

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Шатова Михаила Михайловича «Определение вероятности отказа,
достижимой на основе регламентации запасов прочности»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 01.02.06 –
«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Актуальность темы исследования

В настоящее время общепризнано, что вероятностные методы расчета позволяют получать больше информации, чем детерминированные, оперирующие только максимальными нагрузками и минимальными характеристиками прочности. Повышение требований к надежности и безопасности, особенно для конструкций, отказы которых могут быть связаны с человеческими жертвами или большими материальными убытками, приводит к появлению очень жестких ограничений на вероятность отказа – 10^{-5} и ниже. В этих условиях традиционные статистические методы наталкиваются на трудности, связанные с недостатком информации в области маловероятных значений (так называемых «хвостов» распределений). Рассматриваемая работа М.М.Шатова, являющаяся собой **попытку** формализации подхода к задачам с низкой допустимой вероятностью отказа, является, безусловно, актуальной, поскольку направлена на обеспечение безопасности эксплуатации единичных конструкций с тяжелыми последствиями возможных отказов в энергетике, нефтегазовом комплексе и др. отраслях.

Научная новизна полученных результатов

К новым результатам, полученным автором, можно отнести следующее:

1. Выявлены условия, при которых вычисляемые вероятности отказов сильно зависят от принимаемых недоказуемых гипотез (т.е. являются условными характеристиками, позволяющими только качественно сравнивать безотказность разных конструкций) и, с другой стороны, условий, когда вычисляемые вероятности отказов могут быть использованы в традиционном частотном смысле (количество отказов за определенный промежуток времени). Показано, что возможность – или невозможность – интерпретации результатов в частотном смысле зависит от сочетаний коэффициентов вариации нагрузки, прочности и коэффициентов запаса, оценены числовые границы соответствующих интервалов.

2. Предложена методика назначения критериального значения вероятности отказа, обеспечивающая равную безотказность проектируемых конструкций (или существующих конструкций в изменившихся условиях эксплуатации) и конструкций, достаточная надежность которых подтверждена опытом, закрепленным в нормативных коэффициентах запаса прочности. Методика предназначена для конструкций с высокими требованиями к безопасности, для которых в большинстве случаев неприменима частотная интерпретация вычисляемых вероятностей (частота отказов 10^{-6} – т.е. один раз в миллион лет – не очень пригодна для оценки потребных средств предотвращения и ликвидации аварий). Основная идея заключается в разделении вероятности отказа, требуемой из социально-экономических соображений (те самые 10^{-6} для конструкций с высокой опасностью) и вычисляемой вероятности, значение которой зависит от набора принятых недоказуемых гипотез. При использовании одного и того же набора гипотез для разных расчетов может быть установлен уровень вычисляемой вероятности, соответствующий существующим Нормам расчета на прочность. Этот уровень, называемый автором в работе «предельной расчетной вероятностью отказа», может существенно отличаться от вероятности, ограничиваемой из экономических соображений.

3. Методика коррекции нормативного коэффициента запаса, позволяющая (в определенных – указанных в работе – рамках) анализировать и обеспечивать требуемую безотказность работы конструкций в изменившихся условиях путем выполнения расчетов на прочность в детерминированной постановке с соответствующим образом изменяемыми коэффициентами запаса прочности.

Новизна полученных результатов в достаточной мере подтверждена сделанным в работе обзором существующего состояния работ в рассматриваемой области.

Степень обоснованности выводов

Достоверность полученных автором результатов обосновывается строