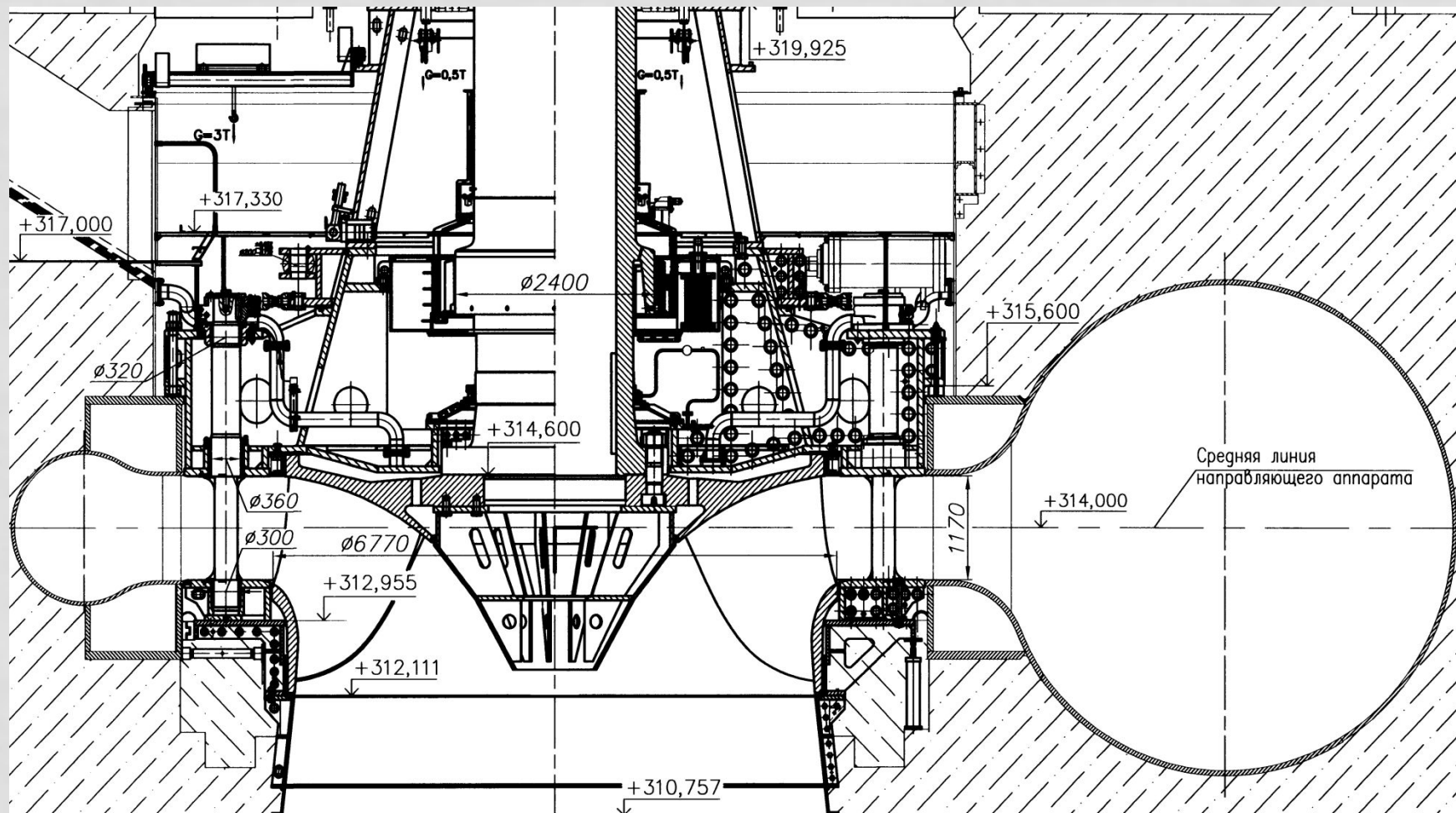


# МОНТАЖ ГИДРОАГРЕГАТА

**МОНТАЖ ГИДРОТУРБИНЫ**

# МОНТАЖ ГИДРОТУРБИНЫ



# МОНТАЖ ГИДРОТУРБИНЫ

Для монтажа оборудования поставляются необходимые монтажные приспособления, а также комплект инструмента, материалов и ключей.

Монтаж оборудования на ГЭС необходимо производить **под техническим руководством и контролем представителей заводов-изготовителей оборудования.**

Монтажная организация обеспечивает выполнение всех работ по монтажу оборудования стандартным инструментом, приспособлениями, такеажным оборудованием, тросами для переноса и установки деталей, материалами временных площадок и подмостей, сварочным оборудованием, сверлильными и шлифовальными машинками, гайковертами, индикаторами с магнитным основанием, динамометрами для контроля затяга крепёжных изделий, измерительным и слесарным инструментом, нивелиром для выполнения работ по велированию опорных фланцев на деталях с точностью измерения 0,05 мм и другим оборудованием, инструментом и материалами, которые необходимы для производства работ по монтажу.

Монтажная организация несет ответственность за сохранность и комплектность оборудования после принятия его в монтаж.

На месте выполнения работ необходимо вести рабочий монтажный журнал, где следует отмечать весь ход работ по монтажу оборудования.

# МОНТАЖ ГИДРОТУРБИНЫ

## транспортирование, хранение, расконсервация узлов и деталей

- Изделия транспортируются на склады и базы заказчика **в транспортной упаковке предприятия-изготовителя**, выполненной с учетом особенностей изделия, способа транспортирования и условий хранения. Например, диск подпятника гидрогенератора транспортируется в специальной многооборотной таре.
- При выполнении погрузочно-разгрузочных работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и указания предупредительной маркировки **"Осторожно"**, **"Верх"**, **"На верх не ставить"**, **"Центр тяжести"**, **"Захват стропами здесь"** и др.
- Если при получении груза в пункте назначения обнаружены повреждения ящика или изделия, получатель груза должен составить акт совместно с организацией, производящей перевозки.

# МОНТАЖ ГИДРОТУРБИНЫ

## **Перед началом работ по монтажу оборудования**

Перед началом работ по монтажу оборудования необходимо изучить чертежи, инструкции и другую техническую документацию, используя при необходимости помощь и консультации представителей заводов-изготовителей.

Своевременно подготовить все требуемые для монтажа приспособления, материалы, оборудование и инструмент.

### **Составить график монтажных работ.**

Перед началом работ по монтажу необходимо проверить положение элементов фундамента и соответствие их чертежу.

Геодезическая служба строительства должна своевременно нанести на поясах статора турбин **риски главных осей агрегата «Х-Х» и «У-У»**, определяющих вертикальную ось агрегата, также необходимые репера высотных отметок. Выполнение этих работ должно быть отражено и зафиксировано в соответствующем акте.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## МОНТАЖ ЗАКЛАДНЫХ ЧАСТЕЙ

Работы по монтажу закладных частей турбин включают: установку опорного кольца; установку стабилизирующих рёбер в зоне облицовки конуса отсасывающей трубы (при наличии в проекте); вывод закладных трубопроводов на более высокую отметку.

Перед началом работ требуется выполнить следующие подготовительные работы и проверки:

- в кратере турбины, в зоне нижней части фундаментного кольца, своевременно **установить и испытать монтажное перекрытие**;
- **нанести** на верхней плоскости опорного кольца **риски главных осей агрегата «Х-Х» и «У-У»** и проверить их взаимную перпендикулярность измерениями между осями четырёх хорд по кольцевой риске на диаметре;

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## МОНТАЖ ЗАКЛАДНЫХ ЧАСТЕЙ

Перед началом работ требуется выполнить следующие подготовительные работы и проверки (продолжение):

- перенести эти риски главных осей агрегата «Х-Х» и «У-У» на нижний и верхний пояс статора, обеспечивая их совпадение в плане по вертикали;
- **нанести** на колоннах статора **осевые риски**, определяющие положение горизонтальной оси направляющего аппарата, и измерить от рисков **фактический высотный размер до верхнего фланца опорного кольца**;
- установить на верхний пояс статора балку из комплекта приспособления для измерения статора и центровки опорного и нижнего колец.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## МОНТАЖ РАБОЧИХ МЕХАНИЗМОВ ТУРБИНЫ

### Направляющий аппарат, 1 этап

Нижнее кольцо направляющего аппарата (НКНА), состоящее из четырёх частей, собрать на монтажной площадке в кольцо согласно чертежу, не допуская уступов на стыках по механически обработанным поверхностям. Разъёмы на всех стыках нижнего кольца собрать на проектном герметике и обеспечить проектный затяг болтов до определенного заводом напряжения.



# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## МОНТАЖ РАБОЧИХ МЕХАНИЗМОВ ТУРБИНЫ

### Направляющий аппарат, 1 этап

Опустить НКНА на фланец опорного кольца с установленным резиновым шнуром, отцентровать по главным осям агрегата «Х-Х», «У-У» и кольцевым точкам и временно закрепить болтами.

Ослабить болты и отцентровать нижнее кольцо направляющего аппарата по поверхности внутренней расточки относительно поверхности лабиринта на опорном кольце с точностью до 0,15 мм и проверить цилиндричность формы. Закрепить НКНА на фланце опорного кольца болтами, обеспечивая их затяг проектным моментом.

Проверить горизонтальность и плоскостность верхней поверхности нижнего кольца направляющего аппарата по нивелиру в 6 точках по окружности (с каждой стороны от втулок нижнего кольца и местах замыкания смежных лопаток при закрытом их положении). Результаты измерений занести в монтажный журнал.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## МОНТАЖ РАБОЧИХ МЕХАНИЗМОВ ТУРБИНЫ

### Направляющий аппарат, 1 этап

Выполнить работы по приварке нижнего кольца направляющего аппарата к фланцу опорного кольца. Сварку шва производить одновременно двумя или четырьмя сварщиками, расположенными в противоположных направлениях,. Проверить затяжку крепёжных болтов после заварки шва. Произвести контрольную проверку горизонтальности (плоскостности) верхней опорной поверхности нижнего кольца под лопатки.

Выполнить зачистку поверхности опорного фланца до чистого металла. В процессе зачистки обеспечивать горизонтальность зачищенной поверхности в радиальном направлении, производя соответствующие измерения уровнем с шагом не более 200 мм и лекальной линейки между измеряемыми сечениями.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## МОНТАЖ РАБОЧИХ МЕХАНИЗМОВ ТУРБИНЫ

### Направляющий аппарат, 1 этап

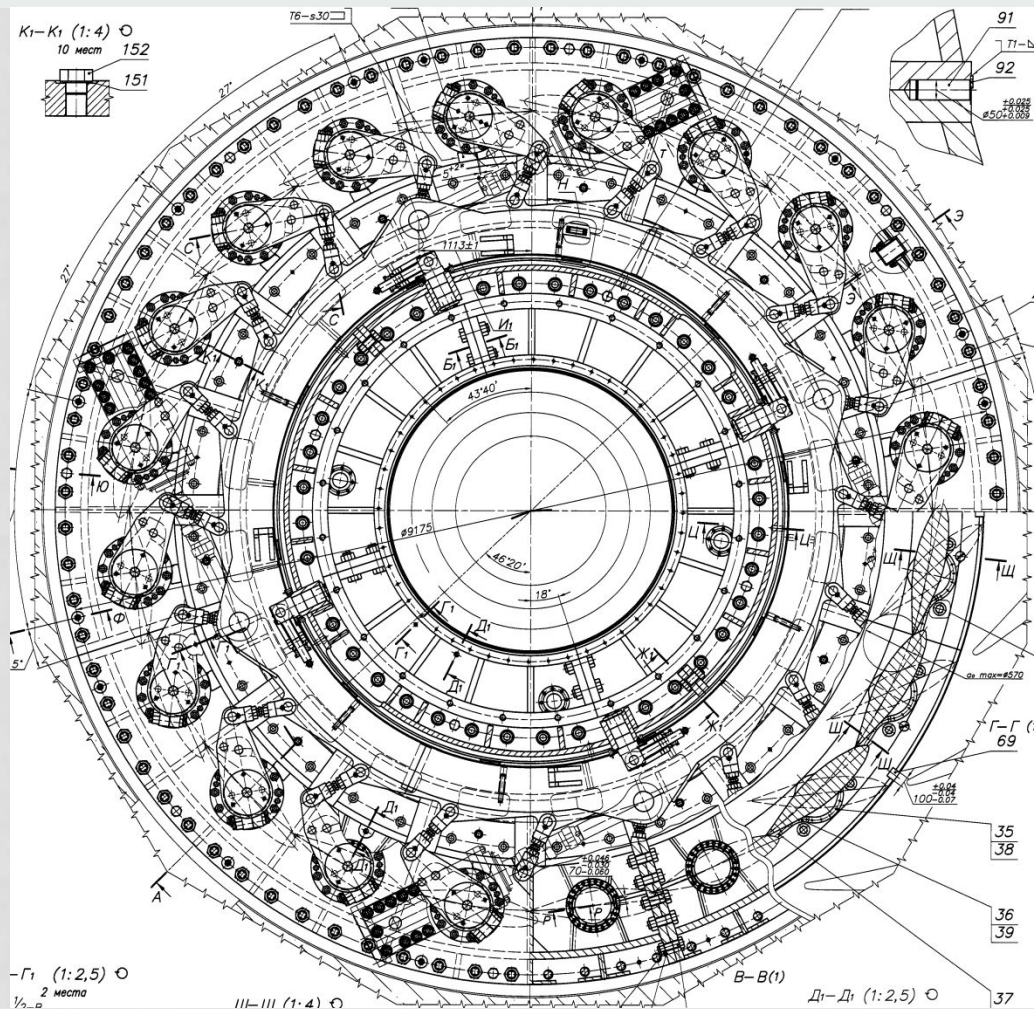
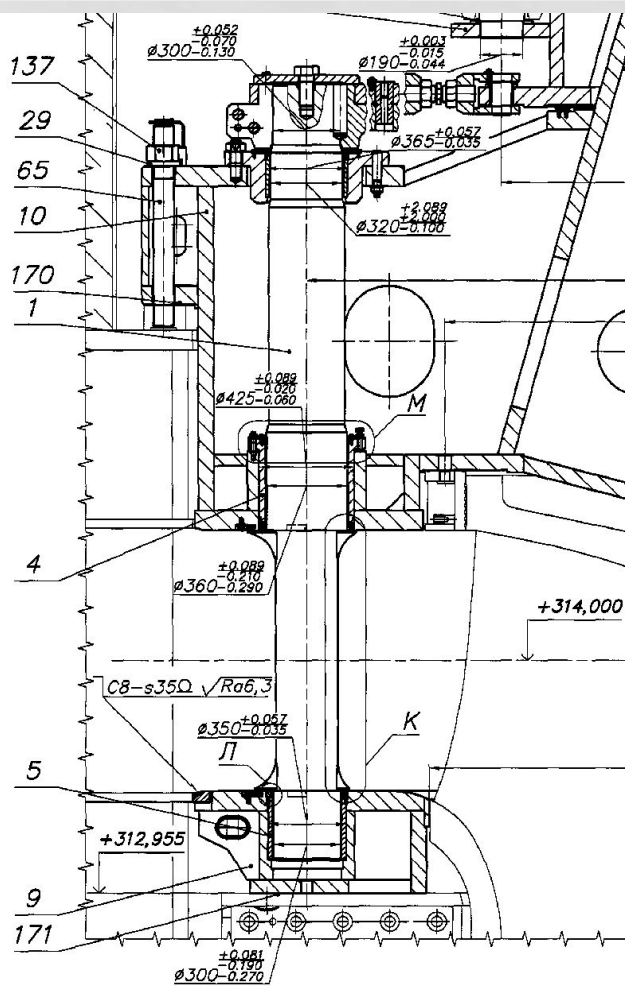
Выполнить тщательный визуальный осмотр и контроль в объёме 100% зачищенных поверхностей на предмет отсутствия каких-либо дефектов металла.

Подготовить и проверить поверхность внутренней расточки нижнего кольца направляющего аппарата и поверхность лабиринта на опорном кольце под установку рабочего колеса в кратер агрегата.

Подготовить на монтажной площадке под сборку крышку турбины, средние подшипники лопаток, верхнее лабиринтное кольцо, направляющие лопатки и все части опорного фланца с деталями крепежа для последующего его монтажа на верхнем поясе статора.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## МОНТАЖ РАБОЧИХ МЕХАНИЗМОВ ТУРБИНЫ



# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## **Временная установка рабочего колеса (РО) в кратере агрегата**

Рабочее колесо подготовить на монтажной площадке к временной установке в кратер агрегата, произведя тщательную очистку и проверку поверхностей нижнего и верхнего лабиринтов.

Транспортировать рабочее колесо без лабиринта с помощью приспособления для переноса в кратер агрегата и установить на клинья или мерные планки, которые заранее расположить по осям агрегата на торцевой поверхности фундаментного кольца, учитывая при этом выполненные раньше измерения по проверке горизонтальности этой поверхности.

Толщину клиньев или планок определить из расчёта последующей установки рабочего колеса с валом на отметке ниже проектной на величину 20-22 мм по положению рабочего колеса в проточной части.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Временная установка рабочего колеса (РО) в кратере агрегата

Отцентровать рабочее колесо по зазору в нижнем лабиринте с точностью 0,15 мм (разность измерений в противоположных точках не более 0,30 мм при горизонтальном положении его верхнего фланца).

Горизонтальность верхнего фланца на ступице обеспечить с помощью клиньев или подкладок под нижним ободом рабочего колеса. Величина допустимого отклонения не более 0,05 мм/м.

Произвести окончательные измерения величины зазора в нижнем лабиринтном уплотнении рабочего колеса с точностью до 0,10 мм по всем точкам измерений и проверить его проектную величину.

Результаты всех выполненных измерений занести в монтажный журнал.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Установить все лопатки с корпусами манжет, кольцами и манжетами в нижние втулки согласно чертежу в соответствии с маркировкой. Лопатки установить в закрытое положение и проверить щупом их прилегание к верхней опорной плоскости нижнего кольца направляющего аппарата.

Крышку турбины, состоящую из четырёх частей, собрать на монтажной площадке в кольцо согласно чертежу, не допуская уступов на стыках по механически обработанным поверхностям. Стыки на крышке турбины проварить уплотнительным швом и зачистить. Застопорить крепёж на стыках согласно чертежу.

Собрать средние втулки лопаток с кольцами согласно чертежу. Установить и закрепить на крышке турбины средние втулки без установки резиновых колец и манжет, обеспечив при сборке их правильное высотное положение. Внутренние поверхности втулок смазать густой смазкой.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца





# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Подготовить под сборку с крышкой турбины лабиринтное кольцо, установить его по главным осям агрегата «Х» и «У» и временно закрепить болтами согласно чертежу.

Лабиринтное кольцо отцентровать относительно кольцевых расточек в крышке, проверить и обеспечить гарантированные зазоры на всех крепёжных болтах и закрепить. Окончательная центровка, крепление и штифтовка лабиринтного кольца производится после окончания работ по центровке ротора агрегата.

Произвести разметку на кольцевых поверхностях верхнего фланца крышки турбины, базирясь от главных осей и крепёжных отверстий, проектного положения всех стыков опорного фланца и выполнить их маркировку.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Крышку турбины, застропленную на кране в горизонтальном положении, перенести в кратер турбины, отцентровать по главным осям агрегата и лопаткам и установить нижнюю плоскость крышки на торцевые поверхности перьев лопаток, которые своевременно подготовить и проверить.

Замерить величину фактических зазоров в верхнем лабиринте рабочего колеса по всем точкам. При необходимости откорректировать положение лабиринтного кольца на крышке.

Определить лопатки, на которые крышка турбины опирается и замерить величину зазоров на всех остальных

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Проверить горизонтальность положения крышки турбины измерениями расстояния от нижнего кольца направляющего аппарата до крышки в восьми противоположных точках (оси агрегата и между ними) по окружности. Места выполненных измерений надёжно замаркировать.

Приподнять крышку турбины и установить на определённые по измерениям прокладки, установленные на торцы перьев десяти лопаток (через одну), которые должны обеспечить максимальные по чертежу суммарные торцевые зазоры на лопатках и горизонтальность положения крышки.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Замерить в местах измерений от нижнего кольца фактическую величину подъёма крышки на прокладках и её горизонтальность. Щупами замерить величину фактических суммарных торцевых зазоров на лопатках. **Негоризонтальность крышки допускается не более 0,3 мм.**

Произвести измерения высотных расстояний от поверхности верхнего пояса статора до опорной плоскости нижнего фланца крышки с точностью до 0,5 мм для предварительного определения оптимальной высотной отметки опорного фланца на поверхности статора и фактической величины её волнистости.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Определить характер волнистости опорной поверхности на статоре, а также фактические величины и длины её высоких и низких участков относительно выбранной базовой отметки на поясе статора.

Нанести на опорной поверхности верхнего пояса статора кольцевую или прерывистую риску с помощью плоской чертилки от наружного обработанного диаметра фланца крышки для фиксации положения крышки турбины в плане.

Зафиксировать существующее высотное положение верхнего фланца крышки турбины на облицовке шахты, минимум в восьми местах (по осям агрегата и между ними), нанесением рисок с помощью чертилки, прижатой к верхней плоскости фланца.

Удалить крышку турбины из кратера агрегата на монтажную площадку.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Установить на рабочее колесо нивелир и выполнить измерения высотного положения опорной поверхности статора **минимум в 80 точках** по окружности по внутреннему и наружному её краям.

Рубкой или шлифовкой высоких мест, наплавкой с последующей шлифовкой низких мест до выбранной базовой отметки **обеспечить горизонтальность и плоскостность опорной поверхности верхнего пояса статора** до 0,3 мм, производя измерения по нивелиру.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Присоединить к нижнему фланцу крышки турбины восемь частей опорного фланца, собрать их без уступов и зазоров на стыках в кольцо и отцентровать по отверстиям и расточкам в крышке. Собранный опорный фланец закрепить на крышке турбины всеми шпильками и проверить по периметру плотность его прилегания к фланцу крышки.

Застропленную в горизонтальном положении крышку турбины, в которой установлены все средние втулки лопаток без резиновых уплотнений и нижняя плоскость опорного фланца смазана синькой (краской), перенести в кратер агрегата и установить по осям и лопаткам на опорную поверхность статора. **Замерить величины фактических суммарных торцевых зазоров на лопатках, проверить прилегание опорного фланца к поверхности статора щупом, а затем по отпечаткам нанесённой краски (синьке) после подъёма крышки турбины.**

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Опусканием и подъёмом крышки турбины, с установкой её на торцы цапф лопаток и последующей подшлифовкой опорной поверхности статора по полученным отпечаткам, **обеспечить максимальное прилегание по периметру поверхности статора к нижней плоскости опорного фланца**, контролируя при этом суммарные торцевые зазоры на лопатках и положение крышки. При контрольной установке крышки турбины на статор тщательно замерить на всех лопатках величину суммарных торцевых зазоров и проверить положение и горизонтальность крышки.

Определить требуемую окончательную высоту опорного фланца, учитывая возможную усадку опорного фланца от сварки и необходимость подгоночных работ по обеспечению его прилегания к нижнему фланцу крышки турбины.

Разметить требуемую высоту опорного фланца от его верхней опорной плоскости и нанести на всех частях соответствующие риски.

Перед снятием частей опорного фланца с крышки турбины замаркировать их положение в радиальном и окружном направлениях. 24



# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Механической обработкой (фрезеровкой) на ГЭС или ближайшем от станции заводе удалить лишний металл с нижней торцевой поверхности на всех частях опорного фланца и обеспечить требуемый высотный размер и параллельность обработанной поверхности к верхней плоскости фланца.

Присоединить к фланцу крышки турбины в проектом положении все части опорного фланца. Выполнить на всех стыках надёжные прихватки электросваркой на вертикальных поверхностях, а также внизу между опорными поясками нижнего торца.

Перенести крышку турбины в кратер агрегата и установить по главным осям и лопаткам на опорную поверхность верхнего пояса статора, которую заранее смазать синькой (краской) и проверить прилегание поверхностей щупом.

Замерить величину фактических суммарных торцевых зазоров на лопатках, проверить положение и горизонтальность крышки. Выполнить общий анализ измерений.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Произвести несколько подъёмов и опусканий крышки турбины с проверкой и при необходимости шлифовкой нижней поверхности опорного фланца (или поверхности статора) в нужных местах по полученным отпечаткам и **обеспечить максимальное прилегание по периметру опорных поверхностей.**

Тщательно замерить величину фактических суммарных торцевых зазоров на всех лопатках и проверить положение и горизонтальность крышки турбины. Все величины выполненных измерений зафиксировать в монтажном журнале.

Отсоединить крышку турбины от опорного фланца, крышку турбины удалить из кратера агрегата на монтажную площадку.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Опорный фланец прихватить электросваркой к верхнему поясу статора по наружному и внутреннему диаметрам.

Произвести приварку опорного фланца к верхнему поясу статора согласно чертежу с соблюдением проектной технологии и контроля качества всех сварных швов.

Сварку выполнять четырьмя сварщиками, расположенными в диаметрально противоположных направлениях, обеспечивая минимальные поводки верхней поверхности опорного фланца.

Первый проход при сварке выполнить по наружному диаметру, затем по внутреннему и в дальнейшем проходы постоянно чередовать, при этом выполнять послойную прочеканку сварного шва пневматическим молотком с радиусом бойка 3 мм согласно требованиям установочного чертежа.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

В процессе сварки через каждые 2-3 прохода с каждой стороны производить контроль горизонтальности опорного фланца и величину его усадки.

По результатам проверки определять очерёдность и интенсивность дальнейшей сварки швов.

Замерить высотное положение опорного фланца по нивелиру, а также **определить фактическую величину его усадки после приварки** к статору.

На основании анализа выполненных проверок определить неплоскостность и негоризонтальность опорного фланца, величина которых **не должна превышать 0,3 мм.**

При необходимости произвести работы по шлифовке опорного фланца. Окончательные данные занести в карту измерений.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Поверхность фланца крышки турбины смазать синькой и установить крышку на опорный фланец. Поднять крышку турбины, снять формуляр пятен контакта и при необходимости выполнить работы по дополнительной шлифовке верхней поверхности опорного фланца.

Завернуть все шпильки в опорный фланец. Установить крышку турбины со средними втулками на место и временно обтянуть её всеми шпильками с шайбами и гайками. Проверить прилегание крышки турбины к опорному фланцу, замерить расстояние от нижнего кольца в замаркированных точках и проверить горизонтальность крышки.

Замерить суммарные торцевые зазоры на всех лопатках. Результаты всех измерений занести в монтажный журнал.

В случае, если величины полученных зазоров превышают допустимые, то **произвести дополнительные работы** для обеспечения проектных величин: шлифовкой опорного фланца или торцов перьев лопаток, шлифовкой поверхностей на нижнем кольце или крышке турбины.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Монтаж опорного фланца

Проектные **суммарные торцевые зазоры на лопатках** собранного направляющего аппарата (без нагрузки крышки турбины весом ротора агрегата) должны быть в пределах 0,8 - 1,3 мм.

При контрольной установке крышки турбины проверить **соосность подшипников лопаток и лёгкость поворота лопаток** с помощью монтажного приспособления для поворота лопатки без рычага. Все лопатки должны легко поворачиваться и не превышать усилий для разворота, указанных в требованиях чертежа.

После окончания всех работ необходимо выполнить в полном объёме все измерения и проверки, **крышку турбины отсоединить и удалить на монтажную площадку для сборки укрупнённого блока в составе: крышки турбины, корпуса направляющего подшипника, опоры подпятника и регулирующего кольца.**

**Удалить на монтажную площадку рабочее колесо для последующей сборки его с валом турбины и конусом-обтекателем.**

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## **Соединение рабочего колеса с валом турбины**

Подготовить на монтажной площадке под совместную сборку вал турбины и рабочее колесо, под ступицу которого заранее установить подготовленные болты фланцевого соединения.

Вал турбины скантовать в вертикальное положение и установить на фланец рабочего колеса, совместив одноимённые отверстия под болты и используя для направления два штатных болта.

Установить остальные болты в соответствии с маркировкой и произвести «нулевой» затяг болтов.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

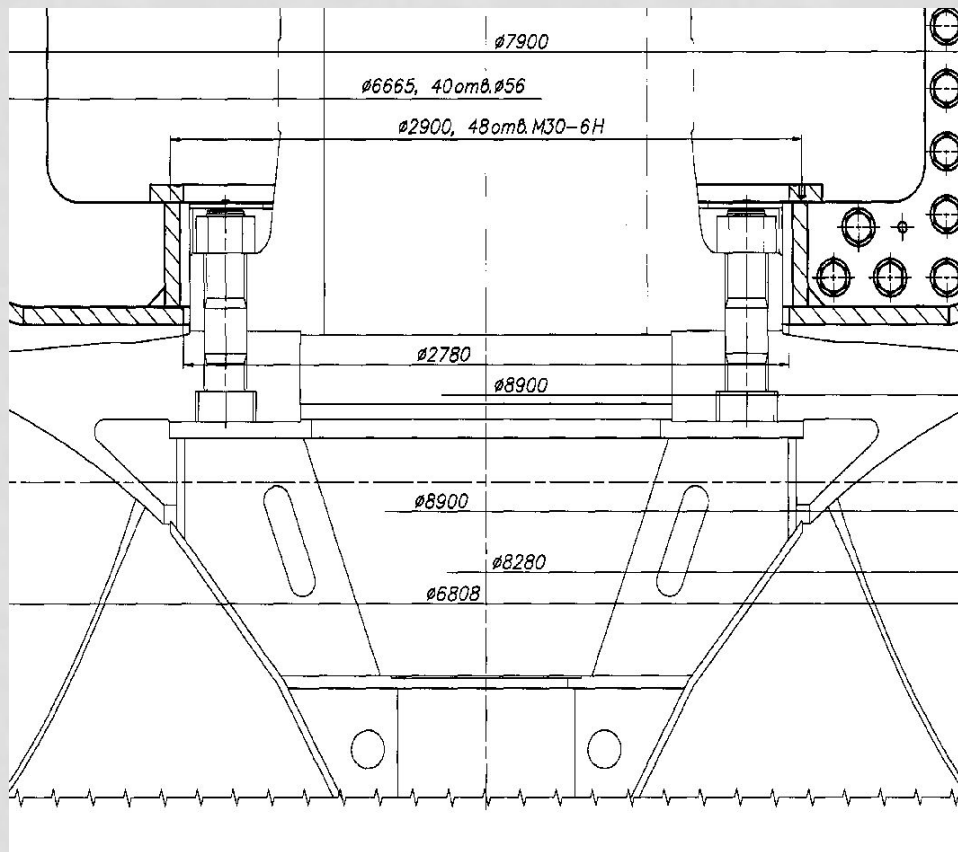
## Соединение рабочего колеса с валом турбины





# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Соединение рабочего колеса с валом турбины



# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Соединение рабочего колеса с валом турбины

Проверить плотность прилегания фланцев щупом 0,02-0,03 мм. Замаркировать радиальными рисками положение гаек при «нулевом» затяге и застопорить головки болтов приваркой упоров согласно чертежу.

Затянуть болты фланцевого соединения устройством с гайковёртами крест-накрест, в два обхода до напряжения согласно требованию чертежа. Удлинение каждого болта контролировать индикатором.

Величины затяга болтов фланцевого соединения рабочего колеса с валом занести в карту измерений. Дополнительно проконтролировать давление при затяге и угол поворота гаек по нанесённым рискам.

Застопорить гайки на всех болтах, выполнив приварку планок согласно чертежу.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Соединение рабочего колеса с валом турбины

Подготовленный к монтажу конус рабочего колеса установить на подставку приспособления для установки и крепления конуса, проверить его горизонтальность и обеспечить устойчивость конуса с помощью дополнительных вертикальных упоров. Установить опоры для установки рабочего колеса и измерить величину фактического высотного размера от опор до верхней плоскости конуса.

Рабочее колесо с валом турбины отцентровать относительно конуса по внутренней расточке и рискам их взаимного положения, опустить и установить на опоры. Проверить совпадение всех крепёжных отверстий.

Установить два ряда болтов крепления конуса, **подтянуть конус к фланцу ступицы рабочего колеса и произвести «нулевой» затяг болтов** с помощью ключей, которые поставляются с приспособлением для крепления. Проверить плотность прилегания фланцев щупом.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Соединение рабочего колеса с конусом турбины

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Соединение рабочего колеса с валом турбины

Затянуть болты крепления конуса гайковёртом или с помощью тали или крана с использованием динамометра для обеспечения проектного момента затяга болтов. Затяг крепёжных болтов производить крест-накрест в два обхода, до напряжения согласно требованиям сборочного чертежа. Болты застопорить приваркой планок согласно чертежу, обеспечив их плотное прилегание к грани болтов.

Транспортировать собранный ротор турбины в кратер агрегата и **установить рабочее колесо на фундаментном кольце на 20-22 мм ниже его проектного положения в проточной части на клинья или мерные планки**, которые были определены раньше при первоначальной установке.

Отцентровать рабочее колесо по зазору в нижнем лабиринте с точностью до 0,15 мм при вертикальном положении вала.

Вертикальность вала контролировать точным рамочным уровнем с ценой деления 0,02 мм/м и обеспечить с помощью клиньев или подкладок под нижним ободом рабочего колеса. **Отклонение от вертикальности не более 0,03 мм/м.**

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

На монтажной площадке своевременно подготовить под сборку укрупнённого блока крышки турбины и дальнейшего монтажа направляющего аппарата требуемые детали и узлы: крышку турбины с закреплённым верхним лабиринтным кольцом и установленными средними втулками лопаток, корпус направляющего подшипника, опору подпятника, регулирующее кольцо, верхние втулки и детали механизма поворота лопаток, сервомоторы.

В отсеках крышки турбины установить и раскрепить части днища выгородки направляющего подшипника. Корпус направляющего подшипника подготовить под монтаж, выполнив заранее ревизию, установку и штифтовку маслоохладителей в очищенные и тщательно проверенные отсеки корпуса.

Подготовленную под сборку опору подпятника, состоящую из двух частей, собрать в кольцо с помощью болтов и штифтов, обеспечивая проектный затяг болтов, проверить отсутствие уступов на стыках и застопорить крепёж согласно чертежу.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

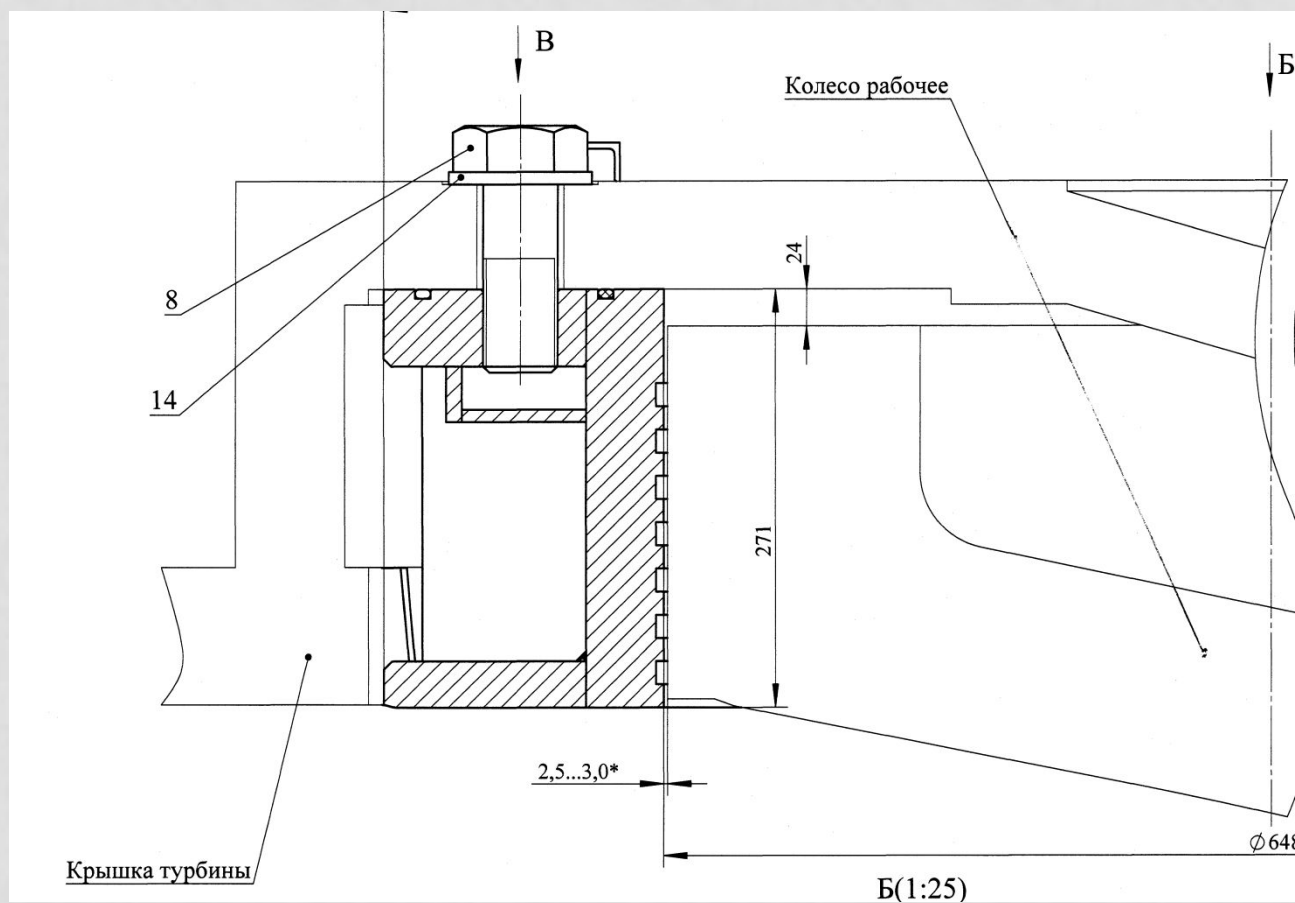
## Направляющий аппарат



16-01-2014

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Верхнее лабиринтное кольцо





# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

Установить на крышку турбины корпус направляющего подшипника и затем опору подпятника, совместив их главные оси агрегата «Х» и «У» с соответствующими осями на крышке. Опору подпятника закрепить на фланце крышки турбины окончательно, обеспечивая их проектный затяг и застопорить крепёж согласно чертежу.

Корпус направляющего подшипника отцентровать относительно расточек крышки турбины и закрепить временно. **Окончательная его центровка, крепление, штифтовка и расклиновка производится после окончания всех работ по проверке общей линии вала и центровке ротора агрегата.**

Закрепить на крышке турбины опорные и упорные планки под установку регулирующего кольца согласно чертежу, обеспечивая при их установке и креплении надёжность стопорения крепёжных винтов проектным герметиком.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

Регулирующее кольцо, состоящее из двух частей, собрать на болтах и штифтах в кольцо, не допуская уступов на стыках по обработанным поверхностям. При сборке обеспечить затяг болтов проектным моментом и застопорить крепёж согласно чертежу.

Установить регулирующее кольцо на крышку турбины, обеспечивая горизонтальность его положения на кране, отцентровать по зазорам на упорных планках и замерить их величину, проверить прилегание к опорным планкам. В случае необходимости выполнить подгоночные работы по обеспечению проектных зазоров на планках. При окончательной установке регулирующее кольцо установить в его закрытое проектное положение согласно чертежу. Произвести центровку кольца по зазорам на упорных планках, обеспечивая их concentricity и проектную величину. Регулирующее кольцо, установленное в закрытое положение направляющего аппарата и отцентрованное по зазорам на упорных планках, зафиксировать на крышке турбины с помощью временных приварных планок. Величины зазоров по планкам регулирующего кольца занести в карту измерений.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

Установить и закрепить на опоре подпятника приспособление для переноса укрупнённого блока крышки турбины.

В кратере турбины подготовить и проверить опорные и рабочие поверхности на статоре и всех лопатках направляющего аппарата.

Укрупнённый блок крышки турбины с установленными средними втулками лопаток перенести в кратер агрегата, отцентровать по главным осям и лопаткам и установить на опорный фланец статора по выполненным отверстиям под штифты.

Проверить по периметру прилегание опорного фланца под весом укрупнённого блока к фланцу крышки турбины с помощью щупа.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

Крышку турбины окончательно закрепить всеми шпильками согласно чертежу. Затяг выполнять с помощью поставляемого устройства для вытяжки шпилек крест-накрест, в два обхода до проектного напряжения. Удлинение каждой шпильки контролировать индикатором при помощи приспособления для измерения.

При выполнении этих работ на восьми шпильках своевременно установить вместо обычных шайб **силоизмерительные шайбы**. Все гайки и шпильки застопорить приваркой стопоров и отверстие в шпильках заглушить пробками с уплотнительным кольцом.

Замерить величину суммарных торцевых зазоров на всех лопатках минимум в двух местах с каждой стороны от цапф и сравнить с величинами выполненных раньше измерений при монтаже опорного фланца.

Результаты всех измерений занести в монтажный журнал.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

Подготовить корпуса с установленными и заштифтованными верхними втулками, завести их на лопатки и установить на фланец крышки турбины.

Отцентровать по кольцевому зазору относительно лопаток, обеспечивая его concentricity и проектную величину, и закрепить корпуса с верхними втулками на крышке турбины.

Проверить легкость поворота лопаток с помощью приспособления поворота. Каждая вывешенная лопатка должна легко поворачиваться моментом не превышающим требований чертежа.

Установить и закрепить на корпусах верхних втулок опорные кольца, обеспечивая проектное стопорение крепёжных ВИНТОВ.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## **Направляющий аппарат**

Установить на верхние цапфы лопаток рычаги, накладки, шпонки, срезные пальцы, крышки, подвесные болты и другие детали блока лопатки согласно чертежу .

При сборке проверить щупом плотность прилегания нижней опорной поверхности рычагов к верхней плоскости опорных колец, а все поверхности с плотными посадочными соединениями смазать дисульфидомолибденовой или графитовой смазкой.

Опустить средние втулки до касания с торцами лопаток без зазора согласно технических требований чертежа и окончательно зафиксировать их положение на крышке турбины опорными и крепёжными деталями согласно чертежу. Установить в пазы средних втулок шпонки и приварить к крышке турбины, обеспечив защиту рабочих поверхностей от сварочных брызг.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

Произвести тщательную контрольную проверку величин торцевых зазоров на лопатках. Величины зазоров (без веса ротора агрегата) занести в карту измерений.

Повторно проверить лёгкость поворота каждой лопатки, момент поворота которых не должен превышать требований чертежа. Проверить отсутствие каких-либо задеваний при открытии лопаток и величину торцевых зазоров на всех лопатках в открытом их положении.

Затянуть окончательно болты на рычагах и застопорить согласно чертежу. Установить все лопатки в закрытое проектное положение. Проверить замыкание смежных лопаток по кромкам касания и положение кромок на торцевых уплотнениях. При наличии зазоров между отдельными лопатками произвести дополнительную регулировку до полного их замыкания.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

**Установить и закрепить на крышке турбины сервомоторы.** Поршень каждого сервомотора установить в крайнее положение на упор, соответствующий закрытому положению направляющего аппарата.

**Соединить тяги всех установленных сервомоторов с регулирующим кольцом** с помощью пальцев, обеспечивая точное совпадение осей отверстий в сопрягаемых деталях перед их установкой и горизонтальное положение тяг сервомоторов подгонкой компенсаторных колец с отклонением не более 0,10 мм/м.

При необходимости откорректировать положение поршней сервомоторов и тяги на всех сервомоторах временно зафиксировать от возможного проворота.

**Соединить накладки лопаток с регулирующим кольцом** с помощью вилок, стяжек, пальцев и других деталей согласно чертежу.

Горизонтальность стяжек обеспечить установкой компенсаторных колец, толщина которых определяется при сборке.



# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

### Установить лопатки в закрытое положение.

В случае наличия зазора по всей высоте пера между первой и последней лопатками (последней и предпоследней) разгонку повторить до полного замыкания лопаток с последующей их припиловкой.

Обеспечить припиловкой прилегание смежных лопаток по линии касания входной и выходной кромок. **Допускаются только местные зазоры величиной не более 0,03 мм на суммарной длине вдоль пера лопатки не более 100 мм при закрытом направляющем аппарате без натяга и окончательно зафиксированных стяжках с помощью гаек.**

Освободить регулирующее кольцо от временного крепления.

Замерить величину отхода поршней на сервомоторах от первоначального крайнего положения (величина монтажного натяга), которая не должна превышать 1,0 мм и проверить прилегание всех лопаток по кромкам касания.

В случае превышения этой величины необходимо произвести повторную регулировку направляющего аппарата.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

Окончательные величины торцевых зазоров на лопатках направляющего аппарата (без веса ротора агрегата) и прилегание смежных лопаток по линии касания кромок занести в карту измерений.

Движение направляющего аппарата на «открытие» и «закрытие» должно осуществляться при перепаде давления масла в полостях сервомотора не более установленной заводом. Если перепад давления выше указанной величины, то нужно определить причины повышенного трения в направляющем аппарате и устранить.

Отрегулировать натяг направляющего аппарата. Величина натяга определяется подачей масла под давлением в полость сервомоторов на «закрытие», при отведённых на открытие на 6 мм от упоров поршнях, и измерения при этом фактической величины перемещения поршней.

Установить поршни всех сервомоторов от упоров на замеренную величину натяга. Проверить, что при подаче давления на «закрытие» поршни на всех сервомоторах доходят до упоров.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий аппарат

Проверить прилегание по линии касания входной и выходной кромок на всех лопатках при закрытом направляющем аппарате с натягом. **Зазоры по линии касания кромок смежных лопаток не допускаются.**

Взаимное положение тяг на всех сервомоторах замаркировать и тяги надёжно законтрить и застопорить от проворота.

Снять зависимость открытия направляющего аппарата от хода поршня сервомоторов  $a_0=f(S)$  по четырём парам лопаток, расположенных по осям агрегата. При полном открытии направляющего аппарата измерения  $a_{0\max}$  выполнить по всем лопаткам и определить величину фактических отклонений.

Застопорить все крепёжные детали согласно требованию чертежа. Установить детали, фиксирующие положение срезных пальцев, а также установить детали крепления датчиков положения лопаток и датчиков положения стопоров регулирующего кольца.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

В проточной части своевременно выполнить измерения высотного размера от нижнего кольца до крышки (на диаметре расположения лопаток) для последующего определения фактического прогиба крышки турбины в зоне лопаток от веса вращающихся частей агрегата после их установки (ротора генератора) на крышку турбины.

Замерить окончательные величины торцевых зазоров на лопатках при закрытом направляющем аппарате с весом ротора агрегата, установленным на подпятнике, а также проверить прилегание лопаток по линии касания кромок.

Выполнить измерения высотного размера в замаркированных точках и определить величину фактического прогиба крышки турбины на диаметре расположения лопаток от веса вращающихся частей агрегата после их установки на подпятник.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### Центровка ротора турбины

Определить отклонение вала от вертикального положения и относительного уклона на 1 метр длины вала. **Величина относительного уклона вала не должна превышать 0,03 мм/м.**

Если величина уклона превышает допустимую, то положение вала править с помощью клиньев или прокладок, устанавливаемых под нижним ободом рабочего колеса. Рабочее колесо при этом должно быть отцентровано по зазору в нижнем лабиринтном уплотнении с точностью до 0,15 мм.

В процессе центровки рабочее колесо должно быть установлено ниже проектного положения в проточной части на величину 20-22 мм.

Составить акт о готовности ротора турбины для прицентровки к нему ротора генератора.

**С этого момента фланец вала турбины является базой для монтажа узлов генератора.**

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### Прицентровка ротора генератора к валу турбины. Соединение фланцев вала турбины и втулки ротора генератора

Подготовить и тщательно проверить все опорные и посадочные поверхности на фланцах вала турбины и втулке ротора генератора.

После опускания ротора гидрогенератора на подпятник произвести прицентровку фланца втулки ротора генератора к фланцу вала турбины.

Фланцы совместить согласно нумерации отверстий, которые замаркированы на заводах изготовителях.

Прицентровать фланец втулки ротора генератора к фланцу вала турбины, обеспечивая параллельность фланцев с отклонением **не более 0,04 мм.**

Окончательные результаты прицентровки фланца втулки ротора генератора к фланцу вала турбины занести в карту измерений.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### Прицентровка ротора генератора к валу турбины. Соединение фланцев вала турбины и втулки ротора генератора

Установить на фланцах подготовленное приспособление для подъёма ротора турбины с домкратами и четырьмя болтами, расположенными с равным шагом. Перед установкой опорные поверхности гаек смазать графитовой или дисульфидмолибденовой смазкой.

Произвести подъём ротора турбины к фланцу ступицы ротора генератора с помощью гидравлических домкратов и насосной станции с одновременной подтяжкой гаек при подъёме на установленных четырёх болтах и осуществляя контроль за параллельностью фланцев.

Затянуть установленные болты и проверить плотность прилегания фланцев щупом 0,02-0,03 мм, а также их соосность по центрующему буртику. Величина отклонения не должна превышать 0,03 мм.

Временно установить обработанные штатные болты в отверстия фланцев и затянуть их половинным затягом до удлинения, равного 0,25 мм. Удалить используемые при подъёме ротора турбины четыре болта.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### **Прицентровка ротора генератора к валу турбины. Соединение фланцев вала турбины и втулки ротора генератора**

Установить окончательно 8 штатных болтов в отверстия и произвести их «нулевой» затяг. После установки этих болтов проверить плотность прилегания фланцев щупом.

Установить оставшиеся штатные болты и произвести их «нулевой» затяг. Затянуть все болты фланцевого соединения в два обхода до напряжения проектного затяга. Затяг болтов при каждом обходе производить крест-накрест, контролируя величину удлинения болтов по индикатору.

Проверить положение рабочего колеса в проточной части. При необходимости откорректировать его высотное положение регулировкой высотного положения сегментов подпятника.

Замерить величины фактических зазоров в нижнем и верхнем лабиринтах рабочего колеса, а также зазоров между нижним кольцом направляющего аппарата и нижним ободом рабочего колеса, удалить с неё установленные клинья.



# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### **Проверка общей линии вала агрегата.**

Проверку общей линии вала агрегата производить поворотом ротора агрегата на  $360^\circ$  с помощью крана с замером величин биений в требуемых местах.

Перед прокруткой собрать в необходимом объёме подшипник генератора и временно закрепить корпус подшипника турбины, выполнить подбивку сегментов подпятника, произвести затяжку болтов во фланцевом соединении втулки ротора генератора с надставкой вала и закрепить крестовину генератора.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### Проверка общей линии вала агрегата.

Перед поворотом ротора агрегата сегменты подшипника генератора должны быть прижаты к валу-надставке без зазора, чтобы исключить возможные радиальные перемещения ротора агрегата.

После каждого поворота ротора агрегата на  $45^\circ$  необходимо ослабить натяжение троса, убедиться в отсутствии каких-либо задеваний вращающихся частей за неподвижные, проверкой вала на «кач» в двух перпендикулярных плоскостях и затем снять показания на всех индикаторах.

Показания индикаторов контролировать графическим построением кривой зависимости величины биения от угла поворота ротора, которая должна соответствовать закону синусоидальной кривой.

Повороты необходимо выполнять до получения стабильных и устойчивых показаний всех индикаторов.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### Проверка общей линии вала агрегата.

После снятия показаний индикаторов произвести необходимые расчёты и графические построения зависимости величины биений от угла поворота ротора.

Биение вала турбины и вала надставки может быть вызвано изломом в их шанцевых соединениях с втулкой ротора генератора, неперпендикулярностью плоскости зеркала подпятника к оси вращения, несоосностью вала турбины и надставки вала относительно оси вращения ротора агрегата.

Максимальная величина полученного биения шейки вала турбины (двойная амплитуда) в зоне направляющего подшипника не должна превышать 130 мм.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### Проверка общей линии вала агрегата.

При необходимости корректировка линии вала агрегата выполняется путём **корректировки положения вала-надставки или элементов подпятника. В случае их невозможности-шабровкой фланца вала турбины.**

Окончательные показания индикаторов при проверке общей линии вала агрегата занести в карту измерений и выполнить все необходимые расчёты и графические построения.

Застопорить все гайки, приварив к фланцу втулки ротора генератора планки, а центральные отверстия на всех болтах заглушить пробками с уплотнительными медными кольцами, которые перед установкой отжечь.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### Центровка ротора агрегата.

После окончания работ по проверке общей линии вала агрегата и подбивки сегментов подпятника **произвести проверку вертикальности вала турбины по струнам и проверить высотное положение рабочего колеса в проточной части.**

Вертикальность вала и корректировка высотного положения рабочего колеса обеспечиваются регулировкой сегментов подпятника генератора.

**Максимальная величина относительного уклона вала турбины не должна превышать 0,05 мм/м.** Результаты окончательной проверки вертикальности вала занести в карту измерений.

Произвести проверку центровки рабочего колеса по зазорам в нижнем и верхнем лабиринтах, осуществляя повороты ротора агрегата на подпятнике и выполняя требуемые измерения при остановках ротора.

Перемещением ротора агрегата на подпятнике окончательно отцентровать рабочее колесо относительно нижнего лабиринта.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Центровка вращающихся частей агрегата

### Центровка ротора агрегата.

При необходимости, по результатам выполненных проверок, выполнить корректировку зазоров в верхнем лабиринтном уплотнении изменением положения верхнего лабиринта на крышке турбины и закрепить его крепёжными и распорными болтами.

Произвести поворот ротора агрегата на  $180^\circ$  и замерить величины тактических зазоров в верхнем и нижнем лабиринтах. При измерениях зазоров щупами требуется контролировать неизменность положения вала по установленным на корпусе подшипника индикаторам.

В случае необходимости выполнить проверку величин зазоров в лабиринтных уплотнениях рабочего колеса в четырёх положениях ротора агрегата, т.е. с поворотом и остановкой через  $90^\circ$  от первоначального положения. Величины зазоров по верхнему и нижнему лабиринтам рабочего колеса занести в карту измерений.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий подшипник

Окончательная сборка направляющего подшипника выполняется после завершения всех работ по центровке ротора агрегата и фиксации рабочего колеса относительно неподвижных частей.

Корпус подшипника окончательно отцентровать относительно вала турбины и закрепить на фланце крышки турбины, обеспечивая проектный затяг. Расклинить корпус подшипника относительно крышки турбины, обеспечивая их равномерную подбивку в противоположных точках и застопорить сваркой.

Собрать внутри корпуса подшипника изоляционное кольцо, отцентровать относительно вала и закрепить на опорном кольце, обеспечивая среднюю величину проектного зазора 0,40- 0,45 мм. При необходимости выполнить подгоночные работы для обеспечения требуемого зазора.

Установленные зазоры между валом и изоляционным кольцом занести в измерений.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Направляющий подшипник

Упоры с изоляционными прокладками и втулками окончательно закрепить на сегментах гласно чертежу. Проверить на всех сегментах сопротивление установленной изоляции, которая должна быть не менее 1,0 МОм и фактические её величины занести в карту измерений.

Установить на изоляционное кольцо подготовленные и проверенные сегменты. Прижать все сегменты к валу турбины с помощью установочных болтов. Поджатие сегментов к валу производить равномерно в диаметрально-противоположных направлениях, контролируя отсутствие перемещений вала по установленным на торце корпуса индикаторам. Проверить прилегание сегментов щупом 0,02 мм.

Установить мерные прокладки под опоры и проверить величину зазоров на всех сегментах. При необходимости выполнить работы по их корректировке. Окончательные величины установленных зазоров в сегментах направляющего подшипника занести в карту измерений.



# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## **Направляющий подшипник**

Собрать в кольцо ванну, состоящую из четырёх частей, обеспечивая плотность и герметичность стыков. Ванну отцентровать по осям агрегата и закрепить.

Установить датчики температуры сегментов и масла в подшипнике, соблюдая проектную схему расположения согласно чертежу.

Проложить и надёжно закрепить от установленных датчиков трассу электропроводки в подшипнике и вывести её наружу через отверстия в ванне согласно чертежу, обеспечивая герметичность соединений. Установить и закрепить в проектном положении датчики уровней масла в подшипнике.

Собрать трубопровод подвода и отвода воды к установленным маслоохладителям.

Произвести гидравлические испытания трубопровода в сборе с маслоохладителями давлением воды 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>) в течение 30 минут. Протечки не допускаются.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Уплотнение вала

Собрать в кольцо опору уплотнения, обеспечивая герметичность стыков проектным герметиком, и установить по осям агрегата на проверенный нижний фланец крышки турбины с установленным резиновым шнуром.

Отцентровать опору уплотнения относительно вала по внутренней расточке до 0,5 мм и закрепить на фланце крышки турбины, обеспечивая плотность и герметичность соединения и стопорение крепежа согласно чертежу.

Произвести работы по штифтовке опоры уплотнения с фланцем крышки турбины.

Собрать в кольцо согласно чертежу основание, обеспечивая герметичность, и установить его по осям агрегата на верхний фланец опоры уплотнения с установленным и проверенным резиновым шнуром.

Отцентровать основание по зазору относительно шейки вала с точностью до 0,1 мм и закрепить винтами на опоре уплотнения, обеспечивая их проектное стопорение.

Величины зазоров по валу занести в карту измерений.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Уплотнение вала

Установить в основание шланг воздушного уплотнения с ниппелем и проверить его положение по длине периметра паза.

Проверить величину проектного зазора по валу 1,5 мм и плотность прилегания стыка шланга, выполнив при необходимости подгоночные работы.

Собрать нижнее кольцо, обеспечивая герметичность всех разъемов, и установить по осям агрегата на подготовленный фланец основания с установленным в канавку уплотняющим резиновым шнуром.

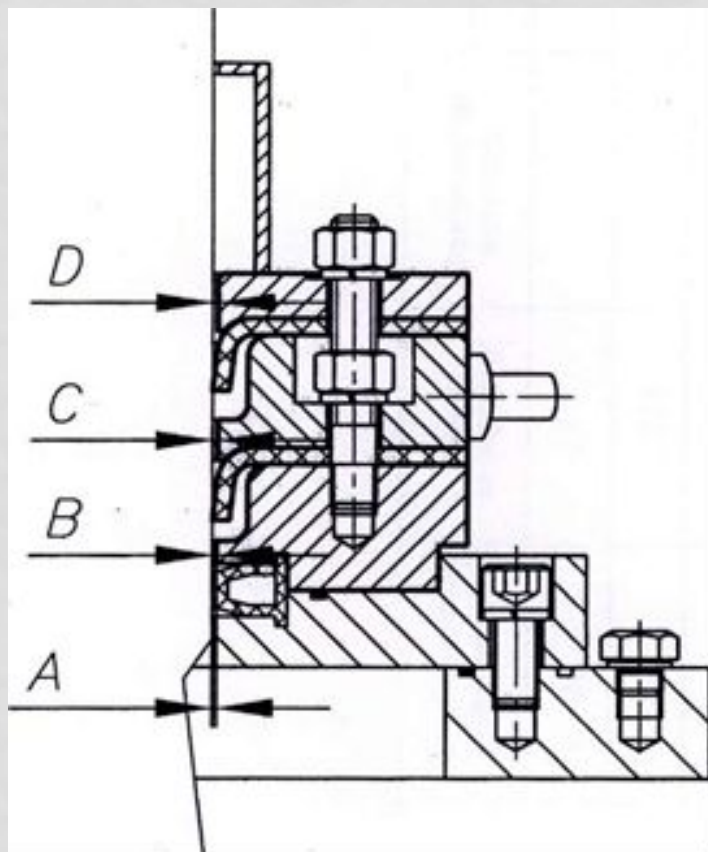
Закрепить нижнее кольцо на фланце основания винтами согласно чертежу.

Собрать в кольцо опору уплотнения, обеспечивая герметичность стыков проектным герметиком, и установить по осям агрегата на проверенный нижний фланец крышки турбины с установленным резиновым шнуром.

Отцентровать опору уплотнения относительно вала по внутренней расточке до 0,5 мм и закрепить на фланце крышки турбины, обеспечивая плотность и герметичность соединения и стопорение крепежа.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Уплотнение вала



Установить штуцер, уплотнительные детали, элементы трубопровода и проверить действие и герметичность запорного устройства подводом к уплотнению воздуха.

