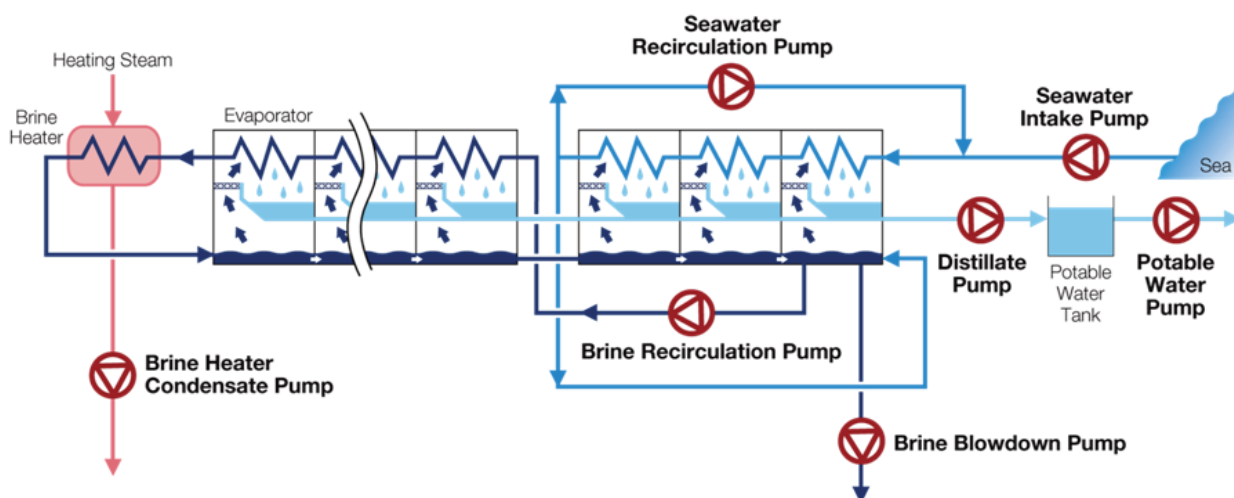


Питательный насос высокого давления  
Опреснение Шуайба III (ОО)  
Саудовская Аравия



- **Высокотехнологичные насосы**
- **– Опреснение морской воды**

### Блок-схема многоступенчатой флэш-системы



- **Высокотехнологичные насосы**
- **– Опреснение морской воды**

Будучи специалистом по насосам для опреснения морской воды, компания Torishima играет значительную роль в решении проблемы глобальной нехватки воды.



Рециркуляционный насос минерализованной Воды Опреснение южной Шуайбы (многостадийное мгновенное испарение) Кувейт



Рециркуляционный насос минерализованной воды Опреснение Шувейхат S2 desalination (многостадийное мгновенное испарение) ОАЭ



Заборный насос морской воды Опреснение Завия (МЕД) Ливия

➤ Основная информация по опреснению морской воды



<Middle East & North Africa>



<Asia & Oceania>



Top 10 the world's largest seawater desalination plants (some are under construction)



Torishima Pumps installed in 8 plants out of the 10

Reference : Global Water Intelligence, DesalData

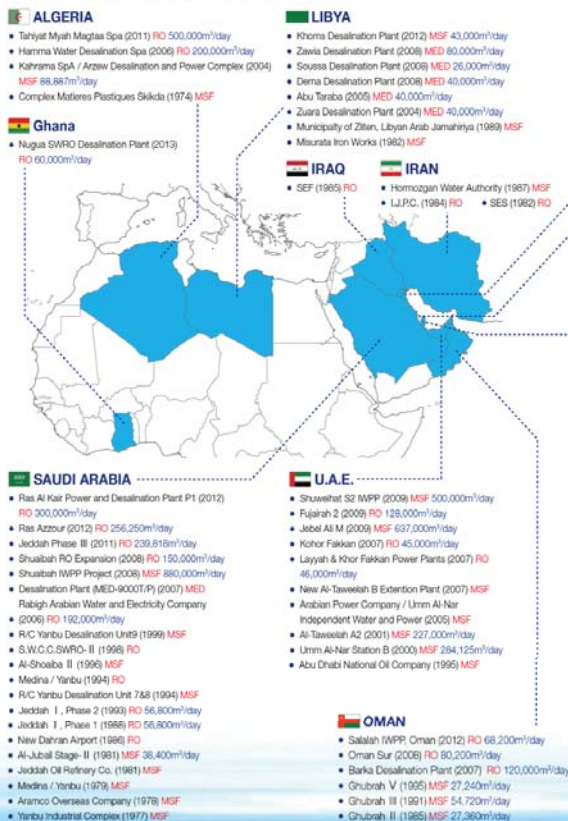
<Latin America>



➤ Основная информация по опреснению морской воды



Africa & Middle East



Central & South America



Asia & Oceania



## > Герметизирующие уплотнения



Герметизирующие уплотнения поставляются для всех типов вращающегося оборудования. Компания Torishima знает “Насос” и “Технологию уплотнения”.



Механическое уплотнение для турбин и насосов



Механическое уплотнение типа гармошки



Механическое уплотнение вставного типа

## > Проекты



Компания Torishima обладает некоторым опытом в качестве Генерального подрядчика под-ключ по насосным станциям

### Проект транспортировки питьевой воды, ОАЭ



Насосная станция передачи на дальнейе расстояние Мирфа



Насосная станция буферной транспортировки сточных вод

### Схема оперативного удаления сточных вод, Гонконг



Компания Torishima обладает некоторым опытом в качестве Генерального подрядчика под-ключ по насосным станциям

**Проект TSE, Катар**



Оросительная насосная станция TSE-2

**Токио, Япония**



Насосная станция дренажа сточных вод

**Проект Ка Май, Вьетнам**  
Общестанционные системы, Вьетнам



Насосная станция основного охлаждения



> **Решения по обслуживанию**

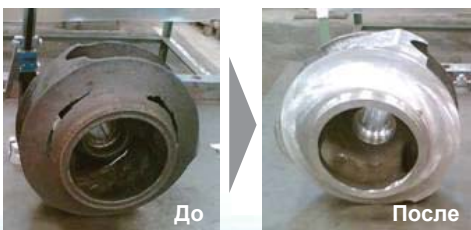
**Сервисные решения мирового уровня по максимальному увеличению срока службы и эффективности установки.**

Расширение глобальной сервисной сети

REDU ( проектное и технологическое изменение)



Сканирование кожуха с целью модернизации



Модернизация рабочего колеса



## > Решения по обслуживанию



### Глобальное расширение сервисной сети



Torishima Сервисные решения предприятие-резидент свободной экономической зоны  
(О.А.Э./Дубай)



Torishima Pump (Tianjin) Co., Ltd.  
(Китай/Тяньцзинь)

Torishima Sevice Solutions Europe Ltd.  
(ОК/Глазго)

Головной офис  
Отдел техобслуживания  
(Япония)



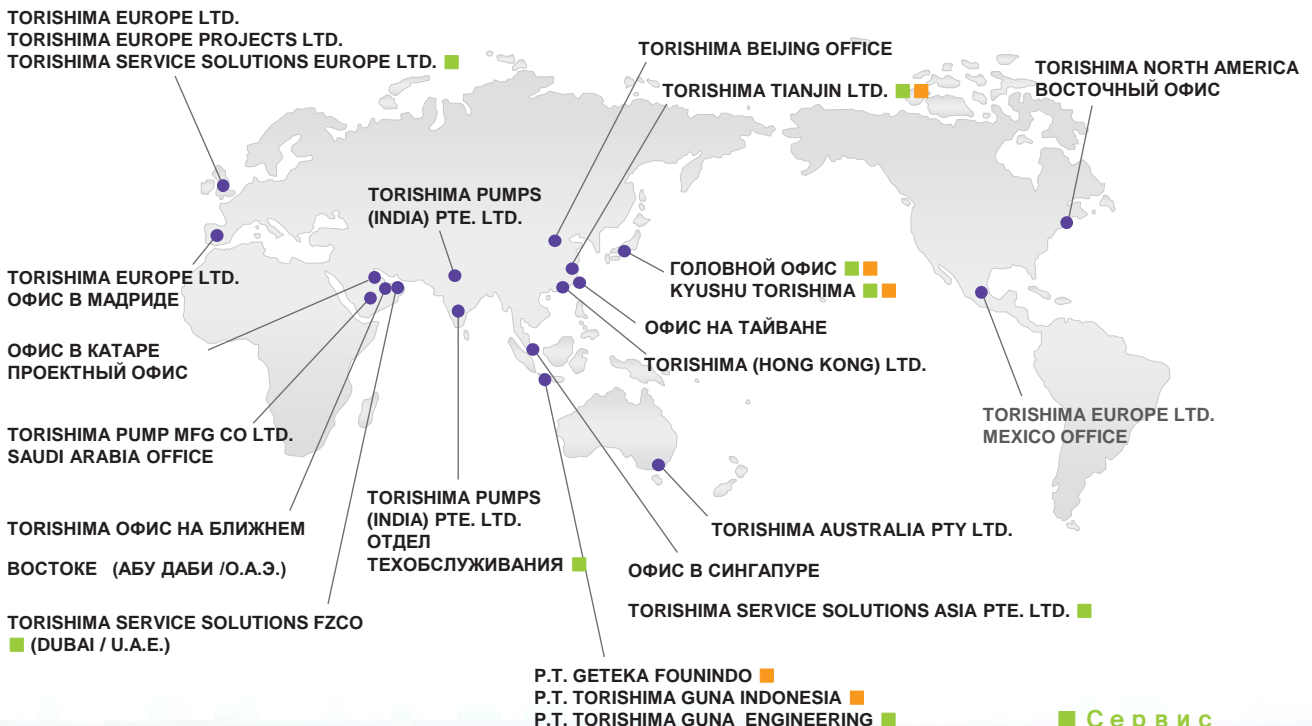
Torishima Pumps India Pvt Ltd.  
(Индия / Бангалор)

Torishima Sevice Solutions Asia Pte. Ltd.  
(Сингапур)



P.T. Torishima Guna Engineering  
(Индонезия / Джакарта \* Бе)

## > Глобальная сеть



(2) デモンストレーションの結果

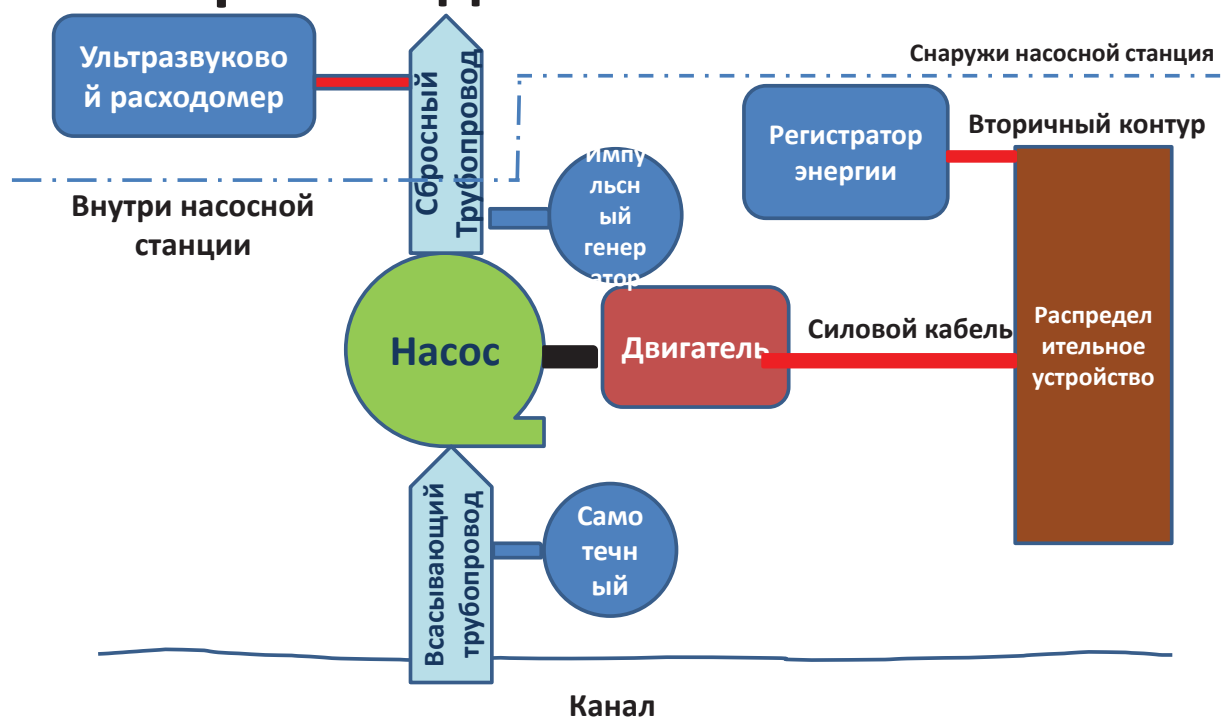


# Результат испытания демонстрационного насоса

Torishima Pump Mfg. Co., Ltd.

1

## Метод определения производительности насоса



2

# Средства измерения

- Мощность - Ультразвуковой расходомер

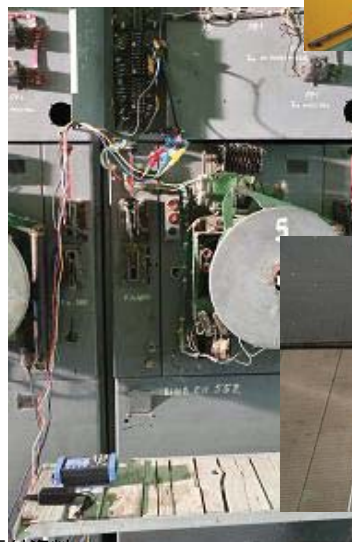


3

- Общий напор  
Манометр  
и  
Мановакуумметр



- Ток и Напряжение  
Регистратор энергии



4

# Расчёт КПД насоса

$$\text{КПД насоса} = \frac{\rho \times g \times Q \times H}{SP}$$

где;  $\rho$  = Плотность (кг/м<sup>3</sup>)

$g$  = Ускорение силы тяжести (м/с<sup>2</sup>)

$Q$  = Подача насоса (м<sup>3</sup>/с)

$H$  = Общий напор насоса (м)

= Давление на выходе – Давление на всасе +  $v^2/2g$

$SP$  = Мощность на валу насоса (кВт)

= Входная мощность двигателя (кВт) x КПД двигателя

5

## Регистрация замеров

SOILICK 1	Расход потока м <sup>3</sup> /ч	Общий напор м	Потребляемая энергия кВт
Эксплуатация насоса фирмы Torishima	1145	58.9	255.6
Эксплуатация одного существующего насоса	870	55	226.2
Эксплуатация двух существующих насосов	1550	55	452.4
Существующий насос и эксплуатация насоса Torishima	2000	59.5	481.8

6

# Заключение

- 2 существующих насоса работают чтобы обеспечить требуемую производительность
- Потребление энергии составляет 452кВт
- Насос Torishima CDM400x300EN может подавать воду одним насосом
- Потребление энергии составляет 255кВт
- Расход существующего насоса уменьшился примерно на 30%

7

# Предложения

## **Изменение Национальной Политики**

- Выращивание иных культур кроме хлопка и пшеницы
- Планируется увеличить количество фермеров

## **Но**

- Ограничение потребления энергии
- Новым фермерам нужно достаточное количество воды для выращивания новых урожаев , овощей и фруктов

## **Предложения для выполнения нового требования**

- Пересмотреть управление водными ресурсами (спрос и насосную систему)
- Использование высокоэффективного насоса
- Исследование будет использовано для ТЭО JICA и использовано для программы JICA ODA

8

### (3) 高効率ポンプのガイドライン

# Руководство по высокоэффективному насосу двухстороннего всасывания

Программа взаимопомощи Японского Агентства  
JICA по эффективному и экономичному насосу в  
рамках содействия водохозяйственному сектору  
Узбекистана

1

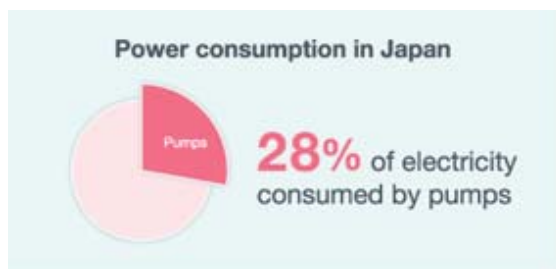
## Содержание

- I. Насос это Энергопотребляющий механизм
- II. Высокоэффективный насос представляет собой идеальное гидротехническое оборудование
- III. Выбор насоса для соответствия насосной системе
- IV. Конструкция и материал насоса
- V. Проверка насоса
- VI. Выбор производителя насоса
- VII. Безопасная эксплуатация - без кавитации
- VIII. Расчётный срок службы 25 лет
- IX. Поддержание эффективности в течение срока эксплуатации насоса - Стоимость срока службы
- X. Оценочные критерии

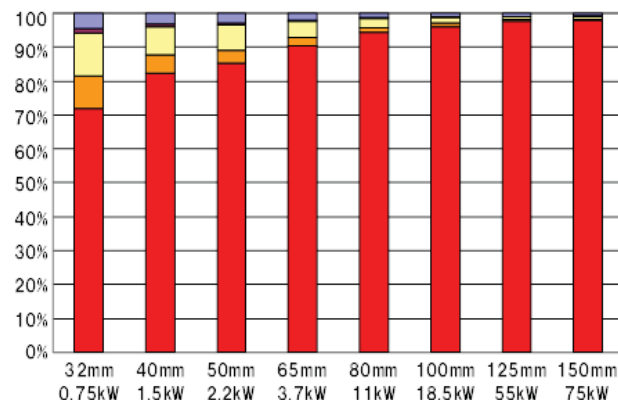
2

# I. Насос это Энергопотребляющий механизм

Около 30% энергии Японии производится при помощи насосов



Затраты в течении срока служба эксплуатации 15 лет



Капиталовложения  
Эксплуатационные расходы

■ Насос и двигатель      ■ Части  
■ Установка      ■ Обслуживание

■ Электричество

3

## II. Высокоэффективный насос представляет собой идеальное гидротехническое оборудование

### 1. Механические потери

Потери на трение, как в подшипниках и сальниках, при вращении крутящихся частей

### 2. Трение диска

Потери на трение при вращении рабочего колеса в воде.

### 3. Потери от утечки

Потери от утечки, когда область высокого давления понижает зону низкого давления и в корпусах сальников

### 4. Потери от рециркуляции

Потери за счет турбулентности и / или циркуляции воды в рабочем колесе. Это можно наблюдать на малообъемной стороне.

### 5. Гидравлические потери (рабочее колесо)

Потоковая линия в рабочем колесе путем разделения от идеальной линии потока воды

### 6. Гидравлические потери (Кожух)

Потоковая линия в кожухе путем разделения от идеальной линии потока воды

4

# Механические потери

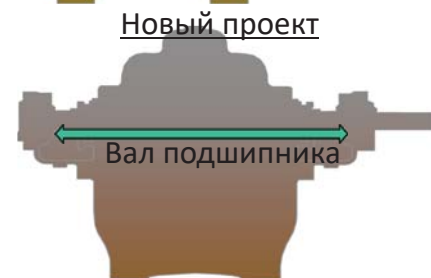
## 1. Потери от трения подшипников

- a) Значение DN уменьшилось
- b) Более короткий компактный вал



## 2. Потери в коробке сальников

- Механическое уплотнение
- Эксплуатационное оборудование и поставка частей



5

# Трение диска

- Улучшенная шероховатость поверхности



- Меньший диаметр рабочего колеса

6

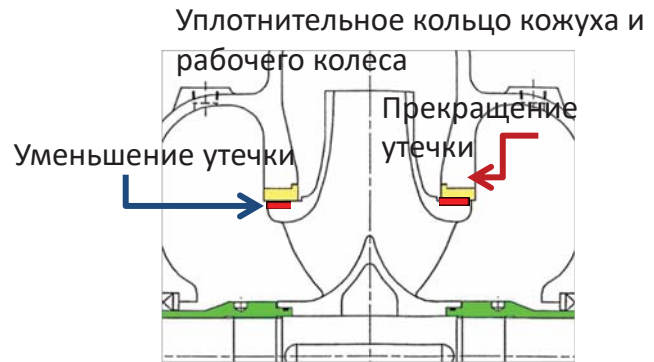


# Потери утечки - сторона высокого давления на стороне низкого давления



Износ сопрягаемых поверхностей – эффективность  
 Обработка сопрягаемых поверхностей  
 Дополнительные крепёжные болты  
 Адекватная уплотнительная прокладка

Ленточная прокладка →



Понижения  
 Отсутствие кольцевого уплотнения рабочего колеса



Отсутствие обода верхней части уплотнительного кольца кожуха

7

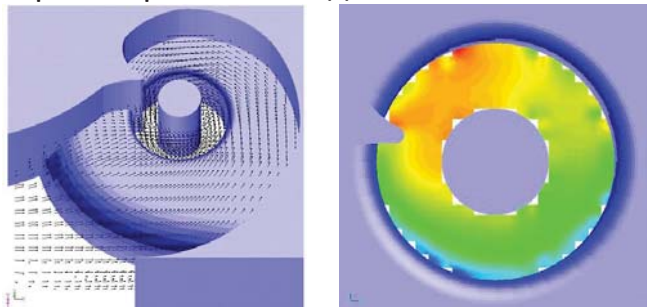
# Гидравлические потери (Кожух и рабочее колесо)

