

Министерство энергетики и электрификации СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ И
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

ГИДРОПРОЕКТ

им.С.Я.Жука

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ПЕРЕВОД № 42/82

Автор, Название (на русском языке): Руководство по приемке, эксплуатации и обслуживанию гидравлических турбин. Стандарт Международной Электротехнической Комиссии. Публикация 545, 1 изд., 1976

Автор, Название (на языке оригинала): Guide for Commissioning, Operation and Maintenance of Hydraulic Turbines. Publication 545, First edition, 1976

Источник: International Electrotechnical Commission, Bureau Central de la Commission Electrotechnique International, 1, rue de Varembe Geneve, Suisse

Аннотация: Инструкция по поставке, эксплуатации и обслуживанию гидравлических турбин

Количество страниц: 38
Количество иллюстраций:
Переводчик: Смирнов В.А.
Редактор: Жуковский В.Ф.
Дата заполнения: 10.11.82

ЛЕНИНГРАД
1982

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

Стандарт МЭК

Публикация 545

1 издание

1976

РУКОВОДСТВО ПО ПРИЕМКЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЮ
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТУРБИН

Центральное Бюро Международной Электротехнической Комиссии
Швейцария, Женева, ул. Варамб, 1

СОДЕРЖАНИЕ

[Предисловие](#)

[Введение](#)

[Глава I. Общие сведения](#)

1. Цель руководства
2. Термины и определения
3. Условия эксплуатации

[Глава II. Приемка](#)

4. Общие сведения
5. Координатор (руководитель) испытаний
6. Предпусковые испытания
8. Замеры

[Глава III. Эксплуатация](#)

9. Общие замечания
10. Период полупромышленной эксплуатации
11. Промышленная эксплуатация

[Глава IV. Обслуживание](#)

12. Общие замечания
13. Основы обслуживания
14. Восстановление до рабочего состояния
15. Пуск после капитального ремонта

[Приложение](#) – Замеры

Международная Электротехническая комиссия

РУКОВОДСТВО ПО ПРИЕМКЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЮ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ТУРБИН

Предисловие

1. Официальные решения или соглашения МЭК по техническим вопросам, подготовленные техническими комитетами, в которых представлены все заинтересованные Национальные комитеты, выражают согласованную международную точку зрения в данной области.

2. Решения имеют форму международных рекомендаций и в таком смысле и рассматриваются Национальными комитетами.

3. В целях обеспечения международной унификации МЭК выражает пожелание, чтобы Национальные комитеты всех стран принимали текст рекомендаций МЭК для разработки национальных стандартов в той мере, в какой это допускают национальные условия. Любое расхождение между рекомендациями МЭК и соответствующими национальными стандартами следует, по возможности, четко оговаривать в национальном стандарте.

Введение

Настоящий стандарт подготовлен Техническим комитетом № 4, Гидравлические турбины, МЭК.

Работа по вопросам приемки, эксплуатации и обслуживанию гидравлических турбин началась на заседании в Мадриде в 1959 г. Комитет действий подтвердил, что эта работа входила в сферу деятельности Технического комитета №4. Первый проект был подготовлен в 1970 г. после заседаний в Э-ле-Бэне в 1964 г. и Париже в 1966 г., а уточненный: проект был разослан в 1972 г. После заседания в Мюнхене в 1973 г. окончательный вариант - Документ 4 (Центральное управление) 30 - в 1974 г. был представлен Национальным комитетам на утверждение согласно Положению шести месяцев.

В пользу публикации проголосовали следующие страны:

Австралия	Португалия
Австрия	Румыния
Бельгия	СССР
Великобритания	США
Германия	Турция
Испания	Франция
Италия	Швейцария
Канада	Швеция
Норвегия	ЮАР
Польша	Япония

В настоящем стандарте содержатся ссылки на следующие публикации МЭК:

№ 41: Международные правила полевых приемочных испытаний гидравлических турбин.

№ 193: Международные правила модельных приемо-сдаточных испытаний гидравлических турбин.

№1 93А: Дополнение № 1 к Публикации 193 (1965 г.).

№ 308: Международные правила испытаний систем регулирования частоты вращения гидравлических турбин.

Глава I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Цель руководства

Цель настоящего руководства - установить в общем виде порядок приемки гидравлических турбин и вспомогательного оборудования, а также указать, каким образом указанные турбины следует эксплуатировать и обслуживать.

Очевидно, что документ этого типа будет действенным только в том случае и в той степени, в каких он согласован обеими договаривающимися сторонами.

В руководство не включены вопросы чисто коммерческого характера, за исключением тех, которые непосредственно связаны процессами приемки, эксплуатации и обслуживания.

Руководство распространяется на активные и реактивные турбины всех типов, в частности на крупные гидротурбины, находящиеся на одном валу с генераторами электрического тока. Оно также распространяется на обратимые гидромашины, работающие в турбинном режиме.

Руководство не распространяется на водоводы, затворы, задвижки, дренажные насосы, оборудование для подачи охлаждающей воды, генераторы и т.п., за исключением тех случаев, когда указанные объекты не могут рассматриваться отдельно от турбины и ее оборудования.

В руководстве в общем виде указывается, что документы выдает изготовитель (или изготовители). При этом следует понимать, что каждый изготовитель несет ответственность за правильность технической документации только по своему объему поставки.

2. Термины и определения

Термины

Определения

2.1. Приемка

Испытание нового оборудования для проверки соответствия его условиям контракта, а также эксплуатация оборудования до момента формальной приемки его заказчиком.

2.2. Эксплуатация.

Использование оборудования для производства энергии или поддержание его в состоянии готовности для такого производства.

2.3. Обслуживание.

Работа с оборудованием, направленная на сохранение у него состояния оптимальной работоспособности.

2.4. Предпусковые испытания

Испытания, проводимые в период между завершением монтажа оборудования и первым пуском.

2.5. Первый пуск.	Первое движение вращающихся частей после монтажа.
2.6. Замер.	Эксплуатация оборудования для получения одного набора данных при определенных испытаниях.
2.7. Испытания.	Использование оборудования в испытательных целях.
2.8. Период испытаний.	Период испытаний, следующий за первым пуском и заканчивающийся началом периода полупромышленной эксплуатации. Он включает в себя работу без нагрузки для проверки стационарного оборудования, а также эксплуатацию при равных нагрузках и испытаниях на сброс нагрузки.
2.9. Период промышленных испытаний (полупромышленная эксплуатация)	Работа оборудования в течение согласованного срока, на протяжении которого поставщик несет ответственность за эксплуатацию оборудования.
2.10. Промышленная эксплуатация	Работа оборудования под ответственностью заказчика для производства энергии, или состояние готовности к такой работе.
2.11. Период промышленной эксплуатации	Период, начинающийся после приемки, включающий периоды промышленной эксплуатации, а также время, в течение которого оборудование может находиться в нерабочем состоянии в связи с обслуживанием, осмотром, ремонтами и т.п.
2.12. Гарантийный период.	Время, распространяющееся на согласованную часть периода промышленной эксплуатации: в течение этого периода поставщик несет коммерческие обязательства по исправлению дефектов своего оборудования для приведения его в соответствие с условиями контракта. С целью обнаружения и исправления дефектов производятся испытания согласно пунктам пар.11.1.14.
2.13. Осмотр (ревизия)	Проверка состояния оборудования.
2.14. Плановый осмотр	Осмотр, проводимый через регулярные промежутки времени, часто совмещаемый с ремонтами.
2.15. Ремонт	Реставрация после износа или поломки:
2.16. Модификация	Изменение конструкции турбины, имеющее целью улучшение рабочих характеристик.

2.17. Капитальный ремонт

Полная ревизия оборудования с необходимым ремонтом и/или модификацией с целью приведения агрегата или части его к условиям оптимального функционирования, или близким к нему.

3. Условия эксплуатации

3.1. Фундаментальным условием правильной эксплуатации и обслуживания является хорошее знание эксплуатационным персоналом заказчика турбины и её вспомогательного оборудования.

Изготовитель (изготовители) передает (передают) ответственному представителю заказчика все необходимые документы, инструкции и информацию, включающие в себя:

- общие чертежи и технические характеристики;
- перечень примененных материалов, описания и формуляры испытаний основных узлов;
- рабочие схемы;
- инструкции по эксплуатации, осмотру и обслуживанию поставляемого оборудования, а также таблицы с размерами, оговариваемыми в Приложении;
- формуляры последовательности операций по сборке и разборке и/или схемы монтажа;
- инструкции по технике безопасности;
- список поставляемых с оборудованием запасных частей в соответствии с условиями контракта.

Эти документы - даже в предварительном виде - должны выдаваться представителю заказчика как только они ему потребуются и, во всяком случае, до первого пуска.

3.2. Документы, выдаваемые изготовителем (изготовителями), должны содержать следующие данные, ряд которых может быть заменен другими с учетом опыта, накопленного в ходе приемки оборудования:

1) Эксплуатационную характеристику с указанием величин напоров и уровней нижнего бьефа, расхода и мощности, открытия направляющего аппарата и ограничения рабочих режимов, а также, при необходимости, положения лопастей рабочего колеса или дефлектора.

2) Подтверждение подобия модели и прототипа в соответствии с Публикацией МЭК № 193, в случае необходимости;

3) Информацию о затворах перед и за турбиной, задвижках и регуляторах давления;

4) Открытие направляющего аппарата (или ход сопла в активных турбинах), соответствующие холостому ходу, пуску и ограничениям по кавитации в зависимости от напора и уровня нижнего бьефа. В необходимых случаях здесь также указываются положения лопастей рабочего колеса и дефлектора;

5) Характеристики регулятора турбины и сервомотора;

6) Установку противоугонного устройства;

7) Тип и вязкость рабочей жидкости в системе регулирования характеристики фильтров, сведения о способе и периодичности очистки;

8) Максимальное значение установившейся угонной частоты вращения, максимальный мгновенный запрос оборотов и колебания давления при разных рабочих напорах;

9) Минимальную установившуюся частоту вращения при пуске (в зависимости от конструкции подпятника и других подшипников);

10) Описание системы смазки с указанием расхода смазывающей жидкости, периодичности замены;

11) В случае необходимости, данные о системе подъема вращающихся частей и время, по прошествии которого допускается повторный запуск без подъема;

12) Диапазон частот вращения, в котором должна работать система принудительной подачи смазки в подпятник;

13) В случае необходимости, максимальная и минимальная частоты вращения при торможении агрегата;

14) Промежуточные уровни масла и давление, при котором должны пускаться насосы и компрессоры или должен подаваться аварийный сигнал; характеристика системы автоматической сигнализации и аварийных устройств;

15) Максимальная и минимальная температуры подшипников, уплотнений и маслонапорной системы (соответствующие подаче предупредительного сигнала и остановке);

16) Максимальные и минимальные давления, расходы или уровни в маслонапорной системе и подшипниках (соответствующие работе системы регулирования на подачу предупредительного сигнала и остановку);

17) Максимальные и минимальные давления и расходы в охладителях (соответствующие подаче предупредительного сигнала и остановке);

18) Максимальные уровни воды в дренажных колодцах (соответствующие подаче предупредительного сигнала и остановке);

19) Характеристики электродвигателей, насосов и другого вспомогательного оборудования;

20) Инструкции по технике безопасности для испытательного и эксплуатационного персонала;

21) Другие данные, которые по мнению заказчика или изготовителя представляют важность для безаварийной работы оборудования и инструктажа персонала.

3.3. Изготовитель (изготовители) должен (должны) снабжать необходимыми инструкциями персонал заказчика и предоставлять перечисленные в п.3.2 данные по эксплуатации оборудования на заключительном этапе монтажа, при первом пуске, испытаниях и в период полупромышленной эксплуатации, в особенности данные, которыми заказчик ранее не пользовался.

На заключительной стадии монтажа, во время пуска, замеров и в период промышленных испытаний заказчик обязан направить в распоряжение изготовителя свой персонал для прохождения инструктажа и стажировки с целью овладения знаниями по должной эксплуатации турбины и вспомогательного оборудования.

3.4. В течение гарантийного периода без разрешения изготовителя не допускается эксплуатация оборудования на режимах, не оговоренных контрактом.

Глава II . ПРИЕМКА

4. Общие сведения

4.1. Приемка производится после монтажа нового агрегата. Аналогичные процедуры, как с выполнением всех формальностей, так и без них, могут также проводиться после текущего или капитального ремонта.

4.2. В ходе приемки следует руководствоваться требованиями эксплуатации, изложенными в п.3. В случае, если местные условия на ГЭС препятствуют приемке в пределах этих требований, между заказчиком и поставщиком должно быть заключено соглашение о порядке приемки.

4.3. Для правильного толкования и определения причин неожиданных явлений удобно производить одновременную запись важнейших характеристик. Каждая запись должна иметь отметку времени и дату.

4.4. Заказчик несет ответственность за согласование с соответствующими организациями оговоренных для испытаний условий (расход водотока, условий работы в энергосистеме и пр.).

5 Координатор (руководитель) испытаний

Кандидатура руководителя испытаний должна быть согласована заказчиком, главными подрядчиками и изготовителями. На руководителя испытаний возлагается составление программы приемки. Эта программа проверяется и утверждается изготовителями основного оборудования, заказчиком и подрядчиками перед испытаниями или в ходе испытаний, если в нее вносятся необходимые изменения.

Руководитель несет ответственность за проведение всех испытаний вплоть до начала периода полупромышленной эксплуатации. Эксплуатационный и приемочный персонал обязан сообщать руководителю обо всех операциях выполненных на оборудовании.

6. Предпусковые испытания

6.1. Испытания перед заполнением проточного тракта

Перед заполнением водой турбинной камеры должна быть произведена проверка генератора, а также вспомогательного и резервного оборудования. Руководитель испытаний должен проверить и зафиксировать по крайней мере следующее.

1) Осмотр проточного тракта турбины и отсутствие в нем посторонних предметов или незакрепленных деталей (которые могут вызвать повреждение). В случае необходимости проверяются мерные сечения и места пьезометрических отводов для предстоящих приемо-сдаточных испытаний, с указанием их нормального состояния и готовности.

2) Калибровка шкал открытий направляющего аппарата и, в случае необходимости, лопастей рабочего колеса, сопел и дефлекторов, включая комбинаторную зависимость, а также замеры зазоров.

3) Работа маслонапорных установок, гидравлических клапанов, регуляторов давления, пускателей, автоматических и ручных средств пуска и останова и сигнальных устройств.

4) Проверка уровней масла и давления в системе регулирования; состояние всех масляных фильтров.

5) Проверка защитных устройств, таких как аварийная сигнализация уровней масла и температуры и устройства релейной защиты, с необходимой регулировкой.

6) Время открытия и закрытия элементов регулирования, т.е. направляющих лопаток, лопастей рабочих колес поворотных лопастных турбин, игл и дефлекторов активных турбин, регуляторов давления с предохранительным устройством на случай несрабатывания и, по возможности, мертвой зоной регулирования.

7) Время открытия и закрытия затвора или направляющего аппарата.

8) Зазоры в подшипниках и уплотнениях. В случае применения подшипников со смазкой под давлением должна быть проверена система принудительной подачи смазки.

9) Работа лекажных и дренажных насосов и насосов для подачи смазочной жидкости, имеющих независимый привод.

- 10) Подача жидкой и густой смазки и воды ко всем подшипникам и уплотнениям, требующим смазки или охлаждения.
- 11) Работа тормозной системы агрегата.
- 12) Тщательность крепления всех крышек люков.
- 13) Установка лопастей поворотно-лопастных турбин на пусковой угол.

После завершения вышеописанных проверок затворы или задвижки должны быть закрыты, направляющие лопасти реактивных турбин или сопла активных турбин закрыты (и застопорены, если необходимо), агрегат заторможен и щит управления поставлен под напряжение.

Убедившись в соблюдении всех условий, руководитель испытаний дает команду на заполнение проточного тракта.

6.2. Испытания после заполнения проточного тракта

Сперва открывается затвор или задвижка со стороны нижнего бьефа. В зависимости от уровня нижнего бьефа производится проверка протечек.

Проточный тракт должен заполняться медленно - желательно вручную с помощью либо байпаса, либо малого открытия задвижки или шандоров. Когда проточный тракт окажется практически заполненным, открывают задвижку или убирают шандоры.

При наличии затвора перед турбиной турбинная камера заполняется водой, опрессовывается и проверяется перец открытием основного затвора. Затем проверяется работа автоматических устройств защиты, приводящих в действие этот затвор, и работа самого затвора.

Должны быть проверены автоматические защитные устройства, приводящие в действие затвор водозабора или выходную задвижку (затвор), в частности, проверена работа аварийного затвора, если защитные устройства и аварийный затвор работают нормально и не наблюдается никаких протечек или деформаций, проводятся рабочие испытания

- регулятора давления, при его наличии;
- сопел активных турбин (с дефлекторами);
- системы подачи воздуха под рабочее колесо в стационарных условиях.

7. Пуск

После получения разрешения руководителя испытаний, стопоры и тормоза отпускаются и направляющий аппарат турбины или сопла открываются вручную, согласно требованиям изготовителя, до достижения согласованной пусковой частоты вращения (см. пар.3.2, п.9).

При обнаружении ударов, скрежета или других ненормальных явлений, а также по требованию уполномоченного представителя любого из поставщиков, агрегат должен быть немедленно остановлен. (Отмечается лишь тенденция агрегата вращаться с протечками.)

8. Замеры

8.1. Испытания без нагрузки

Агрегат удерживается на ручном управлении на частоте вращения, соответствующей пусковой или чуть выше ее, пока температура подшипников не станет удовлетворительной на взгляд представителей поставщиков.

Если температура какого-нибудь из подшипников или какого-нибудь участка подшипника окажется слишком высокой или будет расти слишком быстро, агрегат должен быть остановлен, причина этого явления исследована и устранена.

При отсутствии неполадок частоту вращения агрегата следует ступенчато, с

заранее согласованными интервалами повышать до номинальной величины, останавливаясь на каждом промежуточном значении до тех пор, пока представитель поставщика не убедится, что скорость повышения температуры всех подшипников удовлетворительна

8.1.2. На каждом промежуточном значении частоты вращения производятся по крайней мере следующие замеры и/или наблюдения:

- 1) Деформации крышек и опор подшипников.
- 2) Шума или вибрации в турбине и/или генераторе.
- 3) Давления подачи воды в подшипники на водяной смазке и уплотнениях и в системе охлаждения уплотнений вала.
- 4) Работы предохранительных и сигнальных устройств, в особенности тех, которые невозможно было должным образом испытать до того, как турбина была заполнена водой и приведена во вращение.
- 5) Рабочих режимов масляных и других насосов.
- 6) Состояния масла в подшипниках и в маслонапорных системах. При обнаружении в масле воды места протечек должны быть найдены и протечки устранены. При обнаружении масловоздушной эмульсии причина ее появления должна быть выявлена и устранена.
- 7) Давления масла в маслонапорной системе и системе смазки; давления, циркуляции и температуры охлаждающей воды на входе и выходе системы.
- 8) Уровней масла в системах смазки подшипников на жидкой масляной смазке и в маслонапорной системе.
- 9) Температуры подшипников, уплотнений и смазочного масла.
- 10) Выбег вала в турбинном и генераторном подшипниках, осевое перемещение вращающихся частей, если возможно.

При некотором согласованном промежуточном значении частоты вращения - обычно после испытаний на номинальной частоте вращения холостого хода - должно быть проверено действие тормозной системы (а также тормозных сопл активных турбин).

8.1.3. В это время можно проверить способность регулятора поддерживать заданную частоту вращения: если регулятор работает удовлетворительно, турбина может быть использована для сушки и балансировки агрегата, испытаний электрического оборудования, защиты и автоматики и т.п.

8.1.4. После завершения испытаний без нагрузки на номинальной частоте вращения, частоту вращения турбины можно начать осторожно повышать, удерживая агрегат на ручном управлении, для проверки действия противоразгонных устройств.

Замеряется частота вращения при срабатывании каждого из устройств и, в случае необходимости, делаются соответствующие регулировки.

После испытаний на сброс нагрузки может понадобиться дополнительная регулировка противоразгонных устройств.

8.2. Работа под нагрузкой и испытания на сброс нагрузки

8.2.1. Общие замечания

После того как будет заявлено, что генератор и коммутационное оборудование готовы к работе, агрегат может быть синхронизирован. Во время испытаний на сброс нагрузки должны быть приняты все необходимые меры против превышения номинальных значений напряжений в напорном трубопроводе и турбине.

Такие меры могут включать в себя установку быстродействия регулятора на уровне ниже расчетного.

После проведения регулировок на регуляторе или регулирующих устройствах все испытания, проведенные перед этими регулировками, должны быть повторены.

8.2.2. Цели постановки агрегата под нагрузку и испытаний на сброс нагрузки

Целями постановки агрегата под нагрузку и испытаний на сброс нагрузки являются:

- 1) Проверка, с согласованной точностью, мощности агрегата и сравнение её с данными, указанными в документах, перечисленных в п.3.2.
- 2) Проверка агрегата на устойчивость, вибрацию или кавитацию в диапазоне гарантированных нагрузок.
- 3) Проверка работы регулятора и регулирующих устройств, а также всего агрегата в целом.
- 4) Запись мгновенных значений давления и колебаний частоты вращения агрегата и нахождение их предельных значений.
- 5) Регулировка времени закрытия направляющего аппарата, сопл, лопастей рабочего колеса, дефлекторов и регулятора давления (холостого выпуска) для уменьшения заброса оборотов агрегата в пределах допустимых колебаний давления.
- 6) Получение возможности испытать работу другого гидравлического и электрического оборудования, включая устройства защиты и автоматики.

8.2.3. Порядок постановки под нагрузку и испытаний на сброс нагрузки

Нагрузка агрегата повышается ступенями, сбросы нагрузки производятся с каждой ступени вплоть до максимальной ожидаемой нагрузки агрегата (например, сбросы могут делаться при нагрузках 25, 50, 75 и 100% от номинальной, а также при максимальной согласованной нагрузке).

С каждой величины нагрузки выполняются два сброса. Один делается при работающем регуляторе до открытия направляющего аппарата или сопла, другой - до остановки с помощью соленоида.

В случае, если это будет предписано, испытания на сброс нагрузки могут также производиться посредством аварийного щита или затвора или любого другого аварийного устройства.

После завершения каждого из испытаний на сброс нагрузки должны быть проанализированы повышение давления и частоты вращения для получения уверенности, что при следующем большем сбросе нагрузки агрегат не выйдет за заданные безопасные пределы.

8.2.4. Наблюдения, замеры и записи

Во время этих испытаний руководитель должен делать записи по крайней мере о следующих наблюдениях и замерах.

а) Работа в устойчивом режиме

- 1) Напор и уровни нижнего бьефа (или давления).
- 2) Мощность генератора.
- 3) Открытие направляющего аппарата или сопла (в необходимых случаях - положение лопастей рабочего колеса или дефлектора).
- 4) Давление на входе и выходе турбины.
- 5) Осевое давление.
- 6) Давление и уровни в маслонапорной системе.
- 7) Время работы маслонасосов.
- 8) Перепады давлений в полостях сервомоторов, потребные для закрытия направляющего аппарата или сопла. Соотношение этих перепадов с уставкой давления быстропадающего щита.
- 9) Температура в подшипниках и уплотнениях.
- 10) Уровни шумов, если их значения оговорены в контракте.
- 11) Ненормальные шумы.
- 12) Вибрации и другие перемещения вращающихся и неподвижных частей.
- 13) Действие устройств впуска воздуха (при наличии таковых) .

б) Сбросы нагрузки и связанные с ними испытания

- 1) Напор и уровни нижнего бьефа (или давления).
- 2) Мощность генератора.
- 3) Ход и время закрытия направляющих аппаратов или сопл (в необходимых случаях - лопастей рабочего колеса или дефлекторов).
- 4) Давление на входе и выходе турбины.
- 5) Колебания уровней водозабора и в уравнительном резервуаре.
- 6) Изменение частоты вращения агрегата во времени.
- 7) Максимальное осевое усилие (по возможности).
- 8) Ход и время закрытия и открытия холостого выпуска (при наличии такового).
- 9) Падение давления в маслonaпорной системе при регулировании и изменение уровня в котле МНУ.
- 10) Уровни шумов, если их значения оговорены в контракте.
- 11) Ненормальные шумы.
- 12) Вибрации и другие перемещения вращающихся и неподвижных частей.
- 13) Действие клапанов срыва вакуума (при наличии таковых).
- 14) Действие аварийного затвора или быстропадающих щитов в потоке (фиксируется при наличии специального предписания о таких испытаниях).

По возможности, желательно сразу же после испытаний на сброс нагрузки, проводится определение объема протечек через турбину при закрытом направляющем аппарате.

После проведения испытаний, рекомендуется (см.п. 2.8) провести осмотр агрегата на предмет задевания вращающихся частей о неподвижные.

Если в ходе испытаний (п.8.2) обнаружены необычные явления или вибрация, или если проведены испытания на разгон (п.11.1.6), такой осмотр должен проводиться перед началом периода полупромышленной эксплуатации (п.2.9).

Глава III. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

9. Общие замечания

Период эксплуатации разделяется на следующие этапы:

- полупромышленная эксплуатация,
- промышленная эксплуатация, подразделяющаяся на гарантийный период и послегарантийный период.

Разделы, касающиеся полупромышленной эксплуатации и гарантийного периода, должны применяться к новым агрегатам после первого монтажа и приемки или к любому агрегату после капитального или текущего ремонта, выполненного изготовителем или специальным подрядчиком.

Параграф 12, касающийся промышленной эксплуатации после истечения гарантийного периода, может применяться в течение всего срока, пока агрегат находится в работе.

10. Период полупромышленной эксплуатации

10.1. Если в процессе постановки под нагрузку и в ходе испытаний на сброс нагрузки не обнаружено никаких необычных явлений, можно начать период полупромышленной эксплуатации. Поскольку изготовитель обычно несет ответственность за свое оборудование и за то, как оно работает в этот период, рекомендуется, чтобы персонал заказчика работал с оборудованием в этот период под руководством изготовителя.

После первого монтажа длительность периода полупромышленной эксплуатации

должна быть такой, чтобы заказчик мог убедиться в нормальном рабочем состоянии всех компонентов агрегата. После капитального ремонта полупромышленный период может быть сокращен или вообще отсутствовать.

10.2. Продолжительность последней части периода полупромышленной эксплуатации, в течение которой агрегат должен работать без остановок, должна быть оговорена в контракте.

10.3. В течение периода полупромышленной эксплуатации персонал заказчика должен изучать работу оборудования и записывать через регулярные промежутки времени (по крайней мере один раз в день, вначале ежечасно или даже чаще, а также после каждого изменения напора, расхода или мощности) следующие показания:

- уровни воды в верхнем и нижнем бьефах;
- давление на входе и выходе турбины;
- величину мощности и её колебания;
- расход (если это возможно);
- открытие направляющего аппарата или сопла, а в необходимых случаях - положение лопастей рабочего колеса или дефлектора;
- температуру подшипников, уплотнений и смазывающего масла;
- температуру и давление в маслонапорных системах.

Следует также вести наблюдения за:

- работой регулятора и МНУ, а также всего вспомогательного оборудования;
- действием устройств автоматики и сигнализации;
- деформациями крышки или кожуха турбины;
- впуском воздуха (объем и эффективность);
- циркуляцией смазывающего масла и охлаждающей воды;
- смазкой других смазываемых точек, фильтров и охладителей, чистотой масла;
- уровнями воды в дренажных колодцах и протечками масла;
- способностью агрегата нести нагрузку;
- температурой окружающего воздуха и поверхностей окружающих машин (например, генераторов).

Персонал должен также наблюдать за шумами, пульсациями явлениями, ударами, вибрациями, просечками и тому подобными явлениями в агрегате и делать запись о таких явлениях и об обстоятельствах, при которых они наблюдались.

10.4. В конце периода полупромышленной эксплуатации маслонапорная система и система смазки должны быть проверены на наличие в них инородных тел.

10.5. После успешного завершения периода полупромышленной эксплуатации начинается период промышленной эксплуатации под ответственностью заказчика. Одновременно начинается действие гарантийного периода (см.п.2.12), которое должно быть документально зафиксировано обеими сторонами.

11. Промышленная эксплуатация

11.1. Гарантийный период

11.1.1. Замеры и наблюдения

Замеры и наблюдения, оговоренные в п.10, должны вестись также и в период промышленной эксплуатации. В зависимости от режима эксплуатации интервалы между большинством замеров могут быть увеличены. Время проведения каждого замера или наблюдения должно фиксироваться.

11.1.2. Остановка

Если какая-нибудь неисправность не может быть немедленно устранена, например, внезапное повышение температуры подшипников или падение давления в МНУ, агрегат должен быть остановлен.

11.1.3. Ремонт

Если при осмотре будет обнаружена необходимость в ремонте в пределах действия гарантийного периода, такой ремонт должен производиться по согласованию с изготовителем.

11.1.4. Приемочные испытания

Приемочные испытания проводятся в следующем порядке:

1) Испытания для определения к.п.д. и мощности должны проводиться в соответствии с публикацией МЭК № 41 "Международные правила натуральных приемочных испытаний гидравлических турбин". В противном случае указанные испытания проводятся по согласованию с изготовителем.

2) Должны быть проверены максимальные значения открытия направляющих аппаратов или сопел, указанные изготовителем в соответствии с п.3.2, и установлены рабочие пределы этих величин с учетом уровня шума и падения мощности и/или к.п.д.

При наличии определенного диапазона нагрузок, при которых продолжительная эксплуатация оборудования может показаться нежелательной, должны быть установлены границы этого диапазона, а стороны должны прийти к соглашению, каким образом устранить возникшую неполадку и/или как проходить указанный диапазон во время эксплуатации агрегата.

3) Для поворотно-лопастных турбин комбинаторную зависимость рекомендуется проверять относительным способом: исправленный в случае необходимости клин комбинатора должен устанавливаться как можно скорее.

11.1.5. Системы регулирования

Приемочные испытания систем регулирования должны выполняться в соответствии с Публикацией МЭК № 308 "Международные правила испытаний систем регулирования частоты вращения гидравлических турбин", а в противном случае указанные испытания должны проводиться по согласованию между изготовителем и заказчиком.

11.1.6. Натурные испытания на разгон

Натурные испытания на разгон должны проводиться в исключительных случаях, только тогда, когда они оговорены в контрактах на поставку агрегата и только после того, как будут приняты все меры предосторожности.

11.1.7. Гарантийный осмотр

Этот раздел касается только гарантийных пунктов контракта. В срок, согласованный изготовителем и заказчиком (обычно перед концом гарантийного периода), проводится гарантийный осмотр агрегата: в частности, должны быть проверены все компоненты, на которые выдаются гарантии по навигационному износу (см. находящуюся на рассмотрении Публикацию МЭК по оценке величины кавитационного износа).

Для участия в гарантийном осмотре должен быть приглашен представитель изготовителя.

Гарантийный осмотр должен охватывать операции и проверки, указанные в п. 13.1.

Стороны (изготовитель и заказчик) составляют совместный документ о результатах осмотра. В этом документе должны быть перечислены все мероприятия, необходимость которых выявилась в ходе гарантийного осмотра, указана сторона, осуществляющая эти мероприятия, и сторона, несущая расходы и составляющая программу работ.

11.2. Послегарантийный период

Замеры и наблюдения, указанные в п.10, могут быть продолжены и после истечения гарантийного периода. Интервалы между замерами и объем проводимых замеров определяются заказчиком.

При обнаружении какого-либо необычного явления или необычного значения измеряемой величины заказчик сам принимает решение о продолжении эксплуатации

агрегата или о его остановке для осмотра.

11.3. Особые случаи эксплуатации

11.3.1. Эксплуатация в холодное время года.

Эксплуатация в холодное время года требует особого внимания к водоводам малого сечения, особенно в неотапливаемых местах. При низкой скорости течения в водоводе и отсутствии на нем теплоизоляции в нем может образоваться ледяная пробка¹.

После того как агрегат простоит некоторое время в отключенном положении при низких температурах, может возникнуть необходимость в нагреве масла в подшипниках и системе регулирования для уменьшения его вязкости.

При работе агрегата его потери обычно обеспечивают выделение достаточного количества тепла для сохранения хороших смазывающих свойств масла.

11.3.2. Работа в режиме синхронного компенсатора

Работа в режиме синхронного компенсатора требует особого внимания к вопросам охлаждения, отдельное охлаждение потребуется для уплотнения вала и, в частности, для высоконапорных реактивных турбин с малыми зазорами в лабиринтных уплотнениях рабочих колес и с высокими периферийными скоростями. Для этих зазоров может потребоваться отдельное охлаждение. Для такого режима работы изготовитель должен выдать инструкции.

Глава IV. ОБСЛУЖИВАНИЕ

12. Общие замечания

12.1. Обслуживание включает в себя работы по предотвращению неполадок и восстановлению рабочего состояния оборудования (ремонт).

Общая цель работ по предотвращению неполадок и восстановлению рабочего состояния оборудования - обнаружение причин повреждений или поломок.

Цель работ по предотвращению неполадок - уменьшить износ и вероятность повреждений или поломок.

Цель работ по восстановлению рабочего состояния оборудования - возвращение поврежденных и/или изношенных узлов и деталей в их оптимальное рабочее состояние.

12.2. Работы по обслуживанию охватывают все части турбины и вспомогательное оборудование:

- проточным тракт;
- неподвижные и вращающиеся части турбины;
- контрольные и регулирующие устройства и связанное с ними оборудование;
- системы смазки, охлаждения и дренажа;
- устройства автоматического управления и защит;
- щит управления и контрольно-измерительную аппаратуру турбины.

12.3. Потеря работоспособности и/или прочности оборудования, вообще говоря, может быть вызвана одной или несколькими из нижеперечисленных причин:

- а) износом, вызываемым наличием взвешенных наносов или другого абразивного материала в воде;
- б) кавитационными явлениями;
- в) явлениями усталости материала;
- г) ранее не обнаруженными дефектами материала;
- д) эксплуатацией или обслуживанием в нарушение рекомендаций и/или инструкций изготовителя;

¹ Лед может образоваться и на водоводах большого сечения, в частности на сороудерживающих решетках и в направляющем аппарате.

е) неполадками в электрических контактах или механических соединениях.

Износ, вызываемый наличием взвешенных наносов или другого абразивного материала в воде обычно проявляется на иглах, насадках, дефлекторах, ковшах или лопастях рабочих колес, втулке рабочего колеса, направляющем аппарате, камере рабочего колеса и/или горловине отсасывающей трубы.

Рабочие колеса активных турбин подвержены сильному воздействию усталостных напряжений. Усталостные напряжения в реактивных турбинах обычно не достигают высокого уровня без наличия вибраций.

12.4. Опыт эрозионного износа и/или кавитационных разрушений на первом этапе промышленной эксплуатации (т.е. в течение гарантийного периода) может быть использован для определения времени очередного осмотра.

12.5. Ремонт в течение гарантийного периода должен выполняться в соответствии с требованиями п.11.1.3.

Текущий и капитальный ремонты после истечения гарантийного периода должны выполняться изготовителем или любой другой компетентной организацией.

13. Основы обслуживания

13.1. Для того, чтобы заложить основы обслуживания, следует произвести ряд наблюдений и проверок, в частности:

а) при работе с номинальной частотой вращения:

- проверить работу всех механических частей (на отсутствие ударов, ненормальных шумов, чрезмерной вибрации или повышенной температуры);
- проверить отсутствие протечек масла и/или воды;
- проверить регулятор и его системы;
- проверить уставки срабатывания предохранительных устройств, сравнив их с первоначальными;
- проверить мощность и расход турбины (или величину, пропорциональную расходу), напор, открытие направляющего аппарата или сопла при работе под нагрузкой или без неё.

б) при переходных режимах:

- определить максимальное повышение частоты вращения агрегата и колебания давления;
- определить изменение давления в маслонапорной системе, время закрытия направляющего аппарата, сопла и холостого выпуска;
- определить время, потребное на остановку агрегата;
- убедиться в отсутствии необычных явлений (ударов, ненормального шума, чрезмерных вибраций, протечек и т.п.).

в) на остановленной турбине:

- проверить давления;
- проверить уровни и температуру масла и других жидкостей;
- проверить закрытие направляющего аппарата, сопел, дефлекторов, лопастей рабочего колеса, щитов и затворов на входе и выходе, регулятора и сервомотора. Сравнить полученные величины с первоначальными значениями.

г) при ревизиях и ремонтах:

- проверить наличие износа, повреждений и трещин в недоступных местах, например, на рабочем колесе, иглах и насадках сопел, уплотнениях, лабиринтных уплотнениях, подшипниках и приводах.

В ходе остановки перед плановой ревизией следует произвести полный сброс нагрузки для проверки регулирующего механизма.

13.2. Для указанных наблюдений и проверок может оказаться удобным руководствоваться заранее изготовленным для данного агрегата формуляром, в котором уже указаны периодичность таких наблюдений и вопросы, подлежащие проверке.

При проведении наблюдений, указанных в п.13.1.г замеры следует сводить в таблицы по типу тех, что даются в Приложении к настоящему руководству.

14. Восстановление до рабочего состояния

При восстановлении до оптимального рабочего состояния деталей проводится два вида работ:

- замена изношенных или поврежденных деталей;
- их ремонт.

В последнем случае могут применяться шлифовка, сварка, напыление или пайка.

Способ обработки выбирается в зависимости от местных условий, требований заказчика, предварительных соглашений и опыта.

15. Пуск после капитального ремонта

При пуске агрегата после капитального ремонта выполняются те же операции, что и при первом пуске. Результаты повторных замеров должны быть сопоставлены с результатами первоначальных испытаний и выяснены причины любых больших расхождений.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ЗАМЕРЫ

1. Общие замечания

Помимо прочих, при монтаже должны быть измерены следующие размеры:

- высотные отметки и расстояния для установки неподвижных частей и выверки линии вала;
- зазоры и просветы между рабочими колесами и крышками, в уплотнениях рабочих колес, между кромками лопастей рабочих колес и камерой, направляющими лопатками и нижним и верхним кольцом направляющего аппарата и т.п.

Формы поперечных сечений снимаются до или во время монтажа и сравниваются с соответствующими шаблонами.

Реальные формы могут быть сняты при монтаже непосредственно с детали и сопоставлены с шаблоном. При необходимости могут быть измерены расхождения с шаблоном.

2. Величины для выверки линии вала

Для выверки линии вала горизонтального и вертикального агрегата служат формы, приводимые на рис.1 и 2, соответственно.

3. К монтажу реактивной турбины

Основные данные и размеры, снятые при монтаже, приводятся на соответствующем чертеже, выдаваемом изготовителем.

Чертеж и таблица для радиально-осевой турбины приводятся на рис.3, 4.


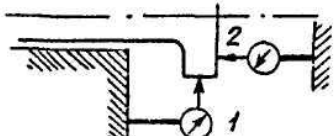
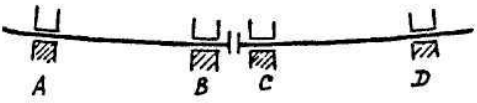
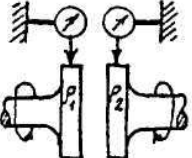
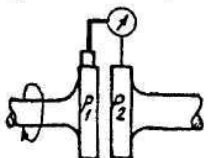
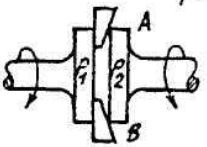

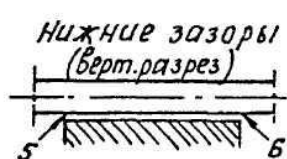

Приложение		ГЭС	Агрегат:		35.																																																																																																																																																																																																						
		Замеры при монтаже - горизонтальный агрегат																																																																																																																																																																																																									
Операция																																																																																																																																																																																																											
1	Схема линии вала																																																																																																																																																																																																										
2	Проверка на фланцах		<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Угол Фланец</th> <th colspan="2">0°</th> <th colspan="2">90°</th> <th colspan="2">180°</th> <th colspan="2">270°</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Угол Фланец	0°		90°		180°		270°		1	2	1	2	1	2	1	2	A									B																																																																																																																																																																											
Угол Фланец	0°		90°		180°		270°																																																																																																																																																																																																				
	1	2	1	2	1	2	1	2																																																																																																																																																																																																			
A																																																																																																																																																																																																											
B																																																																																																																																																																																																											
3	Схема линии вала (продолжение)					При установке агрегата на трех подшипниках, подшипник В используется как вспомогательная опора на монтаже																																																																																																																																																																																																					
4	Проверка по фланцам (продолжение)	Проверка несобности	Проверка концентричности	Проверка параллельности фланцев																																																																																																																																																																																																							
																																																																																																																																																																																																											
		<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Угол Фланец</th> <th colspan="4">0°</th> <th colspan="4">90°</th> <th colspan="4">180°</th> <th colspan="4">270°</th> </tr> <tr> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> </tr> <tr> <td>P₁</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>P₂</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	Угол Фланец	0°				90°				180°				270°				P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁																	P ₂																	<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Угол Фланец</th> <th colspan="4">0°</th> <th colspan="4">90°</th> <th colspan="4">180°</th> <th colspan="4">270°</th> </tr> <tr> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> </tr> <tr> <td>P₁</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>P₂</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	Угол Фланец	0°				90°				180°				270°				P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁																	P ₂																	<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Угол Фланец</th> <th colspan="4">0°</th> <th colspan="4">90°</th> <th colspan="4">180°</th> <th colspan="4">270°</th> </tr> <tr> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> <th colspan="2">P₁</th> <th colspan="2">P₂</th> </tr> <tr> <td>P₁</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>P₂</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	Угол Фланец	0°				90°				180°				270°				P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁																	P ₂														
Угол Фланец	0°				90°				180°				270°																																																																																																																																																																																														
	P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂																																																																																																																																																																																												
P ₁																																																																																																																																																																																																											
P ₂																																																																																																																																																																																																											
Угол Фланец	0°				90°				180°				270°																																																																																																																																																																																														
	P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂																																																																																																																																																																																												
P ₁																																																																																																																																																																																																											
P ₂																																																																																																																																																																																																											
Угол Фланец	0°				90°				180°				270°																																																																																																																																																																																														
	P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂		P ₁		P ₂																																																																																																																																																																																												
P ₁																																																																																																																																																																																																											
P ₂																																																																																																																																																																																																											
5	Наклон вала по подшипникам и опорам 1/1000 мм/м	<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Угол</th> <th rowspan="2">Опоры</th> <th colspan="4">Фланцы не сболчены</th> <th colspan="4">Фланцы сболчены</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> <tr> <td>0°</td> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>90°</td> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>180°</td> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>270°</td> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>				Угол	Опоры	Фланцы не сболчены				Фланцы сболчены				A	B	C	D	A	B	C	D	0°										90°										180°										270°																																																																																																																																																					
Угол	Опоры	Фланцы не сболчены						Фланцы сболчены																																																																																																																																																																																																			
		A	B	C	D	A	B	C	D																																																																																																																																																																																																		
0°																																																																																																																																																																																																											
90°																																																																																																																																																																																																											
180°																																																																																																																																																																																																											
270°																																																																																																																																																																																																											
6	Зазоры в подшипниках при одном положении вала	Боковые зазоры (гориз. разрез)	Нижние зазоры (верт. разрез)	Зазоры в подпятнике и контрплате																																																																																																																																																																																																							
																																																																																																																																																																																																											
		<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Точки Подшипл.</th> <th colspan="4">1</th> <th colspan="4">2</th> <th colspan="4">3</th> <th colspan="4">4</th> </tr> <tr> <th colspan="2">A</th> <th colspan="2">B</th> <th colspan="2">A</th> <th colspan="2">B</th> <th colspan="2">A</th> <th colspan="2">B</th> <th colspan="2">A</th> <th colspan="2">B</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	Точки Подшипл.	1				2				3				4				A		B		A		B		A		B		A		B		A																	B																	C																	D																	<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Точки Подшипл.</th> <th colspan="2">5</th> <th colspan="2">6</th> </tr> <tr> <th colspan="2">A</th> <th colspan="2">B</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> </table>	Точки Подшипл.	5		6		A		B		A					B					C					D					<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Точки Подшипл.</th> <th colspan="2">7</th> <th colspan="2">8</th> <th colspan="2">9</th> <th colspan="2">10</th> </tr> <tr> <th colspan="2">A</th> <th colspan="2">B</th> <th colspan="2">A</th> <th colspan="2">B</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> <td></td><td></td> </tr> </table>	Точки Подшипл.	7		8		9		10		A		B		A		B		A									B									C									D																								
Точки Подшипл.	1				2				3				4																																																																																																																																																																																														
	A		B		A		B		A		B		A		B																																																																																																																																																																																												
A																																																																																																																																																																																																											
B																																																																																																																																																																																																											
C																																																																																																																																																																																																											
D																																																																																																																																																																																																											
Точки Подшипл.	5		6																																																																																																																																																																																																								
	A		B																																																																																																																																																																																																								
A																																																																																																																																																																																																											
B																																																																																																																																																																																																											
C																																																																																																																																																																																																											
D																																																																																																																																																																																																											
Точки Подшипл.	7		8		9		10																																																																																																																																																																																																				
	A		B		A		B																																																																																																																																																																																																				
A																																																																																																																																																																																																											
B																																																																																																																																																																																																											
C																																																																																																																																																																																																											
D																																																																																																																																																																																																											
7	Для выравнивания линии вала следует проложить прокладки под подшипники																																																																																																																																																																																																										
8	Подписи:																																																																																																																																																																																																										

Рис. 1

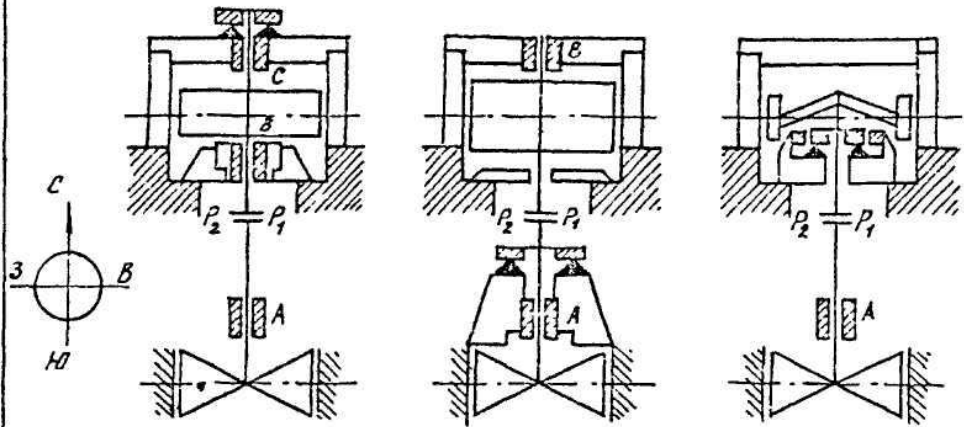
Приложение

Замеры при монтаже - вертикальный агрегат

Операция

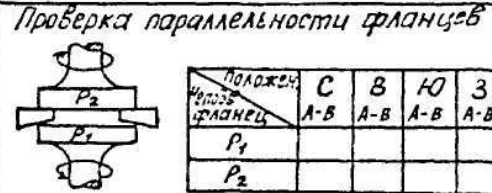
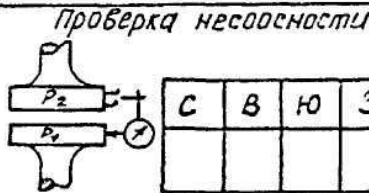
1