Установить и последовательно закрепить нижнее резиновое кольцо и корпус уплотнения, верхнее резиновое кольцо и другие детали, обеспечивая величину проектных зазоров по валу. Данные занести в карту измерений.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Уплотнение вала

Удалить из проточной части все ранее установленные клинья для фиксации ротора агрегата относительно неподвижных частей, проконтролировав при этом положение вала турбины.

После затопления проточной части нижним бьефом проверить герметичность всех соединений в деталях уплотнения и замерить протечки воды через уплотнение вала, величина которых должна быть незначительной.

Проверить действие запорного устройства уплотнения многократным подводом к шлангу воздуха давлением 0,5 МПа (5,0 кгс/см<sup>2</sup>) и замерить протечки воды с нижнего бьефа через уплотнение вала, которые практически должны отсутствовать. Снять давление воздуха со шланга запорного устройства уплотнения и соединить его с атмосферой.

Подать чистую воду на уплотнение вала, замерить и отрегулировать требуемую величину давления и расхода воды на уплотнении согласно чертежу, а также замерить и зафиксировать в монтажном журнале фактическую величину протечек на стоящем агрегате.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## **Установка устройства противоразгонной защиты**

Установку устройства противоразгонной защиты произвести в соответствии чертежом и его техническими требованиями.

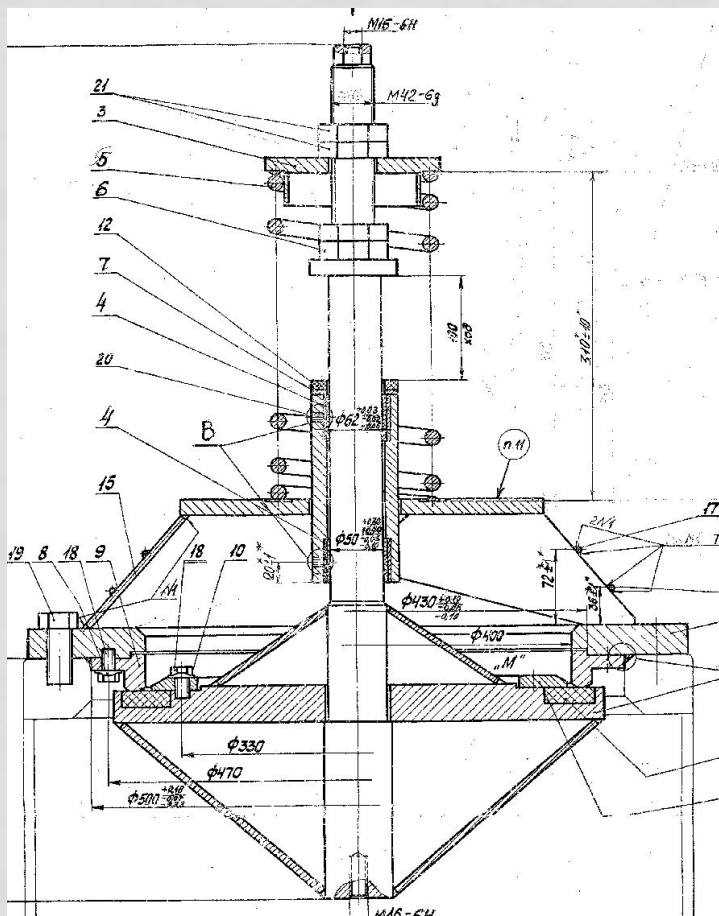
Установить и закрепить выключатель центробежный и приварить балансировочный груз, обеспечивая их проектные установочные размеры и застопорить болты.

На крышке ванны направляющего подшипника установить золотник противоразгонной защиты, обеспечивая его взаимное расположение с выключателем центробежным и закрепить золотник согласно установочному чертежу.

Установить и закрепить ограждение вала на крышке направляющего подшипника.

# ПОДГОТОВКА И МОНТАЖ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГИДРОТУРБИНЫ

## Установка клапана впуска воздуха



Установить фланец с прокладкой на проверенную торцевую поверхность вала-надставки генератора, отцентровать его по крепёжным отверстиям и кольцевой расточке и закрепить болтами.

Собранный на заводе и испытанный клапан установить на фланец и закрепить шпильками согласно чертежу.

Выполнить работы по штифтовке корпуса клапана и фланца согласно чертежу и после их установки законтрить гайки на штифтах.

Предварительное сжатие пружины клапана выполнить по заводской риске.

# НАЛАДКА И МОНТАЖНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Монтажные предпусковые испытания имеют целью проверку надёжности конструкции, качества изготовления и монтажа гидротурбинного оборудования, а также проверку соответствия его проектным данным, указанным в техническом задании.

По результатам этих испытаний определяется готовность оборудования к пуску и последующему вводу в промышленную эксплуатацию.

В процессе испытаний производится осмотр, проверка и наладка всего турбинного оборудования, а также элементов сооружения и вспомогательного оборудования, связанных с работой агрегата и влияющих на условия работы гидротурбины.

Все предпусковые испытания, осуществляемые в процессе монтажа и наладки механизмов оборудования, должны оформляться соответствующими документами (актами, картами измерений, протоколами).

Наладка и монтажные испытания отдельных узлов и механизмов оборудования производятся в соответствии с техническими требованиями чертежей и инструкций по наладке соответствующих узлов.



# НАЛАДКА И МОНТАЖНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Наладка и предпусковые испытания оборудования турбины должны производиться как до заполнения водой проточного тракта турбины, так и после заполнения водой проточной части при неработающем агрегате в соответствии с "Программой и методикой пусковых испытаний на ГЭС".

Перед заполнением водой проточной части на каждой турбине необходимо обеспечить надлежащую чистоту трубопровода, спиральной камеры, отсасывающей трубы, а также водоподводящего и водоотводящего трактов.

Выполнить работы по настройке и проверке требуемого проектного времени на открытие направляющего аппарата и настроить проектные времена на закрытие направляющего аппарата от регулятора скорости и аварийного золотника.

Монтирующая организация перед пуском агрегата должна своевременно подготовить всю отчетную техническую документацию, составленную на промежуточных этапах монтажа, а также все протоколы и акты предпусковых испытаний.

# ПУСК, ПУСКОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ, КОМПЛЕКСНОЕ ОПРОБОВАНИЕ И СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Работы по пуску агрегата, включению его в сеть, пусковым испытаниям турбины производятся под руководством назначенной пусковой комиссии при участии специалистов завода-изготовителя турбины.

Пусковая комиссия проверяет всю техническую документацию, составленную в процессе строительно-монтажных и наладочных работ (акты, карты измерений, протоколы и т.п.) и определяет готовность к пуску агрегата, а также всех стационарных систем, связанных с обеспечением работы пускового агрегата.

Разрабатываемая Заказчиком на ГЭС рабочая программа по обеспечению пуска агрегата, включению его в сеть, проведению пусковых испытаний и комплексного опробования оборудования должна учитывать все требования "Программы и методики пусковых испытаний на ГЭС", а также Руководства по эксплуатации турбины и другой документации, разработанной заводом-изготовителем.

В случае появления стуков, скрежета или других ненормальных явлений в работе агрегата, турбина должна немедленно останавливаться для выявления и устранения этих причин.

# ПУСК, ПУСКОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ, КОМПЛЕКСНОЕ ОПРОБОВАНИЕ И СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

При отсутствии ненормальных явлений турбина должна работать до установившихся температур направляющего подшипника, а также подпятника и подшипника генератора. Включение агрегата в сеть необходимо производить после проверки надёжности действия автоматических устройств.

Для получения полных и надёжных данных пусковых испытаний и комплексного опробования турбинного оборудования работы должны производиться последовательно по этапам:

- пуск агрегата и испытания гидротурбины на холостом ходу;
- включение агрегата в сеть и испытания гидротурбины на сбросы нагрузки;
- нагрузочные испытания гидротурбины;
- комплексное опробование гидротурбины.

Результаты проведённых испытаний на турбине оформляются соответствующими документами.

# ПУСК, ПУСКОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ, КОМПЛЕКСНОЕ ОПРОБОВАНИЕ И СДАЧА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

После завершения всех испытаний гидротурбины и её **комплексного опробования под нагрузкой в течение 72 часов** непрерывной безотказной работы составляется протокол об окончании пусковых испытаний, на основании которого составляется акт приёмки гидроагрегата в гарантийную промышленную эксплуатацию, утверждаемый Заказчиком.

К протоколу прилагается вся исполнительная документация, составленная на этапах монтажа (карты измерений, акты, протоколы испытаний и т.п.) гидротурбинного оборудования, а также результаты проведённых испытаний.

Спасибо за внимание!