

**ТРЕБОВАНИЯ
К ПРОЕКТИРУЕМЫМ
И МОДЕРНИЗИРУЕМЫМ
ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ТУРБИНАМ
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ
ТРУДОЕМКОСТИ
РЕМОНТА**

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ ОРГРЭС
МОСКВА 1977

Содержание

1. Технические требования к гидротурбине, ее отдельным узлам и вспомогательному оборудованию

- 1.1. Общие требования
- 1.2. Компоновка турбины и ее вспомогательного оборудования
- 1.3. Проточная часть турбины
- 1.4. Рабочее колесо турбины
- 1.5. Направляющий аппарат
- 1.6. Крышка турбины
- 1.7. Направляющий подшипник турбины и уплотнения вала
- 1.8. Вал
- 1.9. Вспомогательное оборудование
- 1.10. Система регулирования
- 1.11. Шахта турбины
- 1.12. Система технического водоснабжения гидроагрегата

2. Техническая документация

3. Оборудование, средства механизации и ремонтная оснастка, поставляемые вместе с гидротурбинами

Требования к проектируемым и модернизируемым гидравлическим турбинам для снижения трудоемкости ремонта разработаны ЦКБ Главэнергоремонта (инж. Г.Ф. Дюдина) на основе опыта эксплуатации и ремонта гидротурбин отечественного и зарубежного производства. Цель работы - снижение трудоемкости и стоимости ремонта и увеличение межремонтного периода эксплуатации.

Требования разработаны применительно к гидроагрегатам вертикального исполнения с турбинами поворотно-лопастного и радиально-осевого типов и обязательны для всех организаций Минэнерго СССР при разработке технических заданий на проектирование и технических условий на поставку нового оборудования, проектов его компоновок, модернизации действующих гидротурбин, а также при проектировании электростанций и при приемке оборудования.

В Требованиях учтены предложения и замечания электростанций Минэнерго СССР, ремонтных организаций и заводов-поставщиков турбин.

УТВЕРЖДАЮ:

Министр энергетики
и электрификации СССР
П.НЕПОРОЖНИЙ
28 июля 1976 г.

I. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРОТУРБИНЕ, ЕЕ ОТДЕЛЬНЫМ УЗЛАМ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

1.1. Общие требования

1.1.1. Компоновка гидроагрегата и конструкция элементов турбины должны обеспечивать доступность осмотра и удобство производства ремонтных работ в условиях гидроэлектростанции с частичной или полной разборкой гидроагрегата при высоком уровне механизации всех видов работ.

1.1.2. В технических условиях должны быть оговорены показатели (параметры), определяющие необходимость вывода турбины в ремонт. Конструкция гидроагрегата должна предусматривать места установки съемных приборов, позволяющих оценить изменение этих параметров в процессе эксплуатации и после ремонта. Перечень приборов определяется генеральным проектировщиком совместно с заводом-изготовителем турбин.

1.1.3. Продолжительность межремонтного периода для серийных турбин устанавливается в технических условиях на поставку в зависимости от особенностей конструкции и примененных материалов с учетом опыта эксплуатации и, как правило, должна составлять 4-6 лет.

1.1.4. Использование новых материалов и конструктивно новых узлов допускается после проверки их на действующих ГЭС в качестве опытных.

1.1.5. Конструкции деталей и узлов гидротурбин должны быть максимально унифицированы.

1.1.6. Аналогичные узлы и детали однотипных турбин, подверженные повышенному износу, должны быть взаимозаменяемыми, за исключением деталей, специально поставляемых с припуском или изготавливаемых по формулярам. Припуски на запчастях для подгонки в процессе ремонта должны быть технически обоснованными.

1.1.7. Отдельные узлы, ресурс которых меньше межремонтного периода гидроагрегата, должны быть легко и быстро заменяемыми во время текущего ремонта.

1.1.8. Детали, требующие при ремонте станочной обработки, должны иметь необходимые технологические базы для установки их на станке.

1.1.9. Заводская маркировка отдельных узлов и деталей должна быть четкой и стойкой, обеспечивать возможность правильной повторной сборки. Схемы маркировки составляются заводом и прилагаются к технической документации.

1.1.10. Детали, транспортируемые с помощью грузоподъемных средств, должны иметь для стропки специальные приливы или стационарные скобы. Применение рым-болтов допускается только в случаях, исключающих использование иных приспособлений. Детали гидротурбин при их значительной массе, тугой посадке, стесненной или неудобной компоновке узла должны быть приспособлены для разборки с использованием средств малой механизации (иметь проушины, отверстия для отжимных болтов и рым-болтов, места для захвата гидравлическими съёмниками).

1.1.11. Неподвижные элементы гидроагрегата, центрирующиеся относительно ротора, должны иметь приспособления для центровки во время монтажа и для точного восстановления соосного положения при смещении в процессе ремонта и эксплуатации.

