

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
СТАНДАРТ**

**GEI / IEC
(МЭК)**

**Первое издание
1991-05**

ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ

Часть 1:

Технические Условия

**Справочный номер
CEI/IEC 45-1: 1991**

СОДЕРЖАНИЕ

Стр

Предисловие	3
Введение	4
1. Объем и объект	5
2. Ссылки на нормативы	5
3. Термины и определения	6
4. Гарантии	13
5. Регулирование (Управление)	14
6. Эксплуатация и обслуживание	16
7. Узлы	20
8. Фундаменты и здания	22
9. Приводы питательных насосов	23
10. Вспомогательные системы турбины	24
11. Контрольно-измерительные приборы	26
12. Защита	28
13. Вибрация	31
14. Шум	32
15. Испытания	33
16. Доставка и установка	33
17. Расчетные данные, предоставляемые Заказчиком	34
18. Расчетные данные, предоставляемые Поставщиком	38
19. Турбоустановка с регенеративным подогревом питательной воды ..	38
Приложение А - Электронные регуляторы	41

Международная Электротехническая Комиссия

Паровые Турбины

Часть 1: Технические Условия

Предисловие

1) Формальные решения или соглашения МЭК по техническим вопросам, подготовленные Техническими Комитетами, в которых представлены все особо заинтересованные Национальные Комитеты, выражают, в максимальном приближении, международный консенсус мнений по рассматриваемому вопросу.

2) Они имеют форму рекомендаций для международного использования и приняты Национальными Комитетами в этом смысле.

3) Способствуя международной унификации, МЭК выражает желание, чтобы все Национальные Комитеты приняли текст рекомендации МЭК для своих национальных правил настолько, насколько позволят национальные условия. Любые расхождения между рекомендацией МЭК и соответствующими национальными правилами должны быть как можно более четко указаны в последних.

Эта часть Международного Стандарта ИЕС(МЭК) 45 была подготовлена Техническим Комитетом МЭК N5: Паровые Турбины.

Текст этой части основывается на следующих документах:

Правило Шести Месяцев	Отчет о Голосовании
5(CO)28	5(CO)31

Полную информацию о голосовании по утверждению этой части можно найти в Отчете о Голосовании, указанном в вышеприведенной таблице. Приложение А является неотъемлемой частью этой части МЭК 45.

Введение

Первое издание МЭК 45 было выпущено в 1931г. Оно неоднократно редактировалось, последний раз в 1970г. С тех пор, благодаря интенсивному развитию, появились более мощные турбины. Создание турбин, пригодных для использования с ядерными реакторами с водяным охлаждением, проходило параллельно и привело к производству мощных турбин для работы с сухим насыщенным или слегка влажным паром.

Требования к системам регулирования турбин возросли одновременно с развитием новых технологий управления, таких как электро-гидравлические системы. Повышенная надежность, высокие уровни динамических показателей, пригодность к двухсменной эксплуатации и повышенное внимание к здоровью и безопасности - это те аспекты, высокий уровень которых в настоящее время должен быть обеспечен.

Поэтому, стало необходимым составлять технические условия на турбину более подробно, чем это требовалось ранее. В связи с этим, данная часть МЭК 45 была полностью переписана, и является более объемлющей, чем предыдущие издания.

Там, где это целесообразно, эта часть МЭК45 учитывает объем требований, применимых к разработкам менее мощных турбин, первоначально предназначенный для более мощных машин, однако, это не означает, что такие применения всегда будут необходимы или полезны.

Паровые Турбины

Часть 1: Технические Условия

1. Объем и Объект/Scope and Object

Эта часть МЭК 45 применима в основном к паровым турбинам, являющимся приводом генератора для получения электрической энергии.

Некоторые из его положений относятся к турбинам, имеющим другое назначение. Цель этой части - ознакомить Заказчика с вариантами и альтернативами, которые он может рассмотреть, и обеспечить ему возможность четко высказать свои технические требования потенциальному Поставщику.

2. Ссылки на Нормативы/Normative References

Нижеследующие стандарты содержат пункты, на которые делаются ссылки в данном тексте и из которых составлены пункты этой части стандарта. На момент публикации указанные издания были действующими. Все стандарты подвержены пересмотру и участники соглашений, основанных на этой части, должны исследовать возможность применения наиболее свежих изданий стандартов, указанных ниже. Члены МЭК и МСС (ISO) ведут регистрацию действующих сегодня Международных Стандартов.

IEC 651:1979 Измерители уровня звука.

IEC 953-1:1990 Правила тепловых приемочных испытаний паровых турбин - Часть 1: Метод А.

IEC 953-2:1990 Правила тепловых приемочных испытаний паровых турбин - Часть 2: Метод В.

ISO 2372:1974 Механическая вибрация машин при рабочих скоростях от 10 до 200 об/с. Основные положения для задания норм оценки вибрации.

ISO 7919-1:1986 Механическая вибрация машин без возвратно-поступательного движения - Измерения на вращающихся валах и оценка - Часть 1: Основные Нормативы.

3. Термины и Определения/Terms and Definitions

Для целей этой главы применяются следующие термины и определения:

3.1 Тип турбины/Turbine type

Турбина перегретого пара (superheat turbine): турбина, у которой свежий пар существенно перегрет.

Турбина влажного пара (wet-steam turbine): турбина, у которой свежий пар насыщенный или близок к этому. Может также называться турбиной насыщенного пара (saturated-steam turbine).

Турбина с промежуточным перегревом пара (reheat turbine): турбина, из которой пар отбирается после частичного расширения, перегревается (один или более раз) и снова подается в турбину.

Турбина без промежуточного перегрева (non-reheat turbine): турбина, из которой пар не отбирается на перегрев.

Турбина двух давлений/смешанного давления (mixed-pressure turbine): с отдельными входами для пара, подаваемого при двух или более давлениях.

Турбина с противодавлением (back-pressure turbine): турбина, у которой тепло выхлопа используется в технологическом процессе и чей выхлоп не соединен напрямую с конденсатором. Давление выхлопа, как правило, выше атмосферного давления. (Называется также неконденсационной турбиной - non-condensing turbine).

Конденсационная турбина (condensing turbine): чей выхлоп соединен напрямую с конденсатором. Давление выхлопа обычно ниже атмосферного давления.

Турбина с регенеративным циклом (regenerative-cycle turbine): турбина, из которой некоторое количество пара отбирается в процессе расширения для подогрева питательной воды.

Турбина с отбором (extraction turbine): турбина, в которой часть пара отбирается в процессе расширения и используется как технологический пар. Если в турбине предусмотрены средства для регулирования давления отбираемого пара, она называется турбиной с регулируемым (или автоматическим) отбором - controlled (or automatic) extraction turbine.

Комбинированный цикл (combined cycle): комбинация котла, паровой турбины и газовой турбины, в которой выхлоп газовой турбины, обычно, участвует в подводе тепла к паровому циклу.

Одновальная установка с комбинированным циклом (single-line combined cycle): установка с комбинированным циклом, в которой паровая турбина и газовая обе являются приводом одного и того же генератора.

Невозможно выделить отдельно выходные мощности паровой турбины и газовой; определения, такие как удельный расход тепла или мощность, приведенные далее в этом стандарте, здесь уже не подходят.

Примечание: Термины пункта 3.1 могут быть скомбинированы для указания особенностей какого-либо конкретного блока.

3.2 Способы впуска свежего пара/Methods of initial steam admission

Полный подвод пара (full arc): все регулирующие клапаны равномерно подают пар во входную камеру первой ступени.

Парциальный подвод пара (partial-arc): входная камера первой ступени разделена на отдельные дуги паровпуска, пар подается отдельно к каждой дуге через, обычно, один регулирующий клапан, регулирующие клапаны открываются полностью или частично в заданной последовательности.

3.3. Условия/Conditions.

Граничные условия (terminal conditions): граничные условия для турбины или турбогенератора - это условия, наложенные на установку в граничных точках контракта. Сюда обычно входят:

- параметры свежего пара и пара промежуточного перегрева;
- давление холодного промежуточного перегрева;
- конечная температура питательной воды;
- давление на выхлопе;
- производимая мощность;
- частота вращения;
- требования к отборам.

Заданные или номинальные граничные условия (specified or rated terminal conditions): условия в граничных точках контракта на турбину или турбогенератор, при которых должны указываться или/и гарантироваться заданная выходная мощность и/или удельный расход тепла. Следует иметь в виду, что некоторые атомные парогенераторы дают пар с давлением, которое возрастает со снижением нагрузки, и конструкция турбины должна это предусматривать.

Параметры пара (steam conditions): параметры пара, которые определяют термодинамическое состояние пара, обычно давление (статическое) и температура или степень сухости (или массовое паросодержание). Давление пара всегда должно быть выражено в абсолютных единицах, а не в виде избыточного давления.

Начальные параметры пара (initial steam conditions): Параметры пара на входе в главные стопорные клапаны.

Максимальные параметры пара (maximum steam conditions): наибольшие параметры пара, при которых должна обеспечиваться длительная работа турбины.

Примечание: максимальные параметры пара не должны превышать допустимых параметров по пп.6.2 а) и 6.2 б).

Впускные параметры пара (induction steam conditions): параметры любого дополнительного пара, поступающего в турбину, с любым давлением, которое ниже начального.

Двойные параметры пара (dual steam conditions): комбинация начальных и впускных параметров пара для турбины двух давлений.

Параметры пара промежуточного перегрева (reheat steam conditions): параметры пара перед стопорными клапанами промежуточного перегрева (называются также параметрами пара горячего промежуточного перегрева).

Параметры пара холодного промежуточного перегрева (cold reheat steam conditions): параметры пара на выходе из турбины в промежуточный перегреватель.

Параметры пара отбора (extraction steam conditions): параметры пара, отбираемого для подогрева питательной воды или для технологических целей, измеренные в патрубках отборов турбины.

Выхлопные параметры (exhaust conditions): параметры пара на выхлопе из турбины.

Примечание: В контрактной документации следует избегать слова "design" ("расчетный") применительно к каким-либо параметрам пара, выходной мощности, скорости и т.д. Этот термин должен применяться только к величинам, используемым в проектных расчетах, таких как расчетное давление для сосуда под давлением.

3.4. Скорости/Speeds.

Номинальная скорость (rated speed): скорость, при которой турбина должна работать с номинальной мощностью.

Максимальная длительная скорость (maximum continuous speed): верхний предел рабочей скорости турбины, при котором возможна длительная эксплуатация.

Уставка отключения по превышению скорости (overspeed trip setting): величина скорости, при которой должно сработать устройство отключения по превышению скорости.

Временное повышение скорости (temporary speed rise): повышение скорости турбины в переходном режиме после сброса нагрузки при работающей системе регулирования скорости. Номинальное временное повышение скорости относится к случаю, когда происходит сброс номинальной нагрузки при номинальной скорости.

Максимальная переходная скорость (maximum transient speed): максимальная частота вращения после сброса максимальной нагрузки посредством отсоединения генератора от электрической сети (с предварительным отключением подачи питания к вспомогательному оборудованию) и при работающей системе регулирования скорости.

Долговременное повышение скорости (permanent speed rise): окончательное установившееся повышение скорости турбины после сброса нагрузки, с обычным регулированием регулятором скорости.

Максимальное повышение скорости (maximum speed rise): повышение скорости турбины в переходном режиме после сброса нагрузки при неработающей системе регулирования скорости и включенном устройстве отключения по превышению скорости. В случае, когда производится сброс номинальной нагрузки при номинальной скорости, применяется термин "номинальное значение максимального повышения скорости" (rated maximum speed rise).

3.5 Мощности/Powers

Примечание - Все "мощности" или "выходные мощности" ("powers" или "outputs") относятся к работе турбины при номинальных граничных условиях (если другое не оговорено).

Мощность (power): мощность, выдаваемая турбиной или машиной, приводом которой она является. Определение должно указывать место измерения и любые вычеты, связанные с потерями или подачей питания к вспомогательному оборудованию. Называется также выходной мощностью (output) или нагрузкой (load).

Полезная мощность на муфте (net power at coupling): мощность на муфте турбины за вычетом мощности, подводимой к вспомогательному оборудованию турбины, если турбина не является его приводом.

Выходная мощность генератора (generator output): мощность на клеммах генератора после вычета любой внешней мощности возбуждения.

Максимальная длительная мощность (МДМ) (maximum continuous rating- MCR) (турбогенератор): выдаваемая турбогенератором мощность, указанная Поставщиком, при которой блок может работать неограниченное время, не превышающее заданный ресурс, при заданных граничных условиях. Это номинальный параметр, который обычно обеспечивает гарантию удельного расхода тепла. Необязательно, чтобы регулирующие клапаны были полностью открыты. (Называется также номинальной выходной мощностью, номинальной мощностью или номинальной нагрузкой - rated output, rated power, rated load).

Максимальная длительная мощность (МДМ) (maximum continuous rating - MCR) (турбина не является приводом электрогенератора): выдаваемая турбиной мощность, указанная Поставщиком, при которой блок может работать неограниченное время, не превышающее заданный ресурс, при заданных граничных условиях. Это номинальный параметр, который обычно обеспечивает гарантию удельного расхода тепла. Необязательно, чтобы регулирующие клапаны были полностью открыты.

Это та мощность, которая создается на муфте турбины или муфте приводимой машины, может быть согласован и такой вариант. (Называется также номинальной выходной мощностью, номинальной мощностью или номинальной нагрузкой - rated output, rated power, rated load.)

Максимальная производительность (maximum capability): мощность, которую может выработать турбина с полностью открытыми регулируемыми клапанами при заданных граничных условиях. (Называется также производительностью при полностью открытых клапанах - valves-wide- open capability)

Максимальная перегрузочная производительность (maximum overload capability): максимальная мощность, которую может выработать блок при полностью открытых регулирующих клапанах и при граничных условиях, оговоренных для перегрузки, например, при байпасировании конечного подогревателя питательной воды или при повышенном начальном давлении пара.

Наиболее экономичная длительная мощность (ЭДМ) (most economical continuous rating - ECR): выходная мощность, при которой достигается минимальный удельный расход тепла или удельный расход пара при заданных граничных условиях.

Полезная электрическая мощность (net electrical power): выходная мощность генератора (за вычетом внешней мощности возбуждения) минус электрическая мощность собственных нужд.

Электрическая мощность собственных нужд (electrical auxiliary power): мощность, потребляемая вспомогательным оборудованием турбины и генератора, приводом которого турбина не является. Здесь обычно учитывается вся мощность, используемая для управления, смазки, а также для охлаждения и уплотнения генератора. Сюда может быть отнесено также дополнительное вспомогательное оборудование типа насосов питательной

воды котла с приводом от электродвигателя. Заказчик и Поставщик должны согласовать перечень такого дополнительного вспомогательного оборудования.

3.6 Расход пара и удельный расход пара/Steam flow rate and steam rate.

Начальный расход пара (initial steam flow rate): расход пара, подаваемого к турбине с начальными параметрами, включая любой пар, подаваемый к штокам клапанов, уплотнениям или балансировочным поршням, а также любой пар, подаваемый к вспомогательному оборудованию типа: турбины насосов питательной воды, промежуточные перегреватели пар/пар, эжекторы и т.д.

Удельный расход пара (steam rate): отношение начального расхода пара к выходной мощности.

3.7 Удельные расходы тепла/Heat rates

(См. также IEC953, где определения даны более подробно).

Удельный расход тепла (heat rate): отношение внешней подводимой к циклу теплоты к производимой мощности. Это величина обратная термическому к.п.д.

Гарантийный удельный расход тепла (guarantee heat rate): удельный расход тепла, на котором базируется гарантия или Предложение, соответствующий указанной выходной мощности при номинальных граничных условиях и циклу, описанному в п. 19.1. Любое допущение относительно посторонних потоков, подпитки, добавления или отбора тепла должно быть указано в контракте.

Неоткорректированный удельный расход тепла, полученный при испытаниях (uncorrected test heat rate): удельный расход тепла, полученный подстановкой результатов испытания в формулу , указанную в контракте.

Полностью откорректированный удельный расход тепла (fully-corrected heat rate): удельный расход тепла, который был бы получен при испытаниях, если бы граничные условия были идентичны заданным, и все вспомогательное оборудование вне ответственности Поставщика работало четко в соответствии со своими гарантиями.

3.8 Коэффициент полезного действия /Efficiency

Термический к.п.д. (thermal efficiency): величина обратная удельному расходу тепла и поэтому определяемая как отношение выдаваемой мощности к количеству теплоты, подведенной к циклу извне. Если термический к.п.д. гарантируется, его определение должно быть записано в Контракте.

3.9 Рабочие режимы /Operational regimes (modes)

Работа на базовой нагрузке (base-load operation): работа при максимальной длительной мощности МДМ (MCR) или большей части ее в течение продолжительного периода.

Двухсменная работа (two-shift operation): Работа при МДМ (MCR) или большей части ее в течение 16 час или меньше в сутки (24 часа) с отключением в остальное время.

Односменная работа (one-shift operation): работа при МДМ (MCR) или большей части ее в течение 8 час в сутки (24 часа) с отключением в остальное время.

Циклическое изменение нагрузки (load cycling): работа с нагрузкой, регулярно изменяющейся между высоким и низким уровнем.

Работа на пиковой нагрузке (peak-load operation): работа при большой нагрузке в течение короткого периода, обычно от 1 до 3 часов во время пикового потребления электроэнергии. Число пиков в день не оговаривается. В остальное время турбина отключена.

Примечание: Хотя вышеуказанные определения носят общий характер, они могут быть сделаны более конкретными, с указанием, будет ли турбина периодически в простоях, которые могут быть классифицированы как 36 часовой простой, 48 часовой простой.

3.10. Методы изменения нагрузки/Methods of load variation.

Работа на постоянном давлении (constant-pressure operation): работа, при которой начальное давление пара поддерживается достаточно постоянным и нагрузка снижается постепенным закрытием регулирующих клапанов либо параллельно (полный впуск), либо последовательно (парциальный подвод).

Работа на скользящем давлении (sliding-pressure operation): работа, при которой нагрузка меняется путем изменением начального давления пара; регулирующие клапаны, работающие параллельно, все остаются в полностью открытом положении.

Модифицированное скользящее давление (modified sliding pressure): работа, при которой изменение нагрузки в диапазоне от 100% до примерно 90% номинальной выходной мощности достигается работой всех регулирующих клапанов параллельно, начальное давление пара при этом остается постоянным; ниже 90% номинальной выходной мощности изменения нагрузки достигаются, где это осуществимо, путем изменения начального давления пара, в то время как регулирующие клапаны остаются вблизи положения, соответствующего 90% номинальной выходной мощности.

Гибридная работа (hybrid operation): работа машины с парциальным подводом пара, при которой нагрузка снижается последовательным закрытием регулирующих клапанов до величины, соответствующей минимально допустимому числу оставшихся полностью открытыми клапанов, при этом начальное давление пара остается постоянным; дальнейшее снижение нагрузки достигается понижением начального давления пара, при этом те регулирующие клапаны, которые открыты, остаются в полностью открытом положении или близком к нему.

Дроссельное регулирование (throttle governing): регулирующие клапаны работают параллельно или почти параллельно, что является нормальным режимом регулирования турбины с полным подводом пара при работе на постоянном давлении.

Сопловое регулирование (nozzle governing): регулирующие клапаны закрываются последовательно, что является нормальным режимом регулирования турбины с парциальным подводом пара при работе на постоянном давлении.

3.11 Ресурс /Operational life

Календарный срок службы (calendar age): полный истекший срок службы установки, выраженный в месяцах или годах, исчисляемый от первой синхронизации.

Рабочие часы (running hours): число часов, когда машина несла нагрузку.

3.12 Управление и защита / Control and protection.

Система регулирования (governing system): комбинация устройств и механизмов, которые характерным путем преобразуют управляющие сигналы положение клапанов. Сюда

относятся регулятор скорости (speed governor), механизм управления скоростью (speed control mechanism), устройство задания изменения скорости (speeder device/speed changer), системы разгрузки (unloading systems) и любые устройства управления паровыми клапанами (steam valve operating devices).

Система защиты турбогенератора (turbine-generator protection system): вся система, предназначенная для защиты турбогенератора от неисправностей внутри него или где-то в системе передачи электроэнергии.

Устойчивое состояние (steady-state condition): состояние, характеризующееся постоянными средними значениями скорости и нагрузки с ограниченными редкими отклонениями.

Устойчивая работа (stable operation): система называется устойчивой, если она приходит в устойчивое состояние после того, как к ней приложено возмущение по скорости или по нагрузке.

Устойчивое регулирование (степень неравномерности регулятора) /steady-state regulation (speed governing droop): устойчивое изменение нагрузки, выраженное в процентном отношении к номинальной скорости, когда нагрузка изолированного блока изменяется между номинальной нагрузкой и нулевой, с идентичной настройкой системы регулирования, с зоной нечувствительности, принятой равной нулю.

Устойчивое регулирование скорости в приращениях (местная степень неравномерности регулирования)/steady-state incremental speed regulation (incremental speed droop): степень изменения устойчивой скорости по отношению к нагрузке при заданном значении устойчивой скорости и нагрузки, с зоной нечувствительности принятой равной нулю. Эта величина представляет собой угол наклона касательной к кривой устойчивая скорость-нагрузка при рассматриваемой нагрузке.

Зона нечувствительности системы регулирования скорости (dead band of the speed governing (control) system): полная величина изменения устойчивой скорости (выраженная в процентах от номинальной скорости) в пределах которой нет соответствующего изменения положения регулирующих клапанов. Зона нечувствительности - это мера чувствительности системы.

Максимальная погрешность по нагрузке или нелинейность (maximum load inaccuracy or non-linearity): максимальное отклонение по нагрузке, выраженное в процентах от номинальной, кривой нагрузка-скорость от прямой линии, определяющее полную степень неравномерности регулятора, соответствующую работе регулирующего оборудования при определенных параметрах окружающей среды (например, температура, влажность) и источников энергии (например, напряжение, давление масла).

Устойчивость регулятора к внешним воздействиям (governor environmental stability): изменение нагрузки, выраженное в процентах от номинальной нагрузки, которое происходит при заданном изменении любой независимой переменной, кроме уставки или скорости. Примеры таких переменных - истекшее время, температура, вибрация, барометрическое давление, питающее напряжение и частота.

Кратковременная устойчивость (short-term stability): изменение потребляемой нагрузки, выраженное в процентах от номинальной нагрузки, для любой фиксированной ус-

тавки и скорости за любой 30 минутный промежуток времени, для которого параметры окружающей среды находятся в заданных пределах.

Продолжительная устойчивость (long-term stability): изменение средней потребляемой нагрузки, выраженное в процентах от номинальной нагрузки, для фиксированной уставки и скорости между двумя 30 минутными промежутками времени за период 12 месяцев. Для обоих испытательных периодов параметры окружающей среды должны быть в пределах требуемого диапазона, но не обязательно, чтобы были очень близки.

4. Гарантии/Guarantees

4.1. Общие положения/General

В Контракте могут быть указаны несколько видов гарантий, например, по к.п.д., удельному расходу тепла (или пара), мощности, или мощности, потребляемой вспомогательным оборудованием. Также могут быть потребованы гарантии для характеристик, таких как функции системы регулирования, уровень вибрации или шума.

Все гарантии со средствами их обеспечения должны быть указаны и сформулированы полностью и без двусмысленностей.

4.2. Термический к.п.д. или удельный расход тепла или пара турбоустановки/Turbine plant thermal efficiency or heat rate or steam rate.

Гарантированный удельный расход тепла (или пара) дается с допущением, что приемочные испытания будут проводиться в соответствии с положениями ИЕС 953, включая необходимость согласования методики внесения поправок. В Контракте должно быть указано, что будет применяться - ИЕС 953-1 или ИЕС 953-2. Гарантия термического к.п.д. или удельного расхода тепла или пара может, например, быть ограничена одной конкретной нагрузкой или их взвешенными значениями при нескольких нагрузках, в соответствии с условиями Контракта.

В случае, если регенеративные подогреватели питательной воды не входят в Контракт Поставщика турбины, предпочтительно, чтобы Заказчик представил вместе со своей спецификацией схему системы подогрева питательной воды с информацией, достаточной для того, чтобы можно было сформулировать гарантии удельного расхода тепла всего агрегата. В противном случае Поставщик должен указать в своем тендере число и распределение подогревателей питательной воды, разность конечных температур подогревателя питательной воды и разности давлений между турбиной и подогревателями, которые были использованы при формулировании гарантии.

Аналогичные шаги должны быть предприняты в турбинах влажного пара, где либо сепараторы влаги либо промежуточные перегреватели, или и те и другие, не включены в Контракт на турбину.

Если регенеративные подогреватели питательной воды включены в Контракт Поставщика турбины, должны учитываться требования раздела 19.

Поставщику турбины должна быть дана возможность либо подправить свою гарантию в процессе выполнения контракта, если эксплуатационные характеристики оборудования установки, не входящего в его поставку, типа подогревателей, клапанов, трубопроводов или насосов, отличаются от тех, на которых была основана гарантия, либо применить согласованные поправки к результатам тепловых приемочных испытаний.

4.3. Мощность или пропускная способность/ Output or steam flow capacity.

Должно быть продемонстрировано, что турбина обеспечивает номинальную мощность или, в качестве альтернативы, номинальную пропускную способность, когда граничные условия именно такие, как указано в Контракте. Испытание должно проводиться в соответствии с положениями IEC 953.

4.4. Мощность, потребляемая вспомогательным оборудованием/ Auxiliary plant power.

Если дается гарантия на потребление мощности длительно работающей вспомогательной установкой, перечень элементов такой установки должен быть согласован. Потребление мощности каждой единицей оборудования должно быть измерено, когда турбина работает на заданной мощности при заданных граничных условиях, либо согласовано между Заказчиком и Поставщиком.

4.5. Паровые Таблицы/Steam Tables.

Паровые таблицы или формулы, которые должны быть применены для гарантий и вычисления результатов испытаний, должны соответствовать Международными Скелетными Таблицами, принятыми на Шестой Международной Конференции по Свойствам Пара (ICPS) в 1963 году и должны, предпочтительно, базироваться на документе Международного Комитета по Формулам (IFC) 1967 года "Формулы для Промышленного Использования", который был утвержден седьмой ICPS в 1968 году. Таблицы и формулы должны быть согласованы Заказчиком и Поставщиком и должны быть указаны в Контракте.

4.6. Допуски/Tolerances.

Допуски на изготовление не включены в объем этой части.

4.7. Старение/Ageing.

Любая поправка к полученным в результате испытания и откорректированным значениям удельного расхода тепла, пара или термического к.п.д., вводимая в связи с истечением времени после первой синхронизации, должна делаться по предварительному соглашению между Заказчиком и Поставщиком и должна быть определена в соответствии с положениями IEC 953-2.

5. Регулирование (управление)/Governing(control)

5.1. Система регулирования (управления)/ Governing (control) system

5.1.1. Система регулирования турбины должна быть способна регулировать частоту вращения от нуля и выше. Это регулирование может быть ручное или какое-либо другое.

5.1.2. Система регулирования турбины, являющейся приводом генератора, должна быть способна устойчиво регулировать:

- а) частоту вращения при всех нагрузках от холостого хода до полной нагрузки, когда генератор работает изолированно;
- в) выдачу энергии в энергосистему, когда генератор работает параллельно с другими генераторами (см. 6.1.1).

5.1.3. Регулятор и его система должны быть сконструированы так, чтобы отказ любого узла не был бы препятствием для безопасной остановки турбины.

5.1.4. Если система регулирования электрогидравлического типа, то электронное оборудование дополнительно должно соответствовать требованиям, указанным в приложении А.

5.1.5. Регулятор и устройство управления паровыми клапанами должны быть спроектированы так, чтобы мгновенная потеря любой нагрузки вплоть до максимально достижимой при номинальных параметрах или на режимах с отклонениями от нормальных условий эксплуатации, указанных в п. 6.3.1, не приводила на переходном режиме к разгону турбины, вызывающему ее отключение.

5.2. Настройки частоты вращения и нагрузки/ Speed and load adjustments.

Если в Контракте не оговорено другое, должна быть обеспечена возможность настройки частоты вращения турбины при работе на нулевой нагрузке, а именно:

- турбина вращает генератор: в пределах по крайней мере +/-5% от номинальной частоты;
- турбина несет механическую нагрузку: в пределах диапазона, который должен быть согласован.

Минимальное время, которое требуется устройствам настройки частоты вращения и нагрузки для изменения уставки от нуля до номинальной нагрузки при номинальной частоте вращения, не должно нормально превышать 50 с, но может быть согласовано между Заказчиком и Поставщиком. Должны быть предусмотрены меры для настройки уставок.

5.3. Характеристики Регулятора/Governor Characteristics

Степень неравномерности и степень нечувствительности, которые должна иметь электрогидравлическая система регулирования, указаны в таблице 1. Численные значения даны, чтобы ими руководствоваться. Особое внимание должно быть уделено показателям промышленных турбин и турбин, применяемых для выработки электроэнергии, у которых номинальная мощность больше, чем 5% системной производительности.

5.4. Испытание Клапанов/Valve Testing.

Для промышленных турбин и тех турбин, у которых имеется только один стопорный клапан или регулирующий клапан, либо регулирующие клапаны управляются одним исполнительным механизмом, должна быть предусмотрена возможность расхаживания стопорного и регулирующего клапанов на работающей турбине.

Для других типов турбин должен быть предусмотрен управляющий механизм со средствами для проверки любого из клапанов, указанных в п. 7.5, на полное закрытие, поочередно, при работе под нагрузкой.

Поставщик должен указать величину любого ограничения по мощности, возникающего в связи с этим.

5.5. Отключение по превышению скорости (регулятор безопасности)/ Overspeed trip (emergency governor)

5.5.1. В дополнение к регулятору скорости турбина и генератор должны быть защищены от чрезмерного повышения скорости отдельно управляемой системой защиты от разгона, при срабатывании которой турбина отключается.

Отключение по превышению скорости должно происходить, нормально, при скорости, на 10 % превышающей номинальную скорость, с допуском 1% от номинальной скорости в каждом направлении (т.е. при скорости не более, чем на 11 %, и не менее, чем на 9% выше номинальной скорости).

В исключительных обстоятельствах (например, чтобы выполнить требования п.5.1.5), и по соглашению, может возникнуть необходимость обеспечить нормальную уставку отключе-

чения выше 10% (с учетом до- пуска +/- 1% от выбранного значения). В любом случае, если регулятор скорости не сработает при внезапном сбросе нагрузки, должно произойти отключение по превышению скорости при скорости, достаточно низкой, чтобы ограничить максимальное превышение скорости до безопасного значения, т.е. предотвратить любое повреждение какой-либо части турбины или приводимой машины; или каких-либо электродвигателей, которые могут остаться подключенными к генератору после сброса нагрузки, или оборудования, приводом которого они являются. Уставки регулятора безопасности должны быть указаны Поставщиком в "Инструкции по Эксплуатации".

5.5.2. Для промышленных и других турбин малой мощности должна быть предусмотрена, независимо от регулятора, система отключения по превышению скорости, срабатывание которой должно приводить к закрытию стопорных клапанов и регулирующих клапанов.

5.5.3. Для всех других типов турбин должны быть предусмотрены по крайней мере два совершенно независимых устройства отключения по превышению скорости, функционально независимые от регулятора, срабатывание каждого из которых должно приводить к закрытию всех стопорных клапанов и регулирующих клапанов.

Должна быть обеспечена возможность при работе агрегата на номинальной скорости, продемонстрировать правильность функционирования каждого из устройств отключения по превышению скорости, при этом, агрегат должен находиться под защитой второго устройства защиты от разгона, без изменения положения главных паровых клапанов. Должна быть приняты меры к тому, чтобы при проверке функционирования одного из устройств защиты от разгона было невозможно заблокировать или препятствовать срабатыванию второго устройства, если в нем будет необходимость.

5.5.4. На турбинах промышленного типа должна быть обеспечена возможность сброса (возврата в рабочее состояние) системы отключения по превышению скорости без остановки турбины.

5.5.5. Для всех типов турбин должна быть предусмотрена возможность сброса механизма отключения по превышению скорости при снижении скорости турбины до величины не ниже номинальной скорости.

Таблица 1 - Степень неравномерности и степень нечувствительности.

Тип регулятора		Механический			Электрогидравлический		
		до 20	20-50	>150	до 20	20-50	>150
МДМ турбины, МВт		до 20	20-50	>150	до 20	20-50	>150
Полная степень неравномерности, %		от 3 до 5					
Местная неравномерность, %	а) диапазон (0-0,9)×МДМ	Мах = нет предела и Мин = 0,4 × полную степень неравном.			а) от 3 до 8		
	б) диапазон (0,9-1,0)×МДМ				б) не больше 12		
Средняя местная степень неравномерности в диапазоне не 0,9 МДМ - МДМ*, %		не больше 15			не больше 10		
Степень нечувствительности, % от номинальной скорости		0,40	0,20	0,10	0,15	0,10	0,06

* Для турбин с сопловым регулированием и парциальным подводом пара средняя величина местной степени неравномерности в диапазоне от 90% до 100% мощности,

регулируемой каким-либо регулирующим клапаном сопловой группы, но не последним, не должна превышать трехкратной полной степени неравномерности.

6. Эксплуатация и Обслуживание/Operation and Maintenance.

6.1. Нормальная работа/Normal operation.

6.1.1. Для нормальной работы характеристики турбины должны быть такими, чтобы турбину и машину, приводом которой она является, можно было эксплуатировать параллельно с любыми существующими машинами, при условии, что сами эти машины способны правильно работать в параллели друг с другом и не обладают никакими отклонениями ни по отдельности, ни вместе.

6.1.2. Пуски турбин перегретого пара можно отнести к различным категориям в соответствии с тепловым состоянием турбины в начале пуска. Реальным определяющим критерием является температура металла, до которой различные узлы турбины (такие, как внутренний ЦВД) успели остыть, однако, существует также практика классификации пусков по времени, истекшему после последнего останова. Ниже приведены характеристики типовых пусков, которыми можно руководствоваться.

Типичные категории пусков:

а) пуск из холодного состояния/cold start - после простоя, превышающего 72 часа (температуры металла ниже примерно 40% от их значений при полной нагрузке в °C);

б) пуск из неостывшего состояния/warm start - после простоя от 10 до 72 часов (температуры металла между примерно 40% и 80% от их значений при номинальной нагрузке в °C);

в) пуск из горячего состояния/hot start - после простоя менее 10 часов (температуры металла выше примерно 80% от их значений при полной нагрузке в °C);

г) очень горячий перезапуск/very hot start - в течение 1 часа после отключения турбины (температуры металла равны или близки к значениям при полной нагрузке).

6.1.3. Заказчик должен указать следующие показатели, на которые должна быть спроектирована турбина:

а) число пусков по каждой из вышеперечисленных категорий;

Примечание: При отсутствии требований Заказчика по этому вопросу Поставщик должен указать число пусков каждого типа, на которые спроектирована турбина. График, типичный для турбины, предназначенной для предельной двухсменной работы, может включать:

- 100 пусков из холодного состояния;
- 700 пусков из неостывшего состояния;
- 3 000 пусков из горячего состояния.

б) число основных циклов нагружения;

в) скорость изменения нагрузки, требуемая для каждого класса важных циклов нагружения с учетом любых ограничений по другим частям установки, таким как парогенератор.

Примечание: Допустимая скорость изменения нагрузки и важность цикла нагружения зависят от характеристик парогенератора (см. 6.1.4) и режима работы турбины при каждом изменении нагрузки (например, дроссельное регулирование или сопловое), а также от конкретной конструкции турбины. Быстрые изменения температуры пара в турбине, которые при изменениях нагрузки могут зависеть от всех

трех факторов, могут, в свою очередь, привести к нежелательно высоким тепловым напряжениям в некоторых узлах, а значит к чрезмерному сокращению их срока службы.

Помимо указанных основных циклов нагружения могут быть приняты другие небольшие отклонения от устойчивых режимов (например, приращения менее 10% от МДМ) и это можно не указывать.

6.1.4. Заказчик должен предоставить, со всей тщательностью, характеристики парогенератора, чтобы можно было учесть вариации давления, а также начальной температуры и температуры промежуточного перегрева в зависимости от расхода пара для всех категорий пуска, циклов нагружения и режимов останова, которые предусматриваются.

6.1.5. Заказчик должен указать, будет ли применяться система байпасирования турбины, и, если да, то должен указать режимы ее работы, параметры пара и расходы, а также - кем она будет поставляться.

6.1.6. Заказчик должен также указать параметры пара от вспомогательных источников.

6.2. Пределы отклонений номинальных параметров/ Limits of variation of rated conditions.

Турбина должна выдерживать отклонения от номинальных параметров в пределах, указанных ниже:

а) Начальное давление.

Среднее начальное давление на входе в турбину за любые 12 месяцев работы не должно превышать 105 % номинального давления. Случайные качания, не превышающие 120% номинального давления, разрешаются при условии, что совокупная длительность таких колебаний за любые 12 месяцев работы не превышает 12 часов (но, см. примечание в конце п.6.2).

Примечание: См. определение номинальных параметров пара в п.3.3.

Рост начального давления обычно позволяет турбине выработать мощность сверх ее обычной номинальной величины, если только не будут приняты меры через систему регулирования по ограничению расхода пара. Возможно, что генератор и связанное с ним электрооборудование не способны принимать такую дополнительную мощность, кроме того, турбине могут возникнуть нежелательные напряжения; соответственно, Заказчик должен обеспечить средства защиты от перегрузки для ограничения мощности турбины в данных обстоятельствах.

Заказчик должен предусмотреть средства для обеспечения того, чтобы давление на выходе турбины перед промежуточным перегревателем не могло превысить 125 % от давления, специфицированного для этой точки при работе турбины с номинальной мощностью.

б) Начальная температура и, где это имеет место, температура промежуточного перегрева.

Для номинальных температур пара до и включая 566 °С допустимые отклонения указаны в последующих абзацах. Для номинальных температур свыше 566 °С допустимые отклонения должны быть предметом соглашения между Заказчиком и Поставщиком.

Средняя температура пара на любом входе в турбину за любые 12 месяцев работы не должна превышать номинальную температуру. При поддержании этого среднего значения температура не должна при нормальной эксплуатации превышать номинальную температуру больше, чем на 8 К.

Если, как исключение, температура превысит номинальную температуру больше, чем на 8 К, мгновенное значение температуры может изменяться между этим значением и величиной, на 14 К превышающей номинальную температуру, при условии, что полное время работы между этими двумя предельными значениями не превышает 400 часов в течении лю-

бого 12-месячного периода работы. Работа при температуре, находящейся в интервале между предельными значениями на 14 К и 28 К выше номинальной, может быть разрешена, для кратковременных отклонений в течение 15 мин или меньше, при условии, что полное время работы между этими двумя пределами не превысит 80 часов в течение любого 12-месячного периода работы. Ни при каких условиях температура не должна превышать номинальную более, чем на 28 К (см. примечание в конце п.6.2).

Если пар подается к какой-либо граничной точке турбины через две или более параллельные трубы, температура пара в любой из этих труб не должна отличаться от температуры в любой другой трубе более, чем на 17 К, но, во время флуктуаций, не превышающих по продолжительности 15 мин за любой четырехчасовой период, допускается разность температур, не превышающая 28 К. Температура пара в наиболее горячей трубе не должна превышать пределов, указанных в предыдущем абзаце.

в) Давление на выхлопе турбины с противодавлением.

Среднее давление на выхлопе не должно превышать заданное за любые 12 месяцев работы. При поддержании этого среднего давления абсолютное давление на выхлопе не должно превышать номинальное давление более, чем на 10%, и не должно падать более, чем на 20% ниже номинального.

г) Давление на выхлопе конденсационной турбины.

Турбина должна быть способна к работе с любыми отклонениями на выхлопе, возникающими в связи с изменением температуры охлаждающей воды или расхода в заданном диапазоне или, напротив, заданным изменением давления на выхлопе. Поставщик должен заявить о любых ограничениях в этом отношении.

д) Скорость.

Турбина, если другое не согласовано, должна быть способна к работе без ограничений по продолжительности или мощности в диапазоне от 98% до 101% номинальной скорости. Работа при скоростях, находящихся за пределами указанного диапазона, должна разрешаться только по соглашению.

Примечание: Ограничения, установленные на начальное давление и начальную температуру в п. 6.2 а) и 6.2 б) соответственно, относятся к турбине, которая получает пар от котла, работающего на органическом топливе, или другого высокотемпературного источника.

Для турбины, к которой пар подается в состоянии, близком к насыщению, например, от ядерного реактора, ограничения, налагаемые на начальные параметры пара должны быть согласованы между Заказчиком и Поставщиками реактора и турбины.

6.3. Работа на режимах с отклонениями от нормальной эксплуатации/ Abnormal operation.

6.3.1. Заказчик должен указать свои требования в отношении того, необходима ли работа на нижеуказанных режимах:

- а) часть охлаждающей секции конденсатора отключена;
- б) некоторые или все подогреватели питательной воды отключены;
- в) перегрузка, и как она достигается;
- г) любые другие рабочие режимы, налагающие необычные условия.

6.3.2. Поставщик должен указать любые ограничения, возникающие в связи с работой на указанных режимах, имеющих отклонения от нормальной эксплуатации. Эти ограничения могут включать в себя такие аспекты, как нагрузка на конструкцию или регулировка выходной мощности, и они должны содержать допускаемую продолжительность работы в таких условиях.

6.4. Условия установки/Installation conditions.

6.4.1. Заказчик должен указать, где будет устанавливаться оборудование - в помещении или под открытым небом, с крышей или без, и условия, в которых турбина должна работать, включая максимальную и минимальную температуру, относительную влажность, повышенную запыленность, осадки и скорость ветра (если не в помещении) и другие соответствующие факторы.

6.4.2. Заказчик должен обеспечить любые необходимые данные по сейсмическим условиям, на которые должна быть рассчитана установка.

6.5. Обслуживание/Maintenance.

Если Заказчик потребует, Поставщик должен дать информацию по ожидаемой частоте и объему обслуживания турбоустановки.

6.6. Инструкции по эксплуатации/Operating instructions.

Поставщик должен предоставить в полном объеме и без неопределенностей инструкции по эксплуатации, которые дадут возможность безопасно эксплуатировать поставляемую установку.

Инструкция должна включать в себя сведения по всем ограничениям в работе оборудования, а также может содержать требования Поставщика к качеству пара.

7. Узлы/Components.

7.1. Материалы и конструкция/Materials and construction.

Все материалы, узлы и сварка, применяемые в конструкции машины, и все трубопроводы, крепеж, фиттинги и вспомогательные аппараты должны в пределах разумного отвечать требованиям соответствующих национальных и международных стандартов. Стандарты должны быть указаны в Контракте.

7.2. Детали, подверженные воздействию высокой температуры/ Parts subject to high temperatures.

а) Ненапряженные детали

Выбор материала для деталей не подверженных ощутимым напряжениям при их рабочей температуре, должен быть таким, чтобы избежать недопустимое ухудшение свойств в результате:

- 1) изменения внутренней структуры или состава;
- 2) взаимодействия материала и окружающей его среды.

б) Напряженные детали.

Материалы, применяемые для напряженных деталей должны удовлетворять условиям, указанным выше в пункте а). Кроме того, они должны выбираться на основе экспериментально определяемых данных, которые подтверждают, что в условиях напряжений, температуры и времени, при которых детали будут использоваться, они не растрескаются и не деформируются больше допустимого.

7.3. Корпуса и основания/Casings and pedestals.

Корпуса, основания и опоры должны быть спроектированы так, чтобы выдерживать все нормальные и аварийные эксплуатационные нагрузки, допустимые усилия от трубопроводов и моменты, а также перемещения, вызванные температурой. Конструкция корпуса должна быть такой, чтобы температурные напряжения при эксплуатации были минимальны. Корпуса турбины должны иметь соответствующие опоры для обеспечения хорошей центровки с роторами.

Винтовые домкраты, подъемные лапы, рымболты, направляющие шпонки и специальные инструменты должны быть обеспечены там, где это необходимо, для облегчения сборки и разборки.

7.4. Роторы/Rotors.

7.4.1. Готовые роторы должны пройти динамическую балансировку.

7.4.2. Критические скорости турбины вместе с машиной, приводом которой она является, должны быть достаточно удалены от номинальной скорости, чтобы избежать вредного влияния на работу блока в интервале скоростей от скорости на 6% меньше номинальной до скорости, достигаемой при сбросе полной нагрузки, когда система регулирования скорости не срабатывает.

Когда приводимая машина не поставляется изготовителем турбины, должно быть достигнуто соглашение о том, какая сторона будет ответственна за критические скорости турбоагрегата в целом.

7.4.3. Испытания на разгон каждого ротора турбины должны выполняться, предпочтительно, на заводе-изготовителе. Испытания на разгон должны проводиться на скорости, превышающей на 2 % максимальную вычисленную скорость, которая могла бы быть достигнута при отказе регулятора скорости и если бы максимальный разгон ограничивался только действием устройства отключения по превышению скорости. Продолжительность испытания на разгон не должна превышать 10 мин и выполняться оно должно только один раз.

Когда нормальная уставка регулятора безопасности составляет 10 % превышения номинальной скорости, испытание на разгон должно проводиться при скорости превышающей номинальную не более, чем на 20%.

7.4.4. Роторы и их муфты (и зубчатый механизм, если применяется) должны быть спроектированы так, чтобы выдерживать режимы, возникающие при коротких замыканиях генератора или других подобных нарушениях в электрической системе.

Заказчик должен обеспечить защитные устройства для снижения или устранения влияния любой электрической неисправности в системе.

7.5. Клапаны/Valves.

Турбина должна быть снабжена соответствующим числом регулирующих (управляющих) клапанов. Они должны быть пригодны для регулирования подачи свежего пара к турбине во всем диапазоне скоростей и нагрузок. Кроме того, последовательно с этими регулируемыми клапанами должен быть предусмотрен соответствующий аварийный стопорный клапан(ы). Клапаны, которые первыми получают пар, должны быть снабжены паровыми ситами, расположенными перед клапаном, как можно ближе к клапану. Для небольших промышленных турбин аварийные и регулирующие функции могут быть объединены в один клапан.

На тех турбинах, которые работают с циклом промежуточного перегрева пара, должно быть предусмотрено необходимое число регулирующих клапанов промежуточного перегрева. Должны быть предусмотрены соответствующие стопорные клапаны промежуточного перегрева последовательно с этими регулируемыми клапанами. Клапаны, которые первыми получают пар, должны быть снабжены паровыми ситами, расположенными перед клапаном, как можно ближе к клапану, за исключением тех случаев, когда:

а) тип первого клапана - откидной поворотный (в этом случае паровое сито должно быть между первым и вторым клапанами),

б) промежуточный перегрев выполняется в промежуточном перегревателе пар/пар.

7.6. Главные подшипники и их корпуса/Main bearings and housings.

а) Опорные подшипники должны иметь поперечный разъем, заменяемую заливку, колодки или вкладыши.

б) Упорные подшипники должны быть спроектированы так, чтобы воспринимать усилие в любом осевом направлении. Упорный подшипник должен иметь средства для регулировки осевого положения ротора при обслуживании.

в) Должна быть предусмотрена возможность обновления всех подшипников без демонтажа цилиндров.

г) Конструкция опорных и упорных подшипников должна предусматривать смазку под давлением и обеспечивать необходимый дренаж.

е) Корпуса подшипников должны обеспечивать защиту от попадания влаги или посторонних веществ, а также от утечки смазки.

ж) Чтобы свести к минимуму влияние электрических токов, возникающих из-за электростатического трения, вал турбины и приводимой машины должен быть заземлен. В случаях, когда эти машины поставляются разными Поставщиками, Заказчик и Поставщик должны согласовать расположение точек заземления вала. Для промышленных турбин малой мощности обычно нет необходимости в заземлении.

7.7. Уплотнения цилиндра и межступенчатые уплотнения/ Cylinder and interstage glands.

Уплотнения на концах роторов и между ступенями должны быть из соответствующих материалов, позволяющих свести к минимуму деформацию или расширение при рабочей температуре.

Конструкция уплотнений должна быть такой, чтобы повреждение ротора в случае заедания во время работы было минимальным.

7.8. Теплоизоляция/Thermal insulation.

Если оговорено, турбина должна иметь теплоизоляцию. Заказчик должен указать требуемую температуру наружной поверхности материала изоляции (обычно не превышающую температуру окружающего воздуха более, чем на 40 К, но в соответствии с национальными стандартами). Конструкция изоляции не должна затруднять обслуживание турбины.

Заказчик должен указать ограничения по материалу изоляции, если таковые имеются.

8. Фундаменты и здания/Foundations and buildings.

Поставщик турбины должен предоставить Заказчику соответствующую информацию (статические и динамические нагрузки, габаритные чертежи, детали фундамента, силы и моменты, допустимые деформации фундамента, тепловые расширения и т.д.) по границе между его собственной ответственностью за проектирование и ответственностью Заказчика или работающего на него проектировщика фундамента, чтобы обеспечить возможность проектирования и строительства всей опорной системы.

Поставщик турбины должен гарантировать, что деформации, собственная частота колебаний и другие свойства деталей фундамента, спроектированного или поставляемого им, не окажут вредного влияния на работу установки в диапазоне скоростей, указанном в п.5.2 и 5.3.

Данные о нагрузках, действующих на турбину при эксплуатации и во время простоя, включая все усилия и моменты от трубопроводов, должны быть согласованы с Поставщиком турбины.

Если иное не согласовано, Заказчик должен обеспечить необходимый фундаментный блок, по которому Поставщик турбины должен иметь возможность высказать свое мнение на стадии проектирования. Собственные частоты колебаний фундамента не должны соответствовать никакому малому кратному рабочей скорости блока.

В фундаменте и строительных конструкциях должно быть предусмотрено достаточно места и необходимые проемы для установки оборудования. В здании должны быть проемы для приема оборудования. Заказчик должен предусмотреть место для обслуживания оборудования, включая место для вынимания роторов и укладки верхних половин корпусов турбины.

Когда вспомогательное оборудование, подсоединенное к турбине (например, сепараторы влаги и промежуточные перегреватели), монтируется на отдельном фундаменте, поставляемом другими подрядчиками, Поставщик турбины должен указать допустимые перемещения относительно фундамента турбины.

9. Приводы питательных насосов/Feed pump drives.

9.1. Необходимая информация/Information required.

Питательные насосы могут приводиться в движение различными способами, которые могут отличаться по своему термодинамическому влиянию на цикл. Поставщик турбины обычно требует информацию, указанную ниже, до того, как будут окончательно определены детали проекта или удельный расход тепла.

9.1.1. Привод от вспомогательной турбины.

Случаи, когда приводом насоса является вспомогательная турбина, использующая пар, отбираемый от главной турбины, или когда выхлопной пар от вспомогательной турбины отводится в главную турбину или ее систему:

1) если Поставщик главной турбины поставяет питательный насос и турбину - его привод, Заказчик должен на ранней стадии предоставить Поставщику турбины информацию, показывающую зависимость между требуемым напором питательного насоса и расходом питательной воды;

2) если Поставщик главной турбины поставяет отдельно турбину - привод питательного насоса, но не поставяет насос, Заказчик должен на ранней стадии предоставить Поставщику турбин информацию, с указанием входной мощности требуемого насоса, а также частоты вращения и напора питательного насоса в виде функций расхода питательной воды;

3) если Поставщик главной турбины не поставяет ни отдельную турбину - привод питательного насоса, ни насос, Заказчик должен на ранней стадии предоставить Поставщику главной турбины информацию, достаточную, чтобы определить увеличение энтальпии питательной воды на насосе и расход пара на вспомогательную турбину в диапазоне расхода питательной воды.

В случае 1) и 2) эта информация должна охватывать диапазон от минимальной нагрузки на главной турбине, при которой питательный насос с турбоприводом обеспечивает требования по расходу питательной воды, и до максимального расхода питательной воды, на который насос и его привод должны быть спроектированы.

Дополнительный запас по мощности и частоте вращения свыше тех значений, которые требуются для максимальной мощности, должен быть заложен до установления мощности вспомогательной турбины; величина этого запаса должна быть согласована между Заказчиком и Поставщиком главной турбины.

Если Поставщик главной турбины не поставяет внутренний трубопровод, передающий пар от точки отбора на главной турбине или от главных паропроводов (или от других источников) к турбине питательного насоса, Заказчик должен указать Поставщику главной турбины перепады давления и температуры, допускаемые в этом трубопроводе.

9.1.2. Привод от электродвигателя.

Случаи, когда приводом питательного насоса является электродвигатель, иногда непосредственно, иногда через механизм изменения скорости, а иногда через гидравлическую муфту:

1) если Поставщик турбины поставляет все это оборудование, Заказчик должен на ранней стадии предоставить Поставщику турбины информацию, показывающую зависимость между требуемым напором питательного насоса и расходом питательной воды;

2) если Поставщик турбины поставляет оборудование привода, но не поставляет насос, Заказчик должен, на ранней стадии, предоставить Поставщику турбин информацию, показывающую мощность требуемого насоса (замеренную на входной муфте насоса) и напор питательного насоса как функции расхода питательной воды, а также максимальную частоту вращения насоса;

3) если Поставщик турбины не поставляет питательный насос, двигатель, механизм изменения скорости или гидравлическую муфту, Заказчик должен, на ранней стадии, предоставить Поставщику турбины информацию, показывающую увеличение энтальпии питательной воды в зависимости от расхода питательной воды.

9.1.3. Во всех приведенных выше случаях указанный расход питательного насоса должен учитывать требования по водяному регулированию температуры для пароперегревателя, промежуточного перегревателя, байпасса турбины, если они предусмотрены.

9.2. Общие положения/General.

9.2.1. Когда приводом питательного насоса является вспомогательная турбина, Поставщик вспомогательной турбины и Поставщик насоса должны согласовать все соответствующие граничные данные, включая направление вращения. Следует обратить внимание на системы подачи масла смазки, жидкости регулирования, уплотняющей воды к питательному насосу и пара к уплотнениям его турбины - привода, имея в виду, что может быть необходимо выполнить эти системы отдельно от систем главной турбины. Требование по поставке валоповоротного устройства должно быть согласовано между Поставщиками вспомогательной турбины и питательного насоса.

9.2.2. Должны быть учтены любые требования по предотвращению или ограничению вращения питательного насоса в обратном направлении.

10. Вспомогательные системы турбины/Turbine auxiliary systems.

10.1. Масло смазки/Lubricating oil.

Турбина должна иметь главный масляный насос, который должен приводиться в движение механически самой турбиной или (по соглашению) электродвигателем.

Должен быть предусмотрен вспомогательный масляный насос с приводом от источника, полностью независимого от главного масляного насоса, для работы при пуске или отключении турбины, который должен включаться автоматически в качестве замены главному насосу в случае низкого давления масла, чтобы турбина могла оставаться в работе. Должны быть предусмотрены средства для испытаний под нагрузкой всех резервных масляных насосов смазки на автоматическое включение путем имитации низкого давления масла.

Должен быть предусмотрен аварийный резервный насос, предпочтительно с приводом от двигателя постоянного тока, соответствующей производительности, чтобы обеспечить безопасный выбег агрегата.

Насос должен включаться автоматически в случае отказа вспомогательного масляного насоса или потери его питания, или же, по соглашению сторон, для этой цели может быть предусмотрен масляный бак, питающий подшипники турбины самотеком.

Должна быть предусмотрена система гидроподъема для подачи масла высокого давления к каждому подшипнику турбины и генератора, если это необходимо, для подъема роторов с целью уменьшения пускового момента и износа подшипников при работе на валоповороте или при пуске.

Должны быть предусмотрены многократные маслоохладители и фильтры такой пропускной способности, чтобы любой маслоохладитель или фильтр можно было отключить на работающем агрегате. Работа переключающих клапанов на входе и выходе маслоохладителей или фильтров должна быть организована так, чтобы они не могли отключить подачу масла, пока агрегат находится в работе. Для турбин промышленного типа могут быть применены одиночные маслоохладители и фильтры.

Все трубы, арматура, корпуса охладителей и фильтров должны быть из стали или другого подходящего материала. Хрупкие материалы, такие как серый чугун, не годятся. Соединения труб должны быть сварными, где это возможно.

Необходимо принять меры предосторожности для сведения к минимуму внутренней коррозии в масляных баках и сливных трубах.

Поставщик должен указать свойства применяемого масла смазки. Когда первоначальная промывка не выполняется Поставщиком, тип применяемого масла должен быть с ним согласован.

Конструкция системы смазки должна быть такой, чтобы при нормальной работе рабочая температура масла на сливе из каждого главного подшипника не превышала 75 °С. Иногда на турбинах малой мощности это значение температуры может быть увеличено до 85 °С. Должны быть предусмотрены меры по предотвращению пожара, вызванного утечкой масла смазки.

10.2. Жидкость регулирования/Control fluid.

Жидкость, применяемая в системе регулирования и для управления паровыми клапанами, может быть либо маслом из системы смазки, либо жидкостью из совершенно отдельной системы. Насосы, подающие отдельную жидкость регулирования, должны быть продублированы резиновыми насосами с автоматическим переключением при отказе одного из насосов. Должны быть приняты меры, если необходимо, по поддержанию давления жидкости регулирования во время пуска резервного насоса.

Когда применяется другая жидкость, а не масло из системы смазки, она должна быть согласована с Поставщиком. Должны применяться те же требования в отношении материалов, конструкции труб и резервирования охладителей и фильтров, что и в п.10.1, если другое не согласовано.

10.3. Система уплотнений роторов и клапанов/ Sealing system for rotor and valve glands.

Система концевых уплотнений роторов и сальников клапанов должна быть, если другое не согласовано, выполнена так, например, с помощью конденсатора пара уплотнений, чтобы пар не выходил в машзал.

Там, где это целесообразно, регулирование подачи уплотняющего пара к уплотнениям должно быть полностью автоматическим на всех режимах эксплуатации. На паропроводах должны быть предусмотрены сбросные клапаны (по необходимости). Если требуется вспомогательный пар, например, при пуске, Поставщик должен указать свои требования по количеству и параметрам пара.

10.4. Дренажи/Drains.

Каждый корпус турбины, паровая коробка или другой сосуд и все трубы, передающие пар, включая паропроводы отборов к подогревателям питательной воды, должны иметь соответствующий дренаж во всех точках, где может скапливаться вода.

Дренаж должен сливаться в соответствующие дренажные емкости, а на трубах должны быть установлены соответствующая арматура, ловушки, или дроссельные шайбы до слива в дренажные емкости.

10.5. Воздушники/Vents.

Должны быть предусмотрены вентиляционные отводы из вытяжного вентилятора пара уплотнений и вытяжного(ых) вентилятора(ов) системы смазки в специальное место вне помещения, или по согласованию.

10.6. Валоповоротное устройство/Turning gear (= barring gear).

Должно быть предусмотрено валоповоротное устройство для медленного вращения системы роторов (непрерывно или с перерывами), если необходимо, для ограничения теплового искривления ротора(ов) при вращении не под действием пара. Должны быть предусмотрены блокировки, если необходимо, обеспечивающие невозможность начала вращения до тех пор, пока не будет достигнута необходимая подача масла смазки и привод не будет полностью в зацеплении. Валоповоротное устройство должно выходить из зацепления автоматически, когда частота вращения турбины станет больше частоты вращения валоповоротного устройства.

10.7. Трубопроводы/Piping.

Все трубопроводы пара, воды, масла, воздуха должны быть из стали, отвечающей требованиям соответствующего международного или национального стандарта. Стандарты должны быть указаны в Контракте.

Там, где это возможно, должны быть применены сварные соединения. Другие материалы могут быть применены по соглашению между Заказчиком и Поставщиком турбины.

Поставщик турбины должен указать величину и направление приложения усилий и моментов от трубопроводов, приложенных в согласованных основных граничных точках его оборудования, которые допустимы для его установки.

11. Контрольно-измерительные приборы/Instrumentation.

11.1. Общие положения/General.

Должны быть обеспечены приборы, необходимые для надежной и эффективной эксплуатации турбины и ее контроля.

Экономически оправданный объем аппаратуры будет зависеть от мощности турбины и условий, при которых она должна работать. Ниже приведены требования, относящиеся к мощным турбинам.

11.2. Стандартные приборы/Standard instruments.

Где применимо, первичные измерительные элементы должны быть предусмотрены по крайней мере для следующих параметров:

а) Давления

- на входе свежего пара и пара промежуточного перегрева непосредственно перед стопорными клапанами свежего пара и пара промежуточного перегрева и паровыми ситами;

- в отборе(ах) (для турбин с отборами);
- отборах к подогревателям питательной воды;
- на выхлопе каждого цилиндра;
- масла смазки, подаваемого к подшипникам;
- жидкости, подаваемой к системе регулирования.

б) Температуры

- свежего пара и пара промежуточного перегрева;
- пара на выхлопе цилиндров высокого и среднего давления;
- пара в отборах к подогревателям питательной воды;
- масла на выходе из охладителя;
- масла на сливе из подшипников, или металла подшипников.

в) Уровни:

- уровень масла в главном баке масла смазки;
- уровень жидкости в баке жидкости регулирования.

11.3. Контрольная аппаратура/Supervisory equipment.

Должна быть обеспечена аппаратура для измерения следующих величин:

а) *Скорость*: частота вращения турбины;

б) *Нагрузка*: электрическая мощность генератора (часто этот прибор не включают в Контракт на турбину);

в) *Перемещения ротора и корпуса*: осевое относительное перемещение выбранных роторов, каждое по отношению к соответствующему корпусу или корпусу подшипника, измеренное на конце, удаленном от упорного подшипника; осевое перемещение корпусов подшипников относительно фундамента;

г) *Вибрация*: вибрация ступей подшипников или роторов. Искривление ротора и фазовый угол вибрации тоже могут быть потребованы;

д) *Температуры металла*: должна быть предусмотрена возможность измерения всех температур металла или разностей температур, которые считаются необходимыми для безопасной работы турбины или для возможности оценки напряжений в стенках корпусов турбины или других узлах, с целью получения информации о безопасной скорости разгона или изменения нагрузки;

е) *Положение клапанов*: положение всех клапанов свежего пара и пара промежуточного перегрева, если другое не согласовано, за исключением того, что для аварийных клапанов промежуточного перегрева требуется только индикация полностью - открытого или полностью закрытого положения;

ж) Для турбин насыщенного пара, в состав установки которых входят сепараторы влаги и промежуточные перегреватели: расход пара промежуточного перегрева (или расход слива из промежуточного перегревателя) и уровни в дренажных баках сепараторов и промежуточных перегревателей;

и) Кроме того, должно быть предусмотрено оборудование, необходимое для обеспечения аварийных сигналов и сигналов на отключение, перечисленных в разделе 12.

11.4. Дополнительные приборы/Additional instruments.

Дополнительные первичные измерительные приборы могут быть указаны Заказчиком или рекомендованы Поставщиком.

Для большой турбоустановки в состав контрольной аппаратуры обычно включают приборы для измерения:

- температуры охлаждающей воды;
- давления в конденсаторе;
- давлений и уровней жидкости в различных емкостях;
- температуры воды и пара на входе и выходе подогревателей питательной воды и других теплообменников;
- давление на входе и выходе питательных насосов;
- расходы конденсата, питательной воды и свежего пара.

11.5. Точки измерения для испытаний/Test measuring points.

Для проведения эксплуатационных испытаний по определению экономичности или с другой целью должны быть предусмотрены точки измерения для всех замеров и наблюдений, необходимых для испытаний.

Эти точки измерения должны быть дополнением к тем, которые нужны для нормальной эксплуатации и контроля турбины, и должны быть согласованы между Заказчиком и Поставщиком.

Должно быть достигнуто соглашение по ответственности за те необходимые точки измерения (и по их обеспечению), которые расположены в местах, находящихся за пределами контрактного объема поставки.

12. Защита/Protection.

12.1. Общие положения/General.

Объем защит, экономически оправданный, зависит от мощности турбины и условий, при которых ей придется работать. К турбинам большой мощности применяются следующие требования:

12.2. Система защиты - отключение/Protection system - tripping.

12.2.1. Должна быть обеспечена отдельная независимая система защиты турбины. Эта система должна быть спроектирована так, чтобы в случае возникновения сигнала на отключение, ее срабатывание приводило к немедленному закрытию всех паровых клапанов (т.е. стопорных, регулирующих, стопорных и регулирующих клапанов пром. перегрева) и создавало усилие, закрывающее обратные клапаны (если они есть) в трубопроводах холодного пром. перегрева, в линиях отбора к подогревателям питательной воды и в других системах, нормально получающих пар от турбины. Таким образом создается возможность осуществления безопасного выбега турбины в случае аварии, которая в противном случае могла бы вызвать повреждение турбины или ее вспомогательного оборудования.

12.2.2. Устройства защиты должны быть спроектированы по принципу безотказной работы, то есть так, чтобы потеря давления жидкости регулирования приводила к немедленному закрытию аварийных стопорных клапанов и регулирующих клапанов.

12.2.3. Устранение условия, которое инициировало срабатывание системы отключения, не должно вызывать ни автоматический сброс механизма отключения, ни обратное открытие паровых клапанов. Система отключения должна быть организована так, чтобы ее сброс мог выполняться только оператором. До сброса системы отключения должно быть невозможно открыть ни один из паровых клапанов.

12.2.4. Система отключения должна базироваться, но не ограничиваться, на следующем перечне инициирующих устройств, срабатывание которых должно привести к срабатыванию системы отключения:

- а) устройство отключения по превышению скорости (см.5.5);
- б) ручное устройство отключения, местное по отношению к турбине;
- в) кнопка аварийной остановки, с местным и дистанционным управлением;
- г) устройство отключения по высокому давлению на выхлопе;

Примечание: *Повышение давления в конденсаторе выше заданного должно приводить в действие одно или несколько устройств сигнализации, которые могут иметь разные уставки. Дальнейшее повышение давления в конденсаторе должно приводить к отключению блока.*

- д) устройство отключения по низкому давлению пара на входе (где требуется);
- е) устройство отключения по низкому давлению масла смазки;
- ж) отказ отключающего устройства регулятора скорости (для электрических регуляторов);
- и) отключение, инициированное генератором или его вспомогательными системами, например, потеря охлаждающей воды обмотки статора генератора;
- к) электрически управляемое устройство отключения, автоматически инициируемое неисправностями в электрических цепях.

12.3. Система защиты - сигнализация/Protection system - alarms.

Должна включаться сигнализация, без остановки турбины (если другое не оговорено), при следующих отклонениях :

- а) чрезмерный износ упорного подшипника;
- б) высокая температура на выхлопе ЦНД;
- в) слишком высокая температура подшипников (масла или металла);
- г) чрезмерная вибрация.

12.4. Система защиты - другие устройства/ Protection system - other devices.

Должны быть предусмотрены другие устройства защиты, которые не должны, если другое не оговорено в Контракте, инициировать отключение турбины. К ним относятся:

12.4.1. Повышение давления в ЦНД и конденсаторе.

Цилиндры низкого давления и конденсатор должны быть защищены от чрезмерного давления клапанами или разрывными диафрагмами , размер которых должен обеспечивать поддержание давления в допускаемых пределах.

12.4.2. Проникновение воды из системы подогрева питательной воды.

Необходимость защиты турбины от проникновения воды из установки подогрева питательной воды должна быть указана Заказчиком Поставщику установки подогрева питательной воды. Такая защита должна иметь по крайней мере следующие особенности:

а) Каждая линия отбора пара от турбины должна быть устроена так, что вся поверхность подогревателя должна быть затоплена до того, как вода сможет протечь в турбину. Подогреватели должны быть расположены, предпочтительно, ниже турбины.

б) Для каждого подогревателя питательной воды должны быть два независимых средства автоматического предотвращения проникновения воды в турбину из системы отбора, система должна быть спроектирована так, чтобы ни один отказ оборудования не мог привести к проникновению воды в турбину.

Обычно, эти независимые средства могут быть комбинацией любых нижеуказанных пунктов:

- 2) и либо 1) i) либо ii);
- или 3) и либо 1) i), либо ii);
- или 2) и 3).

1) i) Обеспечение естественного дренажа из подогревателя, с открытым манометрическим уплотнением, или

ii) Обеспечение автоматического альтернативного дренажного тракта, большой пропускной способности, из подогревателя.

Примечание: 1) i) должно быть предпочтительнее, чем 1) ii), если условия позволяют его применение.

2) Обеспечение автоматических запорных клапанов в линиях отбора между турбиной и подогревателем питательной воды и в дренажных линиях каскадного слива в подогреватель.

3) Обеспечение автоматических запорных клапанов для всех источников питательной воды к подогревателю. Для этого обычно требуется автоматический байпас подогревателя.

Примечание: Время срабатывания каждого автоматического запорного клапана, требуемых в пунктах 2) и 3), от момента получения сигнала на закрытие до полного закрытия должно быть таким, чтобы для расходов воды в корпус, эквивалентных большему из двух, а именно:

а) расход воды, поступающей из двух разорванных трубок (из трубных концов), или

б) расход воды, равный 10 % расходу через трубки подогревателя при МДМ, клапан был закрыт до того, как вода заполнит аккумулирующий объем между сигнализатором верхнего уровня (который инициирует закрытие клапана) и автоматическим запорным клапаном.

Позиции пунктов 1) ii), 2), 3) нормально должны инициироваться датчиками высокого уровня воды в корпусе подогревателя с соответствующими мерами предосторожности для обеспечения надежной работы.

в) Обратные клапаны, обычно предусматриваемые на трубопроводах отбора для ограничения повышения скорости при сбросе нагрузки (см. 19.3), должны быть установлены как можно ближе к месту отбора на турбине.

Запорные клапаны и обратные клапаны с управляемым затвором, если они предусмотрены, должны располагаться так, чтобы можно было испытывать их (путем закрытия) во время работы блока.

Обратные клапаны со створчатым затвором или с автоматическим затвором должны располагаться так, чтобы имелась возможность проверки свободы их движения во время работы блока.

г) Когда более одного ряда подогревателей питаются от одной единственной линии отбора, то либо каждый подогреватель должен иметь свои собственные обратные клапаны, либо, если клапаны находятся на общем трубопроводе, вода, идущая от затопленного подогревателя, должна направляться к одноименному подогревателю и полностью его затопить, прежде, чем станет возможным поступление воды к турбине по общему трубопроводу отбора.

д) Каждый подогреватель должен быть оснащен сигнализаторами высокого уровня воды, с дублированием, причем каждый расположен так, чтобы имелась возможность про-

вести его испытание во время работы блока. Работа таких сигнализаторов должна инициировать работу защитных устройств.

12.4.3. Избыточное давление сепараторов влаги и перегревателей.

Корпус, содержащий сепараторы влаги и перегреватели, должен быть защищен от избыточного давления предохранительными клапанами, соответствующими разрывными диафрагмами или другими подходящими устройствами.

12.4.4. Устройство отключения по низкому давлению пара на входе (если требуется).

Должно применяться устройство для закрытия регулирующих клапанов при понижении давления пара на впуске ниже заданного значения и, соответственно, при постепенном снижении нагрузки турбины до заданной величины. Восстановление давления пара на впуске не должно вести к автоматическому открытию регулирующих клапанов, если не согласовано иное решение.

Более значительное понижение давления пара на впуске ведет к отключению турбины (см.12.2.4).

Примечание: Когда предусмотрено, что турбина должна работать с парциальным впуском при пониженном и регулируемом давлении пара на впуске, то защитное устройство на случай понижения давления пара на впуске и устройство отключения при понижении давления пара на впуске (см.12.2.) должны быть выполнены таким образом, чтобы обеспечить защиту турбины от резкого падения давления пара на впуске, при этом автоматическое открытие регулирующих клапанов во время нормальной работы должно быть разрешено.

12.4.5. Нежелательный пар.

Необходима защита от нежелательного поступления пара на выхлоп турбины ВД, если применяется обвод турбины.

Это обычно реализуется установкой по меньшей мере одного обратного клапана.

13. Вибрация/Vibration.

13.1 Общая вибрация частей турбины/ General vibration of parts of the turbine.

Турбина должна быть устроена так, чтобы была возможность измерения вибрации при эксплуатации на каждом главном подшипнике или рядом с ним (см. 11.3 d)); вибрация может быть замерена на корпусе подшипника, на валу или соответственно между корпусом подшипника и валом. Эта часть стандарта не определяет пределы по вибрации. Предпочтительный критерий для описания вибрации корпуса подшипника турбины - вибрационная скорость; она, для синхронной вибрации, связана с удвоенной амплитудой колебаний формулой:

$$2A = 450 V/f,$$

где: $2A$ - удвоенная амплитуда колебаний в мкм,

V - среднеквадратическая вибрационная скорость в мм/с,

f - частота вращения в Гц.

Предпочтительный критерий для описания вибрации вала - удвоенная амплитуда колебаний вала.

13.2 Вибрация, замеренная на корпусе подшипника/ Vibration measured at the bearing housing.

Значения виброскорости, замеренные в радиальном направлении на корпусе подшипника, 2,8 мм/с или меньше, обычно достижимы для турбин с хорошим балансом, работающих на стационарных режимах при заданных рабочих скоростях, но, вполне вероятно, что турбина сможет удовлетворительно работать и при более высоких значениях виброскорости. Удвоенная амплитуда колебаний, соответствующая этому значению (что соответствует Клейму Качества А Класса IV по ISO 2372), приведена в таблице 2.

Таблица 2

Номин.частота вращ.турбины (Гц)	Удв. ампл. колебаний, замер. на корпусе подш. (мкм)
16,67	75
25	50
30	42
50	25
60	21
100	12
200	6

Примечание: удвоенная амплитуда колебаний при других скоростях может быть получена по зависимости : скорость × удвоенная амплитуда колебаний = 1250 (в единицах, указанных в скобках).

13.3. Вибрация, замеренная на валу / Vibration measured at the shaft.

Вибрация вала обычно измеряется относительно корпуса подшипника; в любом случае измерения вибрации должны выполняться в соответствии с ISO 7919-1. Обычно, вибрация, замеренная на валу, значительно больше (в два или более раз), чем на корпусе подшипника, в зависимости от картины узлов и пучностей вала, осевого положения датчика, конструкции подшипника и других факторов.

14. Шум/Noise.

14.1. Шум, испускаемый отдельными узлами установки/ Noise emitted by the individual plant components.

Шум от машин измеряется на воображаемой поверхности вокруг машины на расстоянии 1 м от поверхности машины и на высоте 1,2 м выше уровня пола, мостков или другого места, предназначенного для доступа персонала.

Уровень шума на поверхности определяется как максимальная А-взвешенная среднеквадратическая величина давления звука, замеренная прибором для измерения звука с большим временем осреднения в соответствии с МЭК 651, тип 1, при этом микрофон должен быть расположен так, как описано выше.

14.2. Уровень шума вблизи турбинного блока / Noise level in the vicinity of the turbine unit.

Уровень шума вблизи паротурбинного блока зависит от многих факторов, таких как энергия шума, создаваемого различными узлами турбины, энергия шума, создаваемого узлами другой стационарной установки, взаимным расположением турбины и узлов другой установки, а также акустикой окружающего пространства и здания, включая количество имеющегося звукопоглощающего материала.

Когда все вышеперечисленные факторы находятся в пределах поставки Поставщика турбины, Заказчик может предъявить Поставщику турбины свои требования относительно допустимого уровня шума вблизи турбины. Когда не все факторы находятся в пределах поставки Поставщика турбины, может оказаться необходимым, чтобы Заказчик, Поставщик турбины и те, кто несет ответственность за другие факторы, скооперировались для выполнения требований Заказчика. Поставщики других узлов или установки, находящихся вблизи

турбины, должны сами нести ответственность за шум, который это оборудование производит.

Если эти требования не выполняются основной конструкцией установки, они могут быть достигнуты поставкой соответствующих акустических экранов или кожухов.

15. Испытания/Tests.

15.1. Общие положения/General.

Все испытания, которые требуются в данной части, должны выполняться в соответствии с указанными положениями.

Любые другие испытания, которые требует Заказчик, а также степень присутствия Заказчика или его представителя на испытаниях, должны быть указаны в спецификации Заказчика.

15.2. Гидравлические испытания/Hydraulic tests.

Как часть Программы Обеспечения Качества, все детали, которые при нормальной эксплуатации находятся под действием давления выше атмосферного, должны быть испытаны гидравлическим давлением, которое должно по крайней мере на 50% превышать максимальное давление, которое может возникнуть при какой-либо нагрузке при номинальных граничных условиях (как определено в п.3.3). Гидравлическое испытание может, по соглашению, не проводиться, если при эксплуатации протечки не будут уходить в атмосферу.

Гидравлическое испытание может не проводиться также по соглашению в тех случаях, когда изготовитель может какими-то другими способами удовлетворить Заказчика в отношении целостности и работоспособности узла.

15.3. Эксплуатационные испытания/Performance tests.

Требуемый объем любых эксплуатационных испытаний должен быть оговорен в спецификации Заказчика вместе со степенью участия Поставщика.

Тепловые приемочные испытания должны выполняться в соответствии с IEC 953-1 или IEC 953-2.

Испытания по регулированию нагрузки и скорости должны выполняться в соответствии с IEC 1064.

15.4. Данные и результаты испытаний/Test results and data.

Поставщик должен предоставить Заказчику сертификаты или отчеты, необходимые для подтверждения того, что цели всех испытаний, указанные в Контракте, достигнуты.

16. Доставка и Установка/Delivery and Installation.

16.1. Транспортировка на площадку и временная защита/ Transport to site and temporary protection.

Перед отправкой с завода все узлы турбины должны быть должным образом защищены от коррозии, коррозии от напряжений и от повреждений на период транспортировки на площадку и на срок хранения до монтажа. Условия хранения и продолжительность должны быть оговорены и согласованы между Заказчиком и Поставщиком.

16.2. Монтаж и ввод в эксплуатацию/Erection and commissioning.

Монтаж и пуско-наладочные работы должны проводиться в соответствии с рекомендациями и инструкциями, выпускаемыми Поставщиком, либо по чертежам или с помощью других средств. Рекомендуется в тех случаях, когда монтаж и пуско-наладочные работы не являются частью контракта, чтобы Заказчик, по крайней мере, прибегнул к услугам шеф-инженера Поставщика.

17. Информация для расчетов, предоставляемая Заказчиком/ Design information to be supplied by the Purchaser.

17.1. Общие положения/General.

Обычно Заказчик предоставляет подробную спецификацию своих требований к Поставщику. Рекомендуется, чтобы требования или другая соответствующая информация содержали, как минимум, то, что перечислено ниже:

17.2. Характеристики турбины и вспомогательного оборудования/ Characteristics of the turbine and its accessories.

а) Номинальная мощность, как определено в п.3.5, на клеммах генератора или на муфте турбины.

б) Весовые факторы для целей гарантии эксплуатационных показателей, когда требуется для выполнения требований п.4.2.

в) Частота вращения, или системная частота и требуемый рабочий диапазон скоростей.

г) Полный требуемый ресурс.

д) Подробности о расположении турбины и какие-либо физические ограничения.

е) Какие-либо сейсмические условия, которые необходимо учесть.

17.3. Параметры пара и воды/Steam and pressure conditions.

а) Номинальные параметры пара на входе в каждый комплект стопорных клапанов турбины при номинальной мощности и максимальные параметры пара.

б) Давление пара на каждом выхлопном фланце паровой турбины при номинальной мощности.

***Примечание:** Сюда входит давление на выхлопном фланце турбины, когда Поставщик турбины не поставяет конденсатор. Когда Поставщик турбины поставяет также и конденсатор, информация должна быть предоставлена в соответствии с п.17.4.*

в) Для установок, работающих на органическом топливе, если турбина имеет промежуточный перегрев между цилиндрами и промежуточный перегреватель не поставяется Поставщиком турбины:

- давление(я) холодного пром. перегрева;

- падение давления в пром. перегревателе(лях);

- уставка(и) срабатывания по давлению для предохранительных клапанов в системе (мах) промежуточного перегрева.

г) Если турбина снабжена внешним сепаратором воды, не поставляемым Поставщиком турбины:

- падение давления в паре;
- экономичность водяной сепарации;
- место назначения дренажей сепаратора;
- уставка давления предохранительных клапанов или других устройств (см. п.12.4.3), если они не в пределах поставки Поставщика турбины.

Если после водяного сепаратора предусматриваются одноступенчатые или многоступенчатые промежуточные перегреватели пар/пар, не поставляемые Поставщиком турбины,:

- падение давления в перегретом паре;
- падение давления в трубе(ах) промежуточного перегрева;
- конечная разность температур каждой ступени промежуточного перегревателя;
- место назначения дренажей промежуточного перегревателя.

В надлежащих случаях эти параметры должны быть определены как функции от расхода пара.

д) Если вода впрыскивается для регулирования температуры либо начального пара либо пара пром. перегрева:

- источник подачи, расход и энтальпия воды.

е) Если добавок воды должен подаваться в конденсатор для продувки и восполнения потерь котла:

- количество и температура воды.

ж) Если требуется отбор пара на подогрев или другие вспомогательные цели:

- требуемые расход и давление, точки назначения и энтальпии дренажей; нужно ли регулировать давление в отборе и нужно ли учитывать такие отборы в гарантиях.

и) Для пара низкого давления, подаваемого к турбине смешанного давления:

- давление;
- средняя температура (или степень сухости) и диапазон;
- расход пара;
- метод регулирования подачи пара;
- максимальная мощность, которая должна вырабатываться только паром высокого давления.

Примечание: Поставщик может потребовать, чтобы расход пара высокого давления не падал ниже величины, которую он укажет.

к) Наличие и параметры пара от вспомогательных источников, например, для уплотнений при пуске.

л) Химические свойства подаваемого пара.

м) Для питательных насосов котла Заказчик должен обеспечить информацию, указанную в п.9, а также всю другую необходимую информацию для термодинамической и механической интеграции установки.

Если возможно, информация должна содержать данные об изменениях этих параметров в зависимости от расхода питательной воды или мощности турбины.

Примечание: В пунктах в), г), д) и ж) потребуются некоторый обмен информацией между Заказчиком и Поставщиком, поскольку окончательная конструкция оборудования, не входящего в объем поставки Поставщика турбины, будет зависеть от распределения давления в окончательной конструкции турбины.

17.4. Условия по конденсаторам и охладителям (если они входят в объем поставки) / Conditions for condensers and coolers (where this equipment is in the Supplier's extent of supply).

а) Источник подачи и качество охлаждающей среды, или материал поверхности теплообмена, который надлежит применить, и коэффициент чистоты, который должен быть применен в расчетах.

б) Максимальная и минимальная температура охлаждающей среды и среднегодовая температура.

в) Любые ограничения по количеству охлаждающей среды или по допустимому увеличению температуры.

г) Максимальное и минимальное давление в конечных точках системы охлаждающей воды и перепад давления между ними.

17.5. Конкретное применение: установка и режим работы/ Applications: installation and mode of operation.

а) Конкретные данные по машине, приводом которой является турбина, (если не поставляется Поставщиком турбины):

- название фирмы-изготовителя;
- полные габаритные размеры, сопряжение и организация выхода из синхронизации;
- полное указание соответствующих характеристик, включая все воспринимаемые нормальные и ненормальные крутящие моменты, а также любые нагрузки на осевой упорный или опорный подшипник, которые должна воспринимать турбина;
- требования по вспомогательным системам, таким как масло смазки и охлаждающая вода;
- если привод осуществляется через редуктор, частота вращения выходного вала;
- любые требования, касающиеся балансировки, центровки, расширения и других факторов, которые могут повлиять на удовлетворительную работу смонтированного блока.

***Примечание:** Направление вращения должно быть согласовано с Поставщиком турбины.*

б) Характер нагрузки, которую будет нести турбина, и предполагаемый график и режим работы.

в) Число, характер и интенсивность нарушений в работе электрической системы, приводящих к чрезмерному увеличению крутящего момента.

Изготовитель генератора, если это не Поставщик турбины, должен представить Поставщику турбины подробные данные по чрезмерным крутящим моментам, прилагаемым к турбине; для определения этих моментов может потребоваться сотрудничество между изготовителями турбины и генератора.

г) Соответствующие факторы, влияющие на работу турбины, например:

- 1) режим работы (см. п.6.1.3);
- 2) принятие скользящего давления (см. п.3.10);
- 3) максимальная требуемая скорость набора нагрузки (см. п.6.1.3 с);
- 4) временные режимы работы с отклонениями от нормальных условий (см. п.6.3.1);
- 5) характеристики парогенератора (см. п.6.1.4);
- 6) производительность байпасной системы турбины, если применяется (см. п.6.1.5).

д) Факторы, влияющие на экономическую оптимизацию установки. К ним относятся оценочные цифры Заказчика, дающие возможность выполнить оптимизацию самой турбины и ее конденсационной установки.

Для фиксированных начальных параметров пара и расхода пара мощность может быть увеличена и удельный расход тепла уменьшен путем рационального выбора различных параметров турбоустановки, включая те, которые относятся к конденсатору и его системе охлаждающей воды.

Заказчик должен указать цифры, которые он будет использовать в своей оценке для:

- прибыли, которую он получит от улучшения на одну единицу гарантированного удельного расхода тепла;
- стоимости для него одного дополнительного киловатта вспомогательной электрической мощности, не заложенной в гарантию удельного расхода тепла;
- своих дополнительных затрат на одну единицу объемного расхода охлаждающей воды и подпиточной воды;
- любых других характеристик или показателей, которые он будет учитывать.

е) Предлагаемая система регулирования с определением тех функций (напр. пуск и синхронизация, нагружение, останов и т.д.), которые должны выполняться вручную с местного или дистанционного пульта и те, которые должны выполняться автоматически.

ж) Данные, перечисленные в А.6 (Приложение А), если требуется электронный регулятор.

и) Условия установки (см. п.6.4).

к) Требования по тепловой изоляции (см. п.7.8).

л) Допустимый уровень шума (см. раздел 14).

м) Требуемые дополнительные контрольно-измерительные приборы (см. п.1.4).

н) Требуется ли устройство разгрузки по понижению давления пара на входе (см. п.12.4.4).

17.6. Фундаменты/Foundations.

Если Заказчик несет ответственность за проект фундамента, он должен обеспечить Поставщика турбины на ранней стадии габаритным чертежом фундамента, основанном на информации, предоставленной Поставщиком по разделу 8.

17.7. Граничные точки/Terminal points.

Граничные точки поставляемой установки.

17.8. Условия доставки на площадку/Delivery site conditions.

а) Место доставки.

б) Условия, влияющие на транспортировку и доступ на площадку, оборудование, имеющееся на площадке и любые требования по длительному хранению.

17.9. Испытания/Tests.

Объем эксплуатационных испытаний по п. 15.3.

18. Информация для расчетов, предоставляемая Поставщиком / Design information to be provided by the Supplier.

