

Надежность и резервирование инженерных систем здания: о терминах и определениях

А. А. Антоненко, генеральный директор проектного бюро «AAA engineering+»

Ключевые слова: надежность, резервирование, уровень резервирования, базовая мощность, ожидаемые пиковые нагрузки, коэффициент запаса мощности

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции.

Еще в 2003 году Е. О. Шилькрот писал, что надежность является важным показателем, определяющим потребительские свойства систем ОВК [2].

По определению Е. О. Шилькрота «под надежностью (безотказностью работы) системы ОВК понимается ее способность обеспечивать и поддерживать в обслуживаемом помещении требуемые значения параметров микроклимата и чистоты воздуха в заданный период времени, а под отказом – состояние, когда значения этих показателей вышли за заданные пределы» [2].

При этом изначально просматривается, что чем выше надежность, тем меньше затраты на эксплуатацию и тем выше затраты капитальные. При реализации объекта важно найти оптимальную «точку» – точку равновесия, отвечающую как требованиям заказчика, так и качеству эксплуатации объекта.

В отечественных нормативных документах в части проектирования систем ОВК достаточно слабо отражено понятие надежности. При этом присутствует понятие резервирования. В СП 60.13330.2016

«Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха» подробно прописаны требования к резервированию систем.

Надо отметить, что в теории надежности понятие резервирования отсутствует. С точки зрения инженерной мысли можно различить два принципа резервирования:

- 1) резервирование как способность системы/единицы оборудования выдать большую мощность от проектной;
- 2) резервирование как возможность системы/единицы оборудования быть восстановленной в случае отказа в строго отведенное время.

Кроме того, на надежность системы влияет наличие системы автоматизации и диспетчеризации, позволяющей своевременно реагировать на отклонения параметров и сигнализировать о неисправностях и отклонениях в системе.

Уровень резервирования

Уровень резервирования характеризуется непрерывной доступностью или процентом доступности мощности и возможности ремонта (восстановления) в строго заданный период времени, заложенной в системе.

Определения резервирования

$N \times k + 1$ = количество оборудования, необходимого для базовой мощности, плюс одно дополнительное устройство,
где N – базовая мощность, соответствующая ожидаемым пиковым нагрузкам;

k – коэффициент запаса мощности.

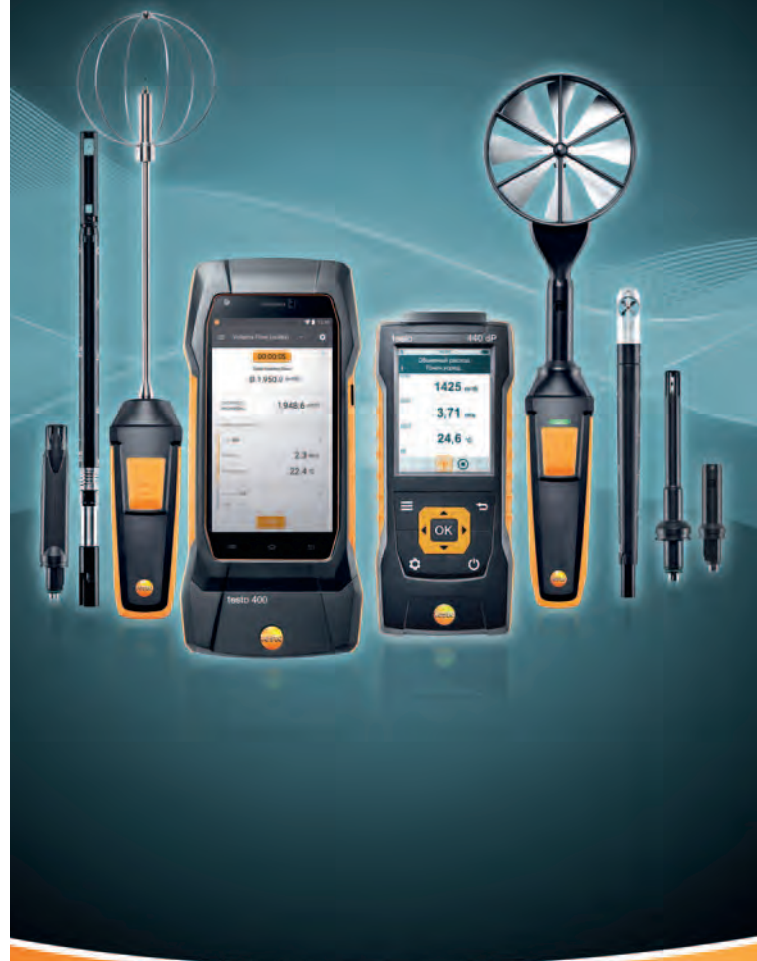
В таблице представлено сравнение различных уровней надежности.

Если речь идет о непрерывно работающих системах, то в соответствии с требованиями СП 60.13330.2016 п. 7.2.9 необходимо 50%-ное резервирование.

При этом ничего не говорится о технологическом процессе, который имеет место в обслуживаемом помещении. Между тем последствия выхода из строя, перерывов в работе оборудования по своей тяжести будут сильно отличаться для помещений различного назначения. В обычном жилом доме даже достаточно длительный перерыв в работе механической вытяжной вентиляции не приведет к существенно тяжелым последствиям для здоровья и самочувствия жильцов. В случае индивидуальной поквартирной вентиляции резервировать значительное (по количеству квартир) количество вытяжных вентиляторов не имеет смысла, и в этом случае применяется так называемый «холодный резерв», когда запасной вентилятор хранится на складе службы эксплуатации. Но, например, на атомной электростанции резервируются все системы, вплоть до воздухопроводов и воздухораспределителей, потому что там отказ систем может привести к чрезвычайно высоким последствиям. Требования к надежности и безотказности здесь существенно выше.