1.1.12. Материалы, применяемые для изготовления узлов и деталей, должны выбираться из условий обеспечения надежной и долговечной работы турбины.

Детали, подверженные воздействию кавитации или абразивному износу, должны изготавливаться из абразивостойких и кавитационно-стойких материалов или иметь защитное покрытие толщиной не менее 6 мм. Использование чугуна в этих условиях нежелательно.

Все детали турбины, работающие в воде или в условиях повышенной влажности, должны быть изготовлены из коррозионно-стойких материалов или иметь защиту от коррозии. Способы защиты должны обеспечивать защитное действие в течение не менее 10 лет; должна предусматриваться возможность нетрудоемкого восстановления защиты.

Металл, применяемый для изготовления деталей, подвергающихся в процессе эксплуатации ремонту с применением сварки, должен сохранять свои технологические качества после сварки без сопутствующего подогрева и последующей термической обработки.

1.1.13. Все трущиеся детали с неполноповоротным вращением (кроме уплотнений) должны иметь межремонтный период не менее 20 лет. Для таких деталей рекомендуется использование материалов, не требующих смазки.

1.1.14. Все уплотняющие материалы должны иметь сертификаты об испытании их рабочих свойств (маслоустойчивости, эластичности, прочности) на заводах-изготовителях материалов.

В случае продолжительного или неправильного хранения необходимо проводить испытания этих материалов согласно требованиям заводской инструкции непосредственно перед установкой.

Уплотняющие материалы должны допускать равнопрочное склеивание по методике и с помощью приспособлений, которые разрабатываются и поставляются заводами-изготовителями.

1.1.15. Крепежные детали турбины, работающие в воде, должны изготавливаться из коррозионно-стойких материалов. Применение "глухих" болтов в этих условиях должно быть ограничено.

1.1.16. Узлы и детали, состоящие из нескольких частей, должны иметь отверстия с

резьбой для отжимных болтов и рым-болтов и отверстия для направляющих колонок.

1.1.17. Нарезная часть установочных болтов не должна выступать за пределы гнезд во внутренней полости при регулировании в процессе эксплуатации.

Болты, устанавливаемые в труднодоступных местах, а также болты большой массы должны выполняться с фиксацией от проворачивания и выпадания.

1.1.18. Установочные и фиксирующие детали (штифты, шпонки и пр.) должны извлекаться без нарушения их целостности. Должна предусматриваться возможность использования средств механизации при их извлечении.

1.1.19. Трасса прокладки трубопроводов должна обеспечивать возможность их разборки, осмотра и окраски. Фланцевые и муфтовые соединения трубопроводов не должны загроможждаться элементами оборудования. На трубопроводах в верхних точках следует предусматривать устройства для выпуска воздуха при заполнении, а в нижних точках - для слива рабочей жидкости.

1.1.20. Закладные трубопровода должны изготавливаться из коррозионно-стойких материалов.

1.1.21. На реках, где распространен моллюск, внутренние поверхности теплообменников, водяных камер, фильтров, трубопроводов и других устройств, через которые проходит техническая вода, должны иметь покрытия, не подверженные обрастанию моллюском. Необходимо предусматривать возможность создания обратного тока воды. Диаметры подводящих и отводящих трубопроводов следует принимать из условия обеспечения скорости воды в них не менее 2,5 м/с.

1.1.22. Для консервации оборудования должны предусматриваться надежные легкосмываемые покрытия.

1.2. Компоновка турбины и ее вспомогательного оборудования

1.2.1. Ко всем основным узлам гидроагрегата должен быть обеспечен свободный доступ через люки (предпочтительно с откидными крышками) для транспортировки грузов и производства ремонтных работ, в том числе в отсасывающей трубе, с использованием крана машинного зала.

1.2.2. Для обслуживания оборудования, устанавливаемого вне зоны действия кранов машинного зала, должны предусматриваться инвентарные передвижные напольные грузоподъемные механизмы и устройства, местные грузоподъемные устройства стационарного типа и в отдельных случаях (если это допускается условиями прочности) устройства, крепящиеся к конструкциям здания или оборудования. При этом должно обеспечиваться вертикальное и горизонтальное перемещение груза для доставки к месту работ и для погрузки на транспортные средства.

1.2.3. Конструкция гидроагрегата должна обеспечивать возможность поворота его ротора электрическим и механическим способами, а также установки в необходимых местах приборов для проверки центровки и уклона линии вала, определения размера его биений и вибрации элементов гидроагрегата и пр.

Для этой цели следует предусматривать специально обработанные поверхности на оборудовании и узлах в легко доступных местах (в том числе репера на закладных частях по согласованию с генеральным проектировщиком).

1.3. Проточная часть турбин

1.3.1. Для обеспечения доступа в проточную часть при проведении ремонтных работ должна быть предусмотрены лазы в спиральной камере, в отсасывающей трубе и в крышке турбины.

Размеры, форма и расположение лазов должны выбираться с учетом размеров и конструкции лесов и механизмов, доставляемых в проточную часть.

1.3.2. У радиально-осевых гидротурбин диаметр лаза в спиральной камере для прохода людей должен быть не менее 650 мм; для электрокабелей, шлангов воздуха, воды, газа и прочего должен предусматриваться отдельный люк.

В конусе отсасывающей трубы радиально-осевых турбин люк должен быть размером не менее 1000х650 мм. Такие же люки предусматриваются у поворотно-лопастных турбин при диаметре рабочего колеса 5 м и менее.

1.3.3. Лаз для прохода в отсасывающую трубу должен предусматриваться вне зоны попадания струй воды через уплотнения затворов нижнего бьефа.

1.3.4. Крышки люков отсасывающей трубы и спиральной камеры должны иметь шарнирную подвеску и открываться по возможности в сторону, находящуюся под давлением воды.

При невозможности шарнирной подвески крышек следует предусматривать приспособления для использования грузоподъемных средств при их разборке.

Способы уплотнения и затяжки крышек люков должны исключать протечки воды. Со стороны потока поверхность крышек должна соответствовать профилю проточной части.

1.3.5. В конструкции гидротурбин должна предусматриваться возможность устройства в камере рабочего колеса принудительной приточно-вытяжной вентиляции с подогревом воздуха.

1.3.6. Средства опорожнения и откачки воды из проточной части должны быть надежными и обеспечивать ее осушение. Для управления средствами опорожнения (гидроклапанами и клиновыми задвижками) должны предусматриваться преимущественно пневматические или гидравлические приводы. Все оборудование средств опорожнения и откачки должно располагаться так, чтобы был обеспечен свободный доступ для производства ревизии и текущего ремонта по возможности на месте установки.

1.3.7. Камера рабочего колеса и фундаментное кольцо должны изготавливаться, согласно п. 1.1.12, из кавитационно-стойкой стали или биметаллического листа, при этом должно обеспечиваться производство сварочных работ при ремонте по технологии, исключающей нарушение профиля камеры. При наличии абразивных фракций в воде

камера полностью должна изготавливаться из абразивостойкого материала с обеспечением при этом возможности ее ремонта.

Конструкция пояса, сопрягающего камеру с конусом отсасывающей трубы, и способы крепления должны исключать возможность отрыва пояса в процессе эксплуатации.

1.3.8. В камере рабочего колеса и конусе отсасывающей трубы должна быть предусмотрена возможность:

а) подвески рабочего колеса;

б) устройства лесов под рабочим колесом;

в) ремонта периферийных кромок лопастей рабочего колеса; у крупных поворотно-лопастных турбин для этой цели в зоне разворота лопастей желательно предусматривать люк размером не менее 700x700 мм;

г) слива масла из рабочего колеса самотеком через закладной трубопровод к масляным насосам для перекачки в маслохозяйство; протечки масла при этом должны быть исключены.

1.4. Рабочее колесо турбины

1.4.1. Рабочее колесо должно изготавливаться с соблюдением требований п. 1.1.12; при содержании в воде большого количества абразивных фракций должна быть предусмотрена возможность нетрудоемкой замены поврежденного колеса новым.

Лопастей рабочих колес должны изготавливаться из кавитационно-стойкой стали.

1.4.2. При повышенном содержании в воде абразивных частиц должны предусматриваться средства, исключающие попадание грязной воды из проточной части турбины в подшипниковый узел.

1.4.3. Для балансировки рабочего колеса должны быть предусмотрены специальные места установки уравновешивающих грузов.

1.4.4. Конструктивное исполнение деталей поворота лопастей должно исключать возможность их самопроизвольного смещения. Серьги, рычаги, гайки проушин и другие детали должны стопориться надежными способами, исключающими возможность их произвольного смещения и проворачивания. Цапфы, шпонки; рычаги и прочее должны иметь отверстия для отжимных болтов или места для их захвата съемниками.

1.4.5. Конструкция и применяемый материал заглушек монтажных и болтовых отверстий лопастей, пробок масляных полостей и прочих технологических выемок должны обеспечивать их целостность с сохранением герметичности полостей и соответствовать профилю детали со стороны потока.

1.4.6. Конструкция уплотнений лопастей рабочего колеса должна обеспечивать их надежную работу в течение не менее трех межремонтных периодов гидроагрегата и возможность замены их без снятия лопастей. Тип уплотнений должен выбираться исключительно из условий надежности.

1.4.7. Положение всех лопастей рабочего колеса относительно корпуса должно быть

зафиксировано в процессе заводской сборки.

1.4.8. Конструкция лабиринтных уплотнений рабочего колеса радиально-осевого типа должна обеспечивать возможность контроля размера зазора в процессе эксплуатации и возможность замены уплотнений при износе.

1.5. Направляющий аппарат

1.5.1. Конструкция регулирующего кольца направляющего аппарата должна обеспечивать необходимую жесткость, исключать подъемы кольца при перемещении поршня сервомотора, предусматривать возможность контроля состояния трущихся поверхностей и их ремонта или замены с использованием средств механизации. Конструкция масляной ванны должна обеспечивать герметичность стыковых соединений и исключать возможность проникновения воды и выплескивания масла.

Использование одинаковых металлов при изготовлении трущихся деталей должно быть исключено.

1.5.2. Конструкция стопорного устройства должна обеспечивать возможность фиксирования положения регулирующего кольца при различных значениях устанавливаемого натяга и должна быть рассчитана на восприятие усилия, развиваемого при полном давлении в полостях "на открытие" всех сервомоторов.

1.5.3. Конструкция звеньев механизма поворота лопаток направляющего аппарата должна предусматривать возможность удобного регулирования длины звеньев механизма при регулировании положения лопаток во время монтажа и ремонта. Втулки, срезные штифты, стяжки серег, соединительные муфты тяг сервомоторов должны выполняться в соответствии с п. 1.4.4.

Рекомендуется изготовление втулок из материалов, не требующих смазки и не подвергающихся деформации в условиях повышенной влажности.

1.5.4. Конструкция и расположение сервомоторов направляющего аппарата и применяемые материалы должны обеспечивать надежную работу сервомоторов (без деформации, заклинивания деталей и пр.) в течение срока службы турбины при любых допустимых режимах работы гидроагрегата. Предпочтительно использование прямоосных сервомоторов.

При малом диаметре шахты турбины рекомендуется размещать сервомоторы в нишах.

1.5.5 Конструкция и материал внешних уплотнений плунжеров и тяг сервомоторов должны обеспечивать надежную работу не менее межремонтного периода и не требовать постоянного надзора.

1.5.6. Демпфирующие устройства сервомоторов должны быть независимого действия. Конструктивное исполнение устройств должно исключать возможность их повреждения, обеспечивать удобство регулирования времени демпфирования в процессе наладки.

1.5.7. Конструкция устройства регулирования натяга направляющего аппарата

должна исключать необходимость повторных сверлений деталей для стопорения при изменении натяга.

1.5.8. Должно обеспечиваться плотное прилегание лопаток направляющего аппарата. Зона прилегания должна быть защищена от кавитации. Торцевые поверхности лопаток при необходимости должны быть защищены от воздействия кавитации и абразивных частиц; цапфы при смазке водой должны быть защищены от коррозии.

1.5.9. Материал уплотнений лопаток направляющего аппарата и конструкция крепления уплотнений должны обеспечивать целостность уплотнений в течение не менее межремонтного периода турбины. Прижимные планки в случае их применения должны изготавливаться из кавитационно-стойких материалов.

1.5.10. Верхние и нижние кольца направляющего аппарата должны быть защищены от кавитации в зоне уплотнений.

1.5.11. Для изготовления втулок подшипников цапф лопаток должны применяться материалы, не изменяющие в воде свои размеры и обеспечивающие надежную работу в течение не менее трех межремонтных периодов турбины.

1.5.12. Качество и конструктивное исполнение уплотнений верхних цапф лопаток должны обеспечивать надежную работу их в течение не менее двух межремонтных периодов турбины, а также (по возможности) удобный доступ для их осмотра и замены.

1.6. Крышка турбины

1.6.1. У турбин поворотно-лопастного типа с рабочими колесами диаметром более 5 м в крышке турбины должны предусматриваться три люка: один - для прохода людей (диаметром не менее 650 мм), два - для доставки оборудования и подвода сварочных, силовых кабелей, шлангов воды, воздуха, горючих газов.

Необходимо предусматривать возможность демонтажа крышек люков с применением средств механизации.

1.6.2. Конструкция крышки должна обеспечивать:

а) доступ к уплотнению вала и к установочным болтам направляющего подшипника для регулирования зазоров и их ревизии;

б) возможность очистки отсеков крышки у подшипников лопаток направляющего аппарата (при ремонте) и аванкамеры или прямка дренажного насоса;

в) возможность осмотра и текущего ремонта звеньев механизма поворота лопаток направляющего аппарата без трудоемкой разборки перекрытий крышки;

г) возможность размещения разобранного для ремонта оборудования вблизи мест его установки;

д) свободный сток загрязненной воды с крышки к дренажным устройствам и сливным трубам у стен шахты; образование застойных зон в отсеках подшипников направляющего аппарата, корпуса направляющего подшипника и других отсеках крышки должно быть исключено.

1.6.3. При размещении на крышке вспомогательного оборудования должна

обеспечиваться возможность текущего ремонта и наладки его на месте установки, в том числе при вращающемся гидроагрегате, и доступность для разборки и транспортировки из шахты турбины.

1.6.4. Материал уплотнений крышки должен сохраняться в течение на менее трех межремонтных периодов турбины.

1.6.5. Дренажные трубы для слива воды из полости между статором и крышкой турбины, статором и верхним кольцом направляющего аппарата и других полостей на крышку турбины должны, выполняться из коррозионно-стойких материалов или быть доступными для замены без разборки смежных узлов.

1.6.6. Фиксирующие детали крышки (также верхнего кольца направляющего аппарата) не должны иметь сквозного выхода в полость давления воды.

1.6.7. Компоновка шахты турбины и конструкция крышки должны обеспечивать возможность разборки крышки без срезания закладных частей, повреждения облицовки шахты и трудоемкой разборки оборудования, расположенного в шахте.

1.7. Направляющий подшипник турбины и уплотнения вала

1.7.1. Качество материала подшипников и конструктивное исполнение устройств регулирования зазоров, а также способы фиксирования устройств должны обеспечивать надежную работу без необходимости повторного регулирования зазоров в течение не менее двух лет. Регулирование зазоров при любом исполнении должно производиться без выемки сегментов подшипника; устройство регулирования зазоров должно быть доступным. Предпочтительна конструкция подшипника с опорой сегментов на клин.

Нарезная часть установочных болтов подшипников при регулировании зазоров в процессе эксплуатации не должна выступать за пределы гнезд во внутренней полости.

1.7.2. Конструкция масляной ванны должна обеспечивать возможность контроля уровня масла, отбора пробы, а также быстрого и полного опорожнения; предпочтительна конструкция неразъемной выгородки вала.

1.7.3. Конструкция подшипника с водяной смазкой должна обеспечивать возможность установки станка для проточки облицовки вала без разборки гидроагрегата, а также контроля и регулирования зазоров по мере износа облицовки вала, в том числе при двухпоясном исполнении подшипника.

Следует предусматривать двусторонний подвод воды для смазки; должны быть предусмотрены контроль за чистотой фильтра и возможность быстрой очистки его. Водяная ванна должна исключать возможность выплескивания воды, иметь окна для контроля уровня воды и устройство для выпуска воздуха.

1.7.4. Уплотнения вала при установке подшипника с обрезиненными вкладышами (за исключением сегментных) должны быть доступны для осмотра, регулировки и ремонта без разборки подшипника и других смежных узлов.

1.7.5. Конструктивное исполнение уплотнений вала должно обеспечивать их надежную работу без дополнительной регулировки при пусках и остановах турбины, в

процессе сбросов нагрузки, при подъеме ротора на тормозах. Сборка и регулировка уплотнений не должна быть трудоемкой. Способы изменения вертикального или горизонтального зазора (в зависимости от конструкции) в процессе эксплуатации должны быть просты и обеспечивать надежное стопорение регулируемых устройств.

1.7.6. Конструкция уплотнений должна обеспечивать наименьший износ трущихся поверхностей. Ширина пояса защитной облицовки при установке воротниковых уплотнений должна допускать неоднократное их смещение вдоль вала. Конструкция уплотнений должна обеспечивать затяжку съемного кольца без деформации с сохранением ровной рабочей поверхности; местоположение кольца на валу должно фиксироваться. Желательно использование конструкций, исключаящих износ вала.

1.7.7. Труднодоступные детали уплотнений, требующие точной установки при сборке и подлежащие разборке при ремонте, должны иметь минимально возможную массу.

Должны предусматриваться устройства контроля температуры угольных сегментов и возможность их замена, а также устройства контроля наличия воды для смазки. Фильтры смазки должны обеспечивать требуемую чистоту воды и быть приспособленными для быстрой очистки их при засорении без останова турбины.

1.7.8. Для удобства сборки, разборки и наладки углеграфитовых уплотнений вала должны предусматриваться устройства для транспортировки и монтажа его деталей.

1.7.9. Закрытие ремонтными уплотнениями кольцевого зазора для предотвращения затопления шахты должно обеспечиваться применением грузоподъемных средств, без доступа обслуживающего персонала на крышку турбины.

1.8. Вал

1.8.1. Конструкция болтов фланцевого соединения вала турбины с колесом и валом генератора должна предусматривать возможность удобного и точного измерения напряжения затяжки. Приспособление для затяжки и контроля усилий должно поставляться заводом.

1.8.2. На цилиндрической поверхности валов следует предусматривать специально обработанные пояски в легко доступных местах для установки приборов, измеряющих биение.

1.8.3. Вал в зоне установки сегментов направляющего подшипника с водяной смазкой, водяной ванны и уплотнений должен иметь коррозионно-стойкую защитную облицовку, толщина которой должна выбираться из условий ее сохранности в течение всего срока службы гидроагрегата (с учетом проточки облицовки по мере ее износа). Конструкция облицовки должна обеспечивать возможность контроля и точной установки зазоров направляющего подшипника турбины в процессе эксплуатации, в том числе при двухпоясном исполнении. При подтопленном подшипниковом узле следует предусматривать защиту от коррозии также при масляной смазке сегментов.

1.8.4. Должна предусматриваться возможность полного слива масла из

полостей вала перед разборкой.

1.9. Вспомогательное оборудование

1.9.1. Детали клапанов срыва вакуума должны быть изготовлены из коррозионно-стойкого металла, допускающего ремонт с применением сварки. Втулки клапанов должны изготавливаться из материалов, не подвергающихся деформации в водной среде; контргайка штока должна надежно стопориться.

1.9.2. Клапаны срыва вакуума должны быть свободного действия и располагаться преимущественно в местах, позволяющих проводить их ремонт и наладку без разборки узлов турбин.

1.9.3. Конструкция маслоприемника должна обеспечивать возможность его центровки относительно штанг, а также исключать возможность выплескивания масла. Материал уплотнений и электрической изоляции маслоприемника должен быть маслоустойчивым и не требовать замены в течение межремонтного периода гидроагрегата.

1.9.4. Конструктивное исполнение штанг рабочего колеса должно исключать возможность их поломки, а также по возможности допускать замену любого участка без полной разборки гидроагрегата. Конструкция маслоприемника и штанг должна обеспечивать надежную смазку трущихся поверхностей.

1.9.5. Для откачки дренажных вод должны предусматриваться насосы влагозащищенного исполнения, двигатель дренажного насоса должен иметь масло-, влагостойкую изоляцию. Желательно применение втулок, не требующих смазки и не подвергающихся деформации в условиях повышенной влажности. Конструкция уплотнений насосов должна обеспечивать их надежную работу и не требовать постоянного ухода. Клапан на всасывающей трубе должен быть легко заменяемым. Должно предусматриваться устройство для заливки.

Целесообразно применение насосов погружного типа.

1.9.6. Водозаборный приемок дренажных насосов должен быть огорожен листами из нержавеющей стали с отверстиями диаметром не более 4 мм или сеткой для предотвращения попадания в него плавающего мусора.

1.9.7. Лекажный агрегат должен располагаться с учетом возможности его постоянного надзора при работающей турбине без нарушений ПТБ, при этом должно быть обеспечено удобство его ремонта. Не допускать возможности обводнения масла в лекажном агрегате.

1.10. Система регулирования

1.10.1. В целях обеспечения свободного доступа к ремонтируемым узлам система регулирования должна состоять из отдельных электрических блоков; установка новых блоков не должна приводить к необходимости их настройки на месте.

1.10.2. Маслопроводы системы регулирования должны выполняться с минимальным

числом колен, не иметь застойных зон и тупиков и обеспечивать слив масла самотеком при опорожнении. Маслопроводы должны жестко крепиться к монолитным конструкциям.

1.10.3. Передачи обратной связи от сервомоторов направляющего аппарата и рабочего колеса должны крепиться к жестким конструкциям.

1.10.4. Сосуды аккумуляторов маслонапорной установки (МНУ) должны иметь люки внутреннего осмотра. Отверстия для крепежных деталей люка не должны иметь сквозного выхода в полость давления.

1.10.5. Конструктивное исполнение и компоновка узлов МНУ должны обеспечивать свободный доступ к фланцам, клапанам, устройствам взятия проб и спуска масла, а также возможность вентиляции и освещения при внутренней и внешней очистках сосудов и масляных баков.

1.10.6. Для предотвращения наружных протечек масла из станины и золотников шпильки крепления блока главных золотников к станине гидромеханических колонок и шпильки крепления станины к фундаментной раме должны быть надежно уплотнены.

1.10.7. Конструкция золотника аварийного останова должна предусматривать устройство для демпфирования.

1.10.8. Конструктивное исполнение клапанов системы регулирования должно исключать внешние протечки. Седла клапанов должны надежно фиксироваться. Необходимо предусматривать возможность шлифовки и притирки клапанов механизированным способом на месте установки.

1.10.9. Арматура МНУ должна обеспечивать надежную работу в течение всего срока службы гидроагрегата. При выборе арматуры целесообразно применение вентиляей (вместо кранов), перепускных клапанов, а также реле давления и надежных средств контроля уровня масла.

1.10.10. Поставляемые для узловой замены блоки системы регулирования должны отправляться заказчику с приложением соответствующей документации и не требовать наладки при установке.

1.10.11. Конструкция уплотнения вала масляного насоса должна исключать износ вала и не требовать систематического надзора и ухода за уплотнениями.

1.11. Шахта турбины

1.11.1. Рифленое перекрытие крышки турбины или площадки обслуживания и проход в шахту желателно располагать на одном уровне. Размеры проемов и проходов должны определяться габаритными размерами демонтируемого оборудования, при этом проходы должны быть высотой не менее 1,85 м и не загораживаться оборудованием.

1.11.2. В шахте должны предусматриваться грузоподъемные средства с электрическим и механическим приводами, обеспечивающие подъем грузов с перемещением их по окружности и в радиальном направлении с доставкой к выходу из шахты для погрузки на транспортную тележку.

1.11.3. Устанавливаемые в шахте щитки контрольно-измерительных приборов, арматура трубопроводов и т.п. должны располагаться в специальных нишах (не выступать за облицовку шахты). При производстве ремонтных работ должно быть предусмотрено стационарное электрическое освещение шахты, обеспечивающее соответствующую нормам бестеневую освещенность всех узлов оборудования, в том числе посредством использования специальных ламп и местного подсвета в исполнении для помещений с повышенной влажностью.

1.11.4. Должна предусматриваться возможность устройства принудительной приточно-вытяжной вентиляции шахты (из расчета ремонта турбины без демонтажа ротора).

1.11.5. Как основное средство удаления дренажных вод из шахты целесообразно предусматривать самослив (через закладную трубу) или эжектор (обеспечивающий откачку, в том числе при закрытом затворе перед турбиной).

1.12. Система технического водоснабжения гидроагрегата

1.12.1. Размещение трасс трубопроводов и арматуры системы технического водоснабжения (ТВС) должно отвечать следующим требованиям¹:

а) обеспечивать доступность для производства их осмотров и ремонтов (не должны быть загорожены оборудованием, должны располагаться на удобной для персонала высоте или иметь соответствующие площадки обслуживания);

б) не препятствовать производству ремонтов и осмотров расположенного рядом оборудования;

в) не препятствовать транспортировке грузов к гидроагрегату и применению средств механизации для разборки расположенного рядом оборудования; арматуру системы ТВС предпочтительно размещать в специальных нишах;

г) обеспечивать возможность измерения расхода воды в системе охлаждения гидроагрегата.

1.12.2. Расположение трубопроводов и арматуры системы ТВС должно обеспечивать возможность механизированной их очистки и покраски. Способы крепления и подвески труб должны обеспечивать удобство их разборки и ремонта и исключать возможность вибрации.

1.12.3. Конструкция фильтров системы ТВС должна обеспечивать возможность осмотра очистных сеток с использованием грузоподъемных средств при их значительной массе.

1.12.4. Материал трубок маслоохладителей системы ТВС должен выбираться с учетом агрессивности охлаждающей воды. Взамен подверженной обесцинкованию латуни следует применять медь или другие стойкие материалы.

1.12.5. Запорная арматура системы ТВС должна обеспечивать надежную работу в течение межремонтного периода турбины и не требовать постоянного ухода. Первые со стороны напора и регулирующие расход воды задвижки должны быть стальными (со

сплошным клином).

¹Требования пп. 1.12.1. и 1.12.2 распространяются также на трубопроводы масла и воздуха и их арматуру.

2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

2.1. Проект новой или модернизируемой гидротурбины должен иметь раздел "Ремонт гидротурбины", содержащий данные о ее ремонтпригодности, планируемом периоде эксплуатации между ремонтами, а также указания по технологии ремонтных операций в условиях электростанций.

2.2. Раздел проекта "Ремонт гидротурбины" должен согласовываться с организациями Главэнергоремонта Минэнерго СССР и дирекцией строящейся ГЭС.

2.3. Заводы-изготовители должны к каждой поставляемой гидротурбине прилагать следующую документацию:

а) чертежи турбины и поставляемого вспомогательного оборудования согласно техническим условиям на поставку с указанием допущенных при изготовлении отступлений, имеющих значение при ремонте и заказе запасных частей; в чертежах тяжеловесных и крупных узлов следует указывать расположение центров тяжести деталей и такелажную схему;

б) ведомость и чертежи приспособлений и специального инструмента для ремонта турбины и ее вспомогательного оборудования;

в) перечень и чертежи поставляемых запасных частей;

г) формуляры и протоколы с заводскими данными сборки и испытаний узлов турбины, с результатами настройки системы регулирования и полученными при этом характеристиками;

д) перечень деталей и узлов турбины, имеющих ограничение по сроку работы, по возможности с указанием срока их службы;