Поставщик должен предоставить Заказчику подробную информацию по своей установке. Рекомендуется включать по крайней мере следующие позиции:

18.1. Для устойчивости турбины и для механических расчетов граничных точек и систем трубопроводов усилия и моменты от основных паропроводов должны быть ограничены. Поставщик должен предоставить необходимую информацию, позволяющую Заказчику спроектировать системы трубопроводов в соответствии с этими требованиями.

Аналогичная информация может потребоваться в отношении трубопроводов питательной воды, если подогреватели питательной воды или аналогичная установка входят в объем поставки Поставщика турбины.

18.2. Для соответствующих рабочих режимов - тепловое расширение граничных точек.

18.3. Для всех трубных соединений с трубопроводами Заказчика - размеры на границах поставки, а также подготовка к сварке и рекомендации по сварке.

18.4. Рекомендуемый график для необходимого взаимного обмена технической информацией и чертежами для интеграции турбогенератора и соответствующего вспомогательного оборудования в проект установки в целом.

18.5. Требования по параметрам пара и количеству, а также по вспомогательному пару на концевые уплотнения при пуске.

18.6. Информация по фундаменту турбины в соответствии с разделом 8.

19. Турбоустановка с регенеративным подогревом питательной воды/Turbine plant with regenerative feed water heating.

19.1. Обмен информацией/Exchange of information.

Турбины для выработки электрической мощности обычно проектируются с регенеративным подогревом питательной воды. Основные положения (см.п.4) и соответствующие детали, указанные ниже, должны быть согласованы между Заказчиком и Поставщиком для одной или более конкретных нагрузок.

а) Количество ступеней подогрева питательной воды паром отборов и какие из них должны быть обеспечены:

1) от главной турбины;

2) от какой-либо вспомогательной турбины, которая, возможно, поставляется для другого оборудования, как например питательный насос котла или вспомогательный генератор или подобная установка.

б) Количество и устройство каждого отдельного теплообменного аппарата для каждой ступени подогрева питательной воды и данные о том, питается ли каждый аппарат независимо из точки отбора на турбине или из коллектора, который подает пар ко всем аппаратам одной ступени подогрева питательной воды.

в) Положение питательного насоса в цикле подогрева питательной воды, давление питательной воды на выходе каждого насоса и рост энтальпии питательной воды на каждом насосе.

г) Желаемая температура питательной воды в соответствующей граничной точке и допустимое отклонение от желаемой величины.

А также, допускается ли естественное изменение конечной температуры питательной воды в зависимости от нагрузки турбины, если нет, требования Заказчика в этом отношении.

д) Метод каскадного слива дренажей из подогревателей и в какой точке(ах) дренажи закачиваются в систему питательной воды.

е) Конечная разность температур для каждого подогревателя, т.е. разность между температурой насыщения пара в подогревателе и температурой питательной воды, уходящей из подогревателя.

Примечание: Если имеется съём перегрева пара отбора до того, как он принимается в зону насыщения подогревателя питательной воды, дополнительный подогрев питательной воды в съёмнике перегрева должен учитываться.

ж) Конечная разность температур для каждого охладителя дренажей(не расширительного типа), независимого или объединенного с подогревателем пара отбора, т.е. разность между температурой выходящего из охладителя дренажей конденсата подогревателя и температурой питательной воды, поступающей в охладитель дренажей.

и) Увеличение энтальпии конденсата в каком-либо теплообменнике(ах) в системе питательной воды, не поставляемых Поставщиком турбины.

к) Падение давления на участке от каждого выхода отбора из турбины до подогревателя или падение температуры насыщения от выхода отбора до подогревателя.

л) Тип испарителя, питающегося паром отбора (если предусмотрен), и его расположение в системе количество необходимой воды подпитки, запас на продувку испарителя, энтальпия сырой воды, поступающей в испаритель.

м) Если конденсат из вспомогательной установки должен подаваться в систему подогрева питательной воды: количество и энтальпия такого конденсата и его место ввода в систему подогрева питательной воды.

н) Конкретные характеристики каждого рабочего параметра, регулируемого иначе, чем через мощность турбины, например, давление деаэратора, когда указано минимальное значение, вместе с источником и параметрами любой альтернативной подачи пара, имеющейся в распоряжении для удовлетворения таких требований.

п) Когда пар подается для подогрева питательной воды от других источников, а не от главной турбины: давление, энтальпия и расход от каждого источника и место подвода сконденсированного пара. Аналогично, когда тепло подводится другой средой, не паром, соответствующие подробные данные.

19.2. Включение производительности системы подогрева питательной воды в гарантии турбины/Inclusion of the feed water heating system performance into the turbine guarantee.

Когда Поставщик турбины предоставляет систему подогрева питательной воды, ее производительность должна быть включена в гарантию производительности, если другое не согласовано.

Когда Поставщик турбины не предоставляет систему подогрева питательной воды, данные, перечисленные в п.19.1 должны быть указаны в гарантии производительности.

Поставщику турбины должна быть предоставлена возможность откорректировать гарантии, если система подогрева питательной воды, окончательно согласованная, отличается от системы, на которой была основана гарантия.

19.3. Обеспечение обратных клапанов в трубопроводах отбора пара от турбины/Provision of non-return valves in bled steam pipes from the turbine.

Поставщик должен определить степень разгона турбины в связи с захваченным паром в результате случайного сброса нагрузки или отключения турбины.

Количество и тип обратных клапанов, устанавливаемых в трубопроводах отбора от турбины должны быть согласованы между Заказчиком и Поставщиком турбины, если регенеративная установка не поставляется Поставщиком турбины, и должны определяться на основании расчета заброса скорости.

Может оказаться возможным исключить обратные клапаны из некоторых линий отбора, при условии, что количество пара, которое могло бы вернуться в турбину, оценено и допустимо с точки зрения его влияния на увеличение скорости.

Приложение А (норматив)

Электронные регуляторы

А.1 Общие положения.

А.1.1 Объем.

Это приложение охватывает электронную часть электро-гидравлической системы регулирования и устройств защиты от разгона, применяемых на паровых турбинах. Требования раздела 5 также должны соблюдаться, где применимы.

А.1.2 Классификация систем регулирования.

А.1.2.1. Электронные регуляторы классифицируются следующим образом, чтобы было видно различие в эксплуатационных показателях, прежде всего надежности, требуемых для различных применений.

Тип А: Системы, терпимые к отказам, в которых по крайней мере один отказ может быть обнаружен и устранен без потерь или с ограниченными потерями готовности системы и без потери способности к ограничению превышения скорости. Такие системы регулирования могут, например, иметь три параллельных дублирующих главных канала обработки, таких, что отказ в одном канале, выявленный сравнением, вызывает аварийный сигнал, а регулирование осуществляется с помощью устройств мажоритарной выборки между каналами.

Тип В: Системы, обнаружение отказов в которых приводит к разгрузке и отключению блока для некоторой части единичных отказов, включая все те, которые приводят к потере способности к ограничению превышения скорости. Такие регуляторы могут, например, иметь два канала обработки или один канал с постоянным контролем эксплуатационных показателей.

Тип С: Системы с такими же характеристиками, как и тип В, за исключением того, что, вместо разгрузки или отключения турбины, выход системы регулирования может быть переведен в состояние "выдержки" для конкретных неисправных состояний. В таком состоянии система регулирования не будет способна ограничить превышение скорости, хотя выход системы может регулироваться вручную.

Тип D: Простые системы регулирования, в которых отказы, по всей вероятности, приведут к полной потере готовности.

А.1.2.2. Регуляторы могут также классифицироваться по их сопряжению с гидравлическими реле паровпускных клапанов.

Тип а): Системы с отдельным электро-гидравлическим контроллером для каждого парового клапана, при этом каждый контроллер имеет средство контроля неисправности и, возможно, внутреннее резервирование. Такое устройство обычно применяется для регуляторов типа А или В.

Тип в): Системы с общим интерфейсом для всех клапанов турбины или группы управления. Такое устройство обычно применяется для регуляторов типа В, С или D.

А.1.3 Защита от разгона.

Требования п. 5.3 относятся к механическому и электрическому оборудованию защиты от разгона, из них любое может быть использовано с электронными регуляторами. Электронная защита от разгона может быть также применена с механическими регуляторами или в комбинации с механическим оборудованием защиты от разгона.

Для турбин, устанавливаемых на центральных электростанциях, электронное оборудование должно быть спроектировано так, чтобы ни одна неисправность не вызывала отключение и не предотвращала отключение. Может быть использована любая подходящая форма резервирования.

Для промышленных турбин может оказаться приемлемым объединение электронного оборудования защиты по превышению скорости с системой регулирования.

А.1.4 Метод регулирования.

В электронных регуляторах может использоваться аналоговое или цифровое регулирование, или их комбинация. Применение оборудования разделенного назначения (т.е. которое частично находится вне того, что поставляется Поставщиком турбины) обычно не допускается.

А.1.5 Питание.

Для регуляторов типа А по крайней мере два независимых подвода питания должны быть обеспечены Заказчиком, чтобы сохранить без изменений эксплуатационные характеристики регулятора при потере одного из источников питания на какой-либо период.

А.2 Возможности, которые должны быть обеспечены.

Регулятор должен иметь следующие свойства:

- а) точки контроля для оперативных проверок и испытаний;
- б) устройства сигнализации для индикации вида отказа оборудования;
- в) возможность простой замены модулей (оперативной для типа А);
- г) там, где применяется парциальное регулирование, возможности для переключения на работу с полным подводом пара, если это необходимо для какой-то конкретной цели;
- д) другие подобные свойства, которые может указать Заказчик, например:
 - дистанционное и/или местное управление;
 - сопряжение с другими системами регулирования;
 - средства разгрузки и отключения;
 - переменная степень неравномерности;
 - широкий диапазон и/или узкий диапазон регулирования;
 - различные комплекты клапанов, которыми надо управлять (свежего пара, пром.перегрева, отбора и т.д.);
 - ограничение скорости и/или нагрузки;
 - прямое регулирование положения клапанов.

А.3 Эксплуатационные характеристики.

Эксплуатационные характеристики электро-гидравлической системы регулирования в большой степени определяются механическими и гидравлическими узлами, регулирующими положение клапанов, и характеристиками самих клапанов. Если другое не согласовано, общие характеристики, приведенные в п.5.2.2, должны рассматриваться как заданные значения для систем, включающих в себя электронные регуляторы.

Устройство регулирования скорости (нагрузки) должно быть способно к регулированию мощности шагами не более 0.5 % от номинальной мощности.

Значения нелинейности и устойчивости, которыми нужно руководствоваться, даны в таблице А.1.

Таблица А.1 - нелинейность и устойчивость.

МДМ турбины	МВт	До 20	От 20 до 50	Свыше 50
Нелинейность	% от МДМ	-	-	не более, чем +/- 3 в диапазоне 0 - 100 % МДМ
Устойчивость	% от МДМ			
Кратковременно		2,5	1,5	1
Длительно		10	10	10

А.4 Окружающая среда.

Оборудование должно быть способно работать удовлетворительно в течение длительного времени в пределах какого-либо класса условий окружающей среды, указанных в таблице А.2.

Для всех трех классов должны применяться также следующие стандартные условия:

- вибрация: 10 Гц - 65 Гц, амплитуда 0,15 мм;
- давление воздуха: 68 кПа - 106 кПа.

Оборудование должно исправно функционировать при наличии радиопомех, характер и уровень которых должны быть указаны.

Таблица А.2 - Классы условий окружающей среды.

Класс	Диапазон температуры окр. воздуха	Диапазон относительной влажности	Типичные условия
1	0 °С...+40 °С	45%...75%	помещения, где расположен пульт управления и оборудование
2	-25 °С...+55 °С	45%...100%	вне помещения или на площадке
3	-10 °С...+70 °С	45%...100%	особые условия

А.5 Испытания.

А.5.1 Заводские испытания.

Перечень испытаний, которые должны проводиться в присутствии Заказчика, подлежит предварительному согласованию.

А.5.2 Испытания на площадке.

Такие испытания должны выполняться, так как они необходимы для настройки работы оборудования на всех оговоренных режимах.

А.6 Документация.

Заказчик должен представить следующую информацию в своих спецификациях:

- а) подробное описание условий окружающей среды (см. А.4);
- б) подробности об имеющихся источниках питания;

- в) общее описание схемы управления генерирующим блоком или процессом;
- г) перечень необходимых функций управления, включая свойства, описанные в А.2 как дополнительные;
- д) категории регулятора (А, В, С, D) и интерфейса а) или б), которые являются приемлемыми (см. А.1.2);
- е) особые требования к испытаниям.