Самое важное – Производители стремятся к улучшению этих моментов

3D проектирование рабочего колеса

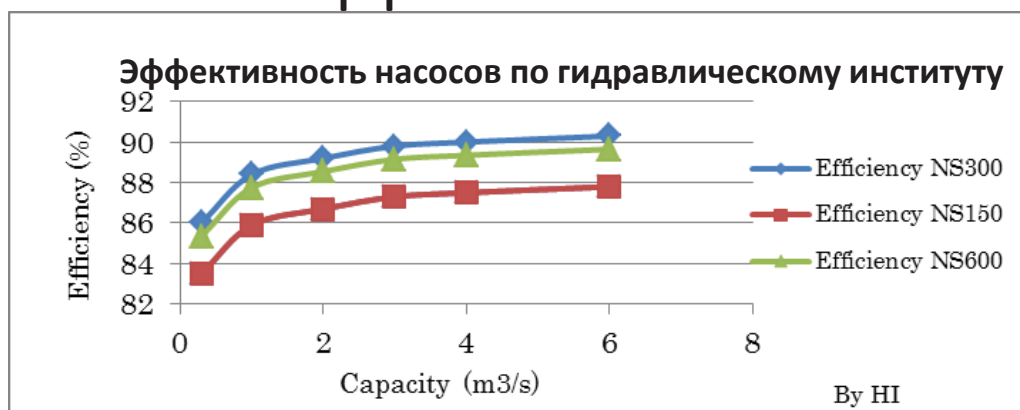


Компьютерное проектирование жидкости



Примечание: Требуется апробированное рабочее колесо и опыт

# Быстроходность насоса и эффективность

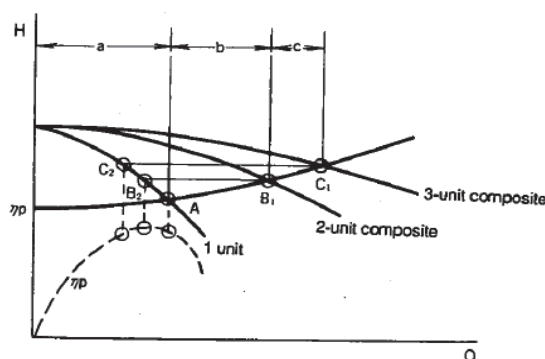
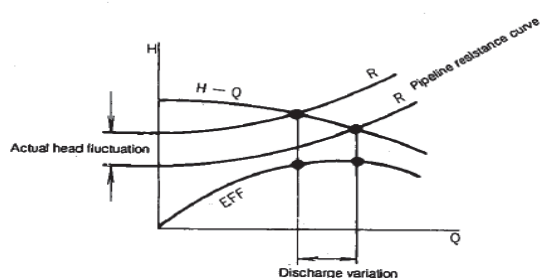


## Предложенная эффективность насосов

Мощность(м3/с)	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0
Ns 150	80%	82%	84%	-	-	-	-
Ns 300	85%	87%	89%	90%	90%	91%	91%
NS600	-	-	86%	87%	87%	88%	88%

## III. Выбор насоса для соответствия насосной системе

- Эксплуатация насосов в режиме близком к наилучшему КПД

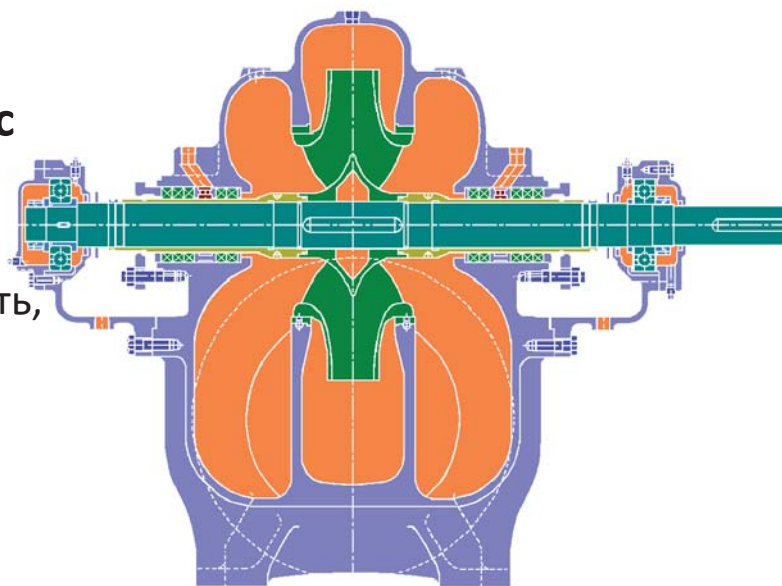


- Нормальное функционирование - в пределах предпочтительного эксплуатационного диапазона  
Все эксплуатационные моменты в пределах среднего эксплуатационного диапазона

## IV. Конструкция и материал насоса

### Центробежный насос с двусторонним всасыванием

- Высокая эффективность, низкий шум и низкий ДКЗ насоса (NPSH)
- Широкий эксплуатационный диапазон
- Надежное и простое обслуживание



11

## Части двигателя



12

## Выбор материала

	Система Амударья Сырдарья	Другая система
Кожух	Ковкий чугун кожуха FCD500 с защитным покрытием	Серый чугун FC250
Рабочее колесо	Нержавеющая сталь SCS6 с защитным покрытием	Нержавеющая сталь SCS1T1
Уплотнительные кольца кожуха	Нержавеющая сталь SUS403	Бронза CAC402
Уплотнительные кольца рабочего колеса	Нержавеющая сталь SUS403	Бронза CAC406
Вал	Нержавеющая сталь SUS420J2 или SUS403	
Втулка сальника	Нержавеющая сталь SUS420J2 или SUS403	

Рекомендуется специальное покрытие на поверхности кожуха и рабочего колеса для соприкосновения с перекачиваемой жидкостью  
Уплотнительное кольцо кожуха, рабочего колеса и втулки выполняются из нержавеющей стали и подвергаются термической обработке для получения соответствующей твердости, т.е. HB 280.

13

## Отливка

- **Химический состав**

Каждая отливка расплавленного металла должна быть испытана на химический состав

- **Предел прочности на разрыв**

Предел прочности на разрыв испытывается при каждой заливке

- **Шероховатость поверхности - наиболее важный момент для высокой эффективности**

Для пресс-формы применяется самотвердеющий щелочной фенол или фтор-связующий материал.

# V. Проверка насоса

## 1. Применяемые стандарты

ISO9906 Второе издание - Уровни 1, 2 и 3"

JIS B 8301 -Уровни 1 и 2"

JIS B 8302 "Методы измерения расхода насоса".