Требования к надежности

Возникает вопрос: как определить требования к надежности и безотказности систем ОВК для того или иного технологического процесса. Это отмечал и Е. О. Шилькрот применительно к старой версии СНиП: «СНиП 2.04.05-91* содержит ряд указаний о необходимости резервирования систем, но, как правило, они не имеют объективного обоснования» [2]. Такое же положение сохраняется и в СП 60.13330.2016, и в других современных нормативах. Не очень понятно, почему, например, для автостоянок делается резервирование электродвигателя вентилятора (согласно п 7.2.9), но никак не резервируется возможность выхода из строя подшипника вентилятора. Между тем в этом случае вентилятор также выходит из строя, ПДК загрязняющих агентов будет превышена в течение



Измерение параметров микроклимата на высшем уровне

Многофункциональные приборы для оценки работы систем ОВКВ, качества воздуха в помещении, параметров критических производственных процессов testo 400 и testo 440

- **Моментальная готовность:** замена зондов во время измерений без перезагрузки
- **Экономия времени:** полное документирование непосредственно по месту замера
- **Удобство:** большой чёткий дисплей, компактный размер, широкий выбор зондов, преднастроенные меню измерений под каждую задачу

Уровень надежности	Доступность, %	Период простоя в году	Комментарии с точки зрения резервирования
Стандартный	98	7,3 дня	N – резервирование только систем безопасности жизни
Улучшенный	99	3,6 дня	N + 1 – для большинства оборудования с частичным резервом
Усиленный	99,9 («три девятки»)	8,7 часа	N + 1 – для большинства систем с полным аварийным резервом
Высокий	99,99 («четыре девятки»)	52,6 минуты	N + 2 – две магистрали, одновременное обслуживание, полный резерв
Высочайший	99,999 («пять девяток»)	5,2 минуты	2N – с полным резервированием

короткого времени, и в этом случае очень велика вероятность нанесения вреда здоровью людей. На практике имеют место случаи, когда экспертиза пропускает проекты, например, вентиляции операционных с резервным электродвигателем, но без резерва всего остального функционала.

Представляется целесообразным установление в нормативных документах термина «надежность» с соответствующим определением. Необходимо в зависимости от функционального назначения обслуживаемого помещения и происходящего в нем технологического процесса определить время, в течение которого простой в работе системы ОВК не приведет к существенно негативным последствиям.

В зарубежной практике применяется, например, градация уровней надежности, приведенная в таблице. Если на первом уровне надежность составляет 98 %, то это значит, что в течение года системы ОВК могут простаивать суммарно 7,3 дня. На пятом, высочайшем уровне время простоя составит всего немногим более пяти минут в год. Высочайший уровень – это может быть, например, операционная, предприятие атомной промышленности и т. д.

Можно также отметить, что в отечественной нормативной базе много внимания уделяется резервированию оборудования, но не всегда резервируются элементы систем, которые непосредственно влияют на безопасность, например, огнезадерживающих клапанов. В результате при скачке напряжения нет уверенности, что клапан в системе вентиляции операционной не отключится и не прикроет тракт воздуховода, в результате чего отключится вентиляция. Аналогичная ситуация имеет место быть со всеми элементами систем, имеющими электропитание. Это относится, конечно, не только к операционным, но и к другим помещениям, в которых недопустимо отклонение параметров микроклимата от расчетных значений и т.д. Здесь необходимо резервировать все элементы системы, которые отвечают за

перемещение воздуха и поддержание необходимых климатических параметров.

Для централизованных и децентрализованных систем имеет смысл в установлении разных требований по надежности исходя из возможных последствий отказов оборудования. Если офисный комплекс обслуживает одна установка – имеет смысл ее резервировать; если же каждый этаж обслуживается своей установкой, то ее временное отключение не приведет к существенным негативным последствиям. Здесь наглядно демонстрируется различие между подходами к оценке систем в понятиях «резервирование» и «надежность». Резервирование для децентрализованных систем может не выполняться, но надежность их для здания в целом будет выше. Но это тот вопрос, который должен определять заказчик, и заказчику необходимо дать инструмент для оценки.

Отдельно необходимо определить требования к надежности систем теплоснабжения и электроснабжения, которые обслуживают здания. Необходимо учитывать тепловую инерционность здания. С точки зрения надежности электроснабжения, если речь идет о жилых зданиях, то по первой категории запитываются системы пожарной безопасности. Иногда по техническому заданию по первой категории запитываются офисы высокого класса. В таких офисах невозможность перебоев в электроснабжении приведет к финансовым претензиям со стороны арендаторов, даже несмотря на то, что жизни и здоровью людей ничего не угрожает. Офис «переживет» час простоя, но уже день простоя не допустим – арендаторы сразу выставят неустойку. Возможные существенные финансовые потери делают оправданным повышение надежности в этом случае. [□](#)

Литература

- СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». М., 2016.
- Шилькрот Е. О. Эффективность систем отопления и вентиляции зданий // АВОК. – 2003. – № 4.