е) технические условия на ремонт оборудования с указанием предельно допустимого технического состояния деталей и узлов турбины, при котором они подлежат ремонту или замене;

ж) инструкции (технические указания) по сварке, наплавке, окраске, промывке, консервации и т.п.;

з) указания по особенностям разборки и сборки сложных и крупных узлов турбины и поставляемого вспомогательного оборудования, включая указания по сборочной маркировке деталей, по маркам сталей, по кантовке и стройке крупногабаритных деталей;

и) чертежи и схемы сборки и разборки крупных узлов и деталей;

к) схемы устройств и приспособлений для механизации ремонта и транспортировки крупных узлов и деталей;

л) сводную спецификацию с указанием массы и материала деталей.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И РЕМОНТНАЯ ОСНАСТКА, ПОСТАВЛЯЕМЫЕ ВМЕСТЕ С ГИДРОТУРБИНАМИ

3.1. В объем поставки турбины должны включаться специальные приборы, аппаратура, приспособления, механизмы и инструмент, предусмотренные техническими условиями на поставку, обеспечивающие производство ремонтных работ с минимальными затратами ручного труда.

При наличии отступлений от чертежа по сопрягаемым размерам заменяемых деталей одновременно с турбиной должны поставляться соответствующие специальные запасные части.

3.2. Завод-изготовитель обязан до отправки приспособлений с турбиной произвести их наладку, опробование и проверку соответствия техническим условиям; сложные приспособления должны быть снабжены описаниями и инструкциями по их применению.

3.3. Для ремонтных работ поставляется не менее одного комплекта оборудования и приспособлений на группу до 4-5 однотипных гидроагрегатов. Приспособления и инструмент, подвергающиеся значительному износу при монтаже оборудования, необходимо поставлять отдельно для монтажников.

3.4. Технические условия на поставку турбин должны обязательно предусматривать поставку также следующего оборудования:

- 1) гидродомкратов для специальных монтажных и ремонтных операций;
- 2) машинок для закладки фасонного шнура уплотнений направляющего аппарата (пневматические или гидравлические);
- 3) переносной насосной установки для испытания рабочего колеса после сборки;
- 4) монтажной плиты и колонн для сборки рабочего колеса;
- 5) пневмогидравлического ключа для спаривания вала с рабочим колесом;
- 6) пневмогидравлического ключа (гайковерта) для болтов лопастей рабочего колеса и фланцев вала;
- 7) станка для обработки вала турбины в зоне направляющего подшипника без разборки гидроагрегата (при экономической целесообразности, по согласованию с генеральным проектировщиком);
- 8) фальшвала (для направляющего подшипника турбины);
- 9) пресс-форм для изготовления уплотнений наиболее ответственных узлов (лопастей рабочего колеса и др.);
- 10) кругового монорельса с тельфером или кран-балки в шахту турбины;
- 11) приспособления под рабочим колесом для ремонтных работ;
- 12) приспособления для подъема и транспортировки рабочего колеса;
- 13) приспособления для кантовки корпуса рабочего колеса;
- 14) приспособления для выпрессовки и запрессовки втулок регулирующего кольца, лопаток направляющего аппарата и др.;
- 15) приспособления для снятия рычагов лопаток направляющего аппарата;

- 16) приспособления для извлечения срезных пальцев;
- 17) приспособления для извлечения шпонок лопаток направляющего аппарата;
- 18) приспособления для поворота лопаток при замене срезного пальца;
- 19) приспособления для подъема и кантовки валов гидроагрегата;
- 20) приспособления для подвешивания рабочего колеса в камере;
- 21) приспособления для опускания днища рабочего колеса. При использовании шпилек предусматривать на них трапециевидную резьбу и поставлять в комплекте трещоточный ключ;
- 22) приспособления для слива масла из рабочего колеса;
- 23) приспособления для гидравлического испытания рабочего колеса и для маневрирования лопастями при разобранном маслоприемнике;
- 24) приспособления для подвески и транспортировки лопастей рабочего колеса;
- 25) приспособления для заводки болтов лопастей рабочего колеса;
- 26) приспособления для подъема штока и штанг рабочего колеса;
- 27) приспособления для заводки рычагов рабочего колеса;
- 28) приспособления для обработки фланцев статора турбины, свариваемого при монтаже;
- 29) приспособления для контроля затяжки болтов (по углу поворота, удлинению болтов);
- 30) приспособления для центровки и проверки уклона линии валов гидроагрегата;
- 31) приспособления для кантовки маслоприемника;
- 32) приспособления для точного измерения диаметра рабочего колеса при монтаже и ремонте согласно разработанной заводом методике.

По согласованию с генеральным проектировщиком, кроме перечисленного, в объем поставки может быть включено и другое необходимое оборудование.