## 2. Измерение расхода

При помощи магнитного расходомера

## 3. Критерии оценки

Уровень 2 в JIS 8301 или ISO9906 допустимое отклонение

Меньше чем 0.5м3/с	До 1.0м3/с	Больше 1.0м3/с
-5%	-3%	Нет негативного отклонения

15

# VI. Выбор производителя насоса

## 1. Производитель насосов должен обладать возможностями для следующего

### а) Определять общий напор

- Условия эксплуатации могут изменяться с самого начала.
- Расчёты потерь и режимов эксплуатации необходимо проверять.

### б) Технические возможности по насосным станциями

поддерживающие ISO9001

## 2. Предоставлять записи о мощностях и НС по насосам

## 3. Сервисный центр в Узбекистане

16

# Характеристики Японского производителя насосов

- Наш продукт это не только насос но и **НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ**
- сертифицированная по ISO9001 Производство насосных установок
- Решение для соответствующей насосной системе  
Гидравлические исследования  
Электрический Контроль (SCADA) и др.






1/

Design, development, manufacture and maintenance service of pumps and mechanical seals. Engineering, procurement, installation and maintenance service of pump plants.  
Design, development, installation and maintenance of water treatment plants and wind power generation system.

**ISO14001**  
**CERTIFICATE OF REGISTRATION**

Issue Date: 7/18/2017      Registration Number: JSAE 130

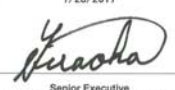
Registered Organization and Address  
**TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD.**  
1-8, Miyata-cho 1 chome, Takatsuki-shi, OSAKA, JAPAN

Head office and factory : 1-8, Miyata-cho 1 chome, Takatsuki-shi, OSAKA, JAPAN  
Sapporo branch office : Shikishima Bldg. 4F, 1, Nishi 3-chome, Kita 2-jo, Chuo-ku, SAPPORO, JAPAN  
Sendai branch office : Prime Square Hirose street Bldg. 13F, 9-27, Chuoh 2-chome, Aoba-ku, SENDAI, JAPAN  
Tokyo branch office : TOC-Ohsaki Bldg. 9F, 1-6-1 Ohsaki, Shinagawa-ku, TOKYO, JAPAN  
Yokohama sales office : List-kannai Bldg. 4F, 4-47, Onoe-cho, Naka-ku, YOKOHAMA, JAPAN  
Nagoya branch office : Fushimi KS Bldg. 2F, 8-12, Sakae 2-chome, Naka-ku, NAGOYA, JAPAN  
Osaka branch office : Sumitomo-Seimei Shin-Osaka Kita Bldg. 4F, 1-14, Miyahara 4 chome, Yodogawa-ku, OSAKA, JAPAN  
Takamatsu branch office : Pacific city Takamatsu Bldg. 4F, 1-1-12, Kotobuki-cho, TAKAMATSU, JAPAN  
Hiroshima branch office : Dia Hikarimachi 4F, 13-20, Hikari-machi 1 chome, Higashi-ku, HIROSHIMA, JAPAN  
Kyushu branch office : Denki Bldg. Kyousoukan 7F, 1-82, Watanabe-dori 2-chome, Chuoh-ku, FUKUOKA, JAPAN  
Saga sales office : Saga chuoh street Bldg. 5F, 2-5-8, toujin, SAGA, JAPAN  
Okinawa sales office : 3-13, Jittiyaku 3 chome, Urasoe-city, OKINAWA, JAPAN

Management Systems Enhancement Department of the Japanese Standards Association (JSA) registers the Environmental Management System of the above organization, which conforms to JIS Q 14001:2015, ISO 14001:2015

Condition of Registration  
Described in Appendix to the Certificate of Registration No. JSAE 130-15

Registration Date	Renewal Date	Expiry Date
7/28/1999	7/28/2017	7/27/2020




  
 Senior Executive  
 Management Systems Enhancement Department  
 Japanese Standards Association

COPY

Japanese Standards Association Management Systems Enhancement Department 13-12, Mita 3 chome, Minato-ku, TOKYO, JAPAN Tel: 03-4231-8875 Fax: 03-4231-8881

**ISO14001**  
**APPENDIX TO THE CERTIFICATE OF REGISTRATION**

Issue Date: 7/18/2017      Issue Number: JSAE 130-15

Registered Organization  
**TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD.**

Condition of Registration is listed below.

Environmental Management System Standards  
JIS Q 14001:2015, ISO 14001:2015


The Scope of the Registration

(1) Development, design, manufacture and repair work of pumps and related parts for liquid pumps, mechanical seals, electric motors and the stuff.

(2) Development, design, execution management for construction and installation and operation management for water treatment and sewage disposal facilities including pump plants, and wind power generation system.

History		
Registration Date	Renewal Date	Revised Date
7/28/1999	7/28/2017	7/10/2017

The registered Organization shall abide by the Rules Governing the Maintenance of registration. Detailed information is described on EMS Registration Information Sheet.

  
 Senior Executive  
 Management Systems Enhancement Department  
 Japanese Standards Association

COPY

Japanese Standards Association Management Systems Enhancement Department 13-12, Mita 3 chome, Minato-ku, TOKYO, JAPAN Tel: 03-4231-8875 Fax: 03-4231-8881

## VII. Безопасная эксплуатация - без кавитации

- Весь рабочий диапазон без кавитации
- Отсутствие характеристик перегрузки
- Вибрация в пределах допустимого

## VIII. Расчётный срок службы 25 лет

- Насос должен работать непрерывно 8000 часов в год и иметь 25 лет срока службы и качества
- Конструкция для минимизации деформации корпуса из-за старения
- Прочная конструкция
- Анализ шума, вибрации и крутильный колебаний

21

## IX. Поддержание эффективности в течение срока эксплуатации насоса - Стоимость срока службы

- Монтаж
- Эксплуатация и обслуживание
- Профилактическое обслуживание
- Диагностическое обслуживание

22



# Х. Оценочные критерии

1. Технические возможности производителя насосов поддерживающие ISO9001
2. Опыт производителя  
Опыт в мощности и быстроходности работы насоса
3. Общая оценка

$$\text{Капитальные энергозатраты} = \sum_{1}^{n} A \times \{(1+r)^n / (1+i)^n\}$$

где n: количество лет (20 лет)  
A: Общие энергозатраты в первый год  
(Зависит от срока эксплуатации и затрат на электроэнергию)  
r: увеличение стоимости на единицу электроэнергии в год (5%)  
i: ставка процента (3%)

#### (4) ポンプの据付

# Установка насоса

**Torishima Pump Mfg. Co., Ltd.**

## Содержание

1. Установка
2. Горизонтирование установки
3. Центрирование
4. Сварочные работы

# Монтаж

- Учёт оседания грунта
  - Важное значение имеет выравнивание основания - 0,1 мм / м
  - Стальная конструкция не является жёсткой
- Центрирование насоса и двигателя
- Снижение напряжения при сварке и обвязке трубопровода
- Вибрация

3

## Внимание!!

### Горизонтирование установки

- Для длительного срока службы насоса наиболее важно горизонтальное выравнивание установки.
- Оседание грунта
- Жёсткость стали
- Отслеживание оседания грунта
- Использование безусадочного цемента
- Горизонтальное выравнивание установки
- **0.1мм/метр**



# Специальные индикаторы уровня



## Горизонтальное выравнивание общего основания

Сторона насоса 0.1мм/м

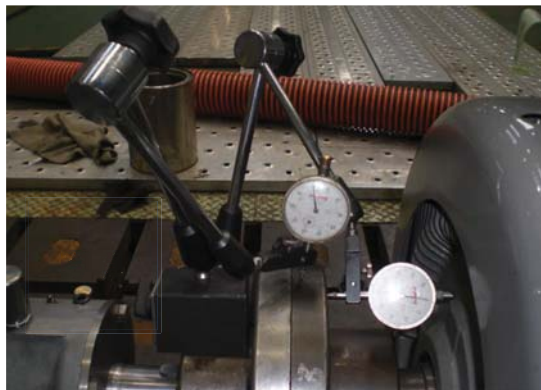


Сторона двигателя 0.1мм/м



# Выравнивание

- Параллельность соединения  
**0.1мм** по циферблатному индикатору
- Потеря контура стороны соединения  
**0.1мм** по циферблатному индикатору



# Выравнивание

Параллельность  
соединения

0.1мм на циферблатном  
индикаторе



Потеря контура стороны  
соединения

0.1мм на циферблатном  
индикаторе



# Сварочные работы

- После сварочной деформации металла/стали происходит тепловое напряжение
- Запомните допустимую **0.1mm** погрешность
- Фланцевый адаптер во всасывающей трубе во избежание деформации трубы и фланца
- Если первым выполняется не всасывающий фланец, то всасывающий фланец насоса должен подходить всасывающему фланцу.

Большое Спасибо

**Juda Katta Rahmat**

(5) 西島のサービスプロポーザル



# Предложение по обслуживанию от компании Torishima

15 январь 2018 года

## Содержание

1. Классификация обслуживания
2. Для достижения мирового уровня обслуживания
3. Диагностическое обслуживание
4. Сравнение между насосами Торишима и насосами Узбекистана
5. Причины разницы между насосами Торишима и насосами Узбекистана
6. Профилактические меры предложенные компанией Торишима
7. Необходимые действия
8. Перспективае

# Классификация обслуживания

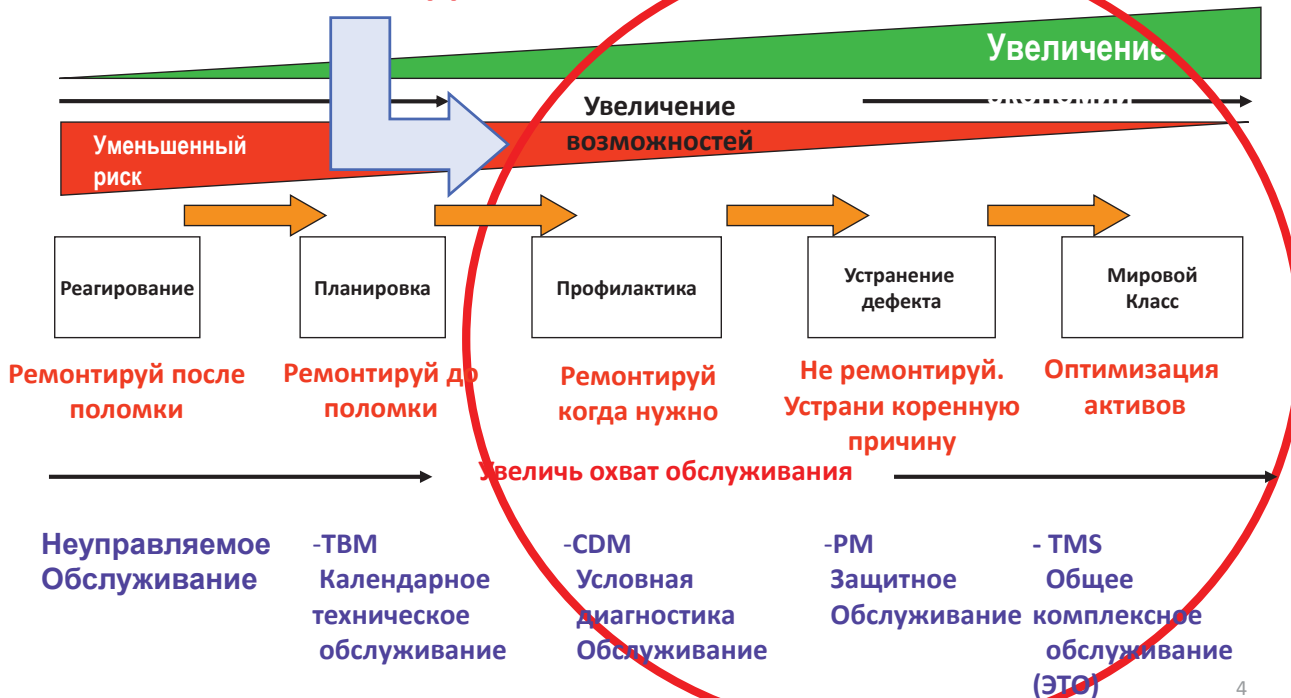
JIS Z8115:2000 (Функциональная надёжность)



3

**Концепция:** Для достижения мирового уровня обслуживания

**Наш идеал НАДЁЖНОСТЬ**

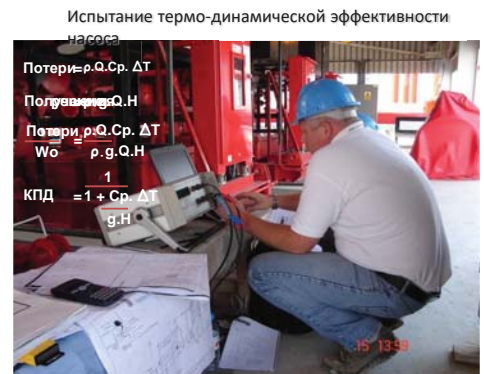
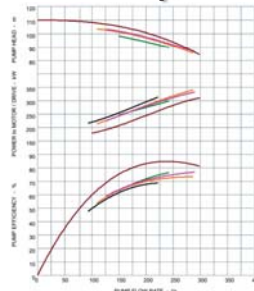


4

# Диагностическое обслуживание



Не-интрузивный ультразвуковой расходомер



Испытание термо-динамической эффективности насосов

Потери  $\rho \cdot Q \cdot \Delta T$

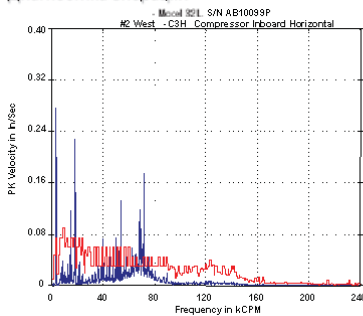
Получаем  $\rho \cdot g \cdot H$

Потери  $\rho \cdot Q \cdot \Delta T$

$W_o = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$

КПД =  $\frac{1}{1 + \frac{\rho \cdot Q \cdot \Delta T}{\rho \cdot g \cdot H}}$

Диагностика вибрации



Балансировка на месте

5

Кол-во насосов	КПД до ремонта %	КПД после ремонта %	Увеличение КПД %
1	67,37	85,78	27,33
2	77,93	84,26	8,12
3	73,17	87,03	18,94
4	73,58	87,52	18,95
5	75,74	85,61	13,03

## Сравнение между насосами Торишима и Узбекистана

	Рекомендации Торишима	Заукаки из бюджета Узбекистана
Материал Рабочего колеса	Нержавеющая сталь Отливка	Отливка из серого чугуна
Вал	Нержавеющая сталь	Сталь
Втулка	Нержавеющая сталь	Отливка из серого чугуна
Компенсационное кольцо	Нержавеющая сталь	Отливка из серого чугуна
A		
Создание кольца рабочего колеса	Предоставляется	Не предоставляется
Уплотнительное кольцо	Весь фланец или обод на внешней поверхности обсадных колец	Обод только на нижней поверхности
Противодействие песку	Специальным покрытием	Противодействие отсутствует
Утечка из сальниковой набивки	Отвечает требованиям	Больше
срока службы	300~500%	100%
КПД (1 случай)	84%	78%
Стоимость	300%	100%

# Причины разницы между насосами Торишима и насосами Узбекистана

- Нержавеющая сталь и отливка из нержавеющей стали нет на рынке Узбекистана
- Нет чертежей и технологии Кольцевого уплотнения рабочего колеса
- Учитывается деформация кожуха и верхняя часть обода обрезана
- Для уменьшения стоимости по сроку службы насоса, выбор высокоэффективного насоса и поддержание эффективности в эксплуатационный период насоса



## Профилактические меры предложенные компанией Торишима

- По крайней мере, хотя бы отливка из нержавеющей стали доступна на рынке Узбекистана
- Компания Torishima предлагает **производить рабочее колесо из серого чугуна с покрытием** в Узбекистане для модели .....
- Нержавеющие втулки и кольца будут импортироваться
- **Услуги по нанесению защитного материала в Узбекистане**
- Диагностика системы насосов и эксплуатация



# Torishima Service

- Высокоэффективное рабочее колесо будет отливаться и обрабатываться в Узбекистане в **Suv Maxsus Ta'mir (SMT)** в Ташкенте и/или **NSO** в Самарканде
- Услуги по нанесению защитного покрытия с целью увеличения КПД и долговечности будут выполняться в **SMT, NSO** и **УНС Ташкента**
- Сокрушительный удар от Torishima Pump в Ташкенте

## Необходимые действия

- Открыть каналы продаж
- Презентация услуг особенно по нанесению защитного покрытия и высокой эффективности в МСВХ и соответствующих агентствах.
- Внедрение и широко распространение Руководства по высокоэффективному насосу и спецификации предоставлены в рамках программы сотрудничества с Японским Агентством JICA

# Будущее

- Производство насоса
- Отливка нержавеющей стали в Узбекистане
- Средства для испытаний насосов
- Экспорт в соседние страны
- Расширение услуг для других Агентств и министерств, Узбекэнерго и др.