Схема
линии
вала



2

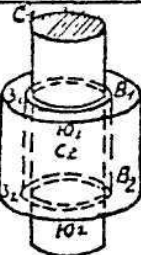
Проверка
на
фланцах



Сначала поворачивается вал P2, затем вал P1

3

Зазоры
в
подшипниках
1/1000 мм



Угол в подшип.	С1	Ю1	В1	З1	С2	Ю2	В2	З2
А								
В								
С								

4

Эксцентрисичность
в подшипниках

4 положения
для вала

1- верхняя часть

2- нижняя часть

Угол Точки в подшип.	0°	90°	180°	270°	360°
С1 или 2					
Ю1 или 2					
В1 или 2					
З1 или 2					

Подшипник А

Угол Точки в подшип.	0°	90°	180°	270°	360°
С1 или 2					
Ю1 или 2					
В1 или 2					
З1 или 2					

Подшипник В

Расчетная несоосность

$$d = 0,5 \sqrt{(c-ю)^2 + (в-з)^2}$$

dA мм.

dB мм

Допустимая несоосность..... мм

$$d_0 = 0,03 \frac{L}{D} \text{ мм}$$

L - расстояние от измеряемой точки до зеркала пяти

D - диаметр зеркала

5

Подписи

Рис. 2

Приложение

Реактивная турбина

опера-
ция

Размеры, наносимые на чертеж
 (в реальных условиях размеры наносятся на чертеж, выдаваемый изготовителем)

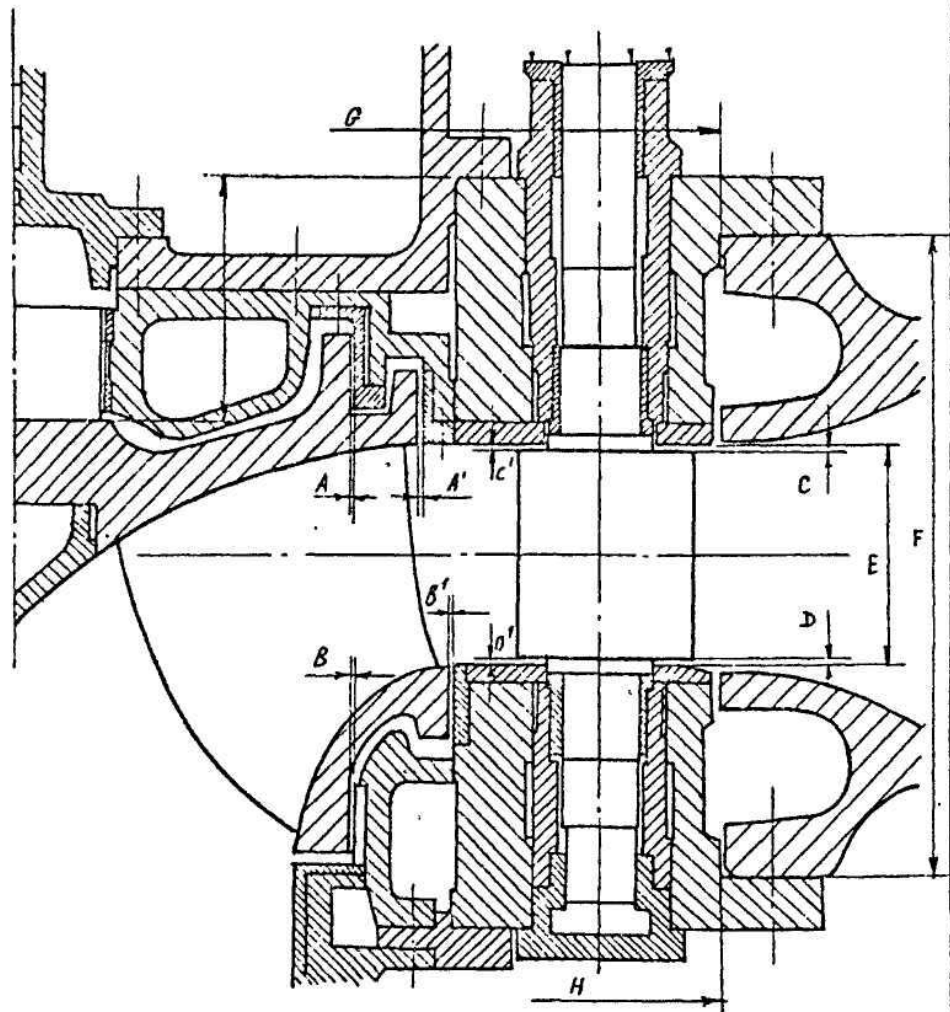


Рис.3

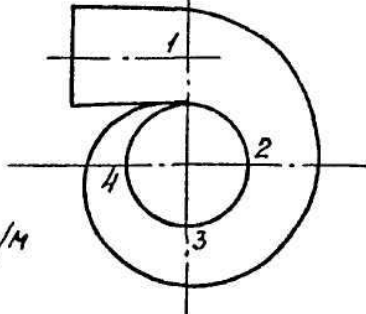
Приложение

К монтажу реактивной турбины

Операция 2	Зазоры между торцами открытых лопаток Н.А. и облицовками колец Н.А. 1/1000 мм	Лопатка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
		Точки																				
		С																				
		Д ₁																				
		С ₁																				

Лопатка №1 соответствует точке 1 (операция 4) нумерация лопаток по потоку

Операция 3	Зазоры между лопатками при закрытом Н.А. 1/1000 мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1

Операция 4	Проверка статора	Параллельность фланцев (гориз. агр.)							
		F ₁	F ₂	F ₃	F ₄				
		Наклон опорного фланца (верт. агр.)							
				1/1000 мм/м					
		N ₁₋₃	N ₂₋₄	N ₁₋₃	N ₂₋₄				

Операция 5	Параллельность облицовок колец Н.А.	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄

Операция 6	Максимальное допустимое осевое смещение ротора	Подъем	Горизонтальное смещение
	 мм мм

Операция 7	Зазоры между Р.К. и неподвижными концами уплотнений 4 положения для колеса 4 замера в каждом положении 1/1000 мм	Положение колеса	0°				90°				180°				270°												
		Точка отсчета	А		А'		В		В'		А		А'		В		В'		А		А'		В		В'		
		Точка замера	А	А'	В	В'	А	А'	В	В'	А	А'	В	В'	А	А'	В	В'	А	А'	В	В'	А	А'	В	В'	
		1																									
		2																									
		3																									

Эти замеры выполняются в конце монтажа; ротор проворачивается после подачи масла на подпятник или после подъема на тормозах

Рис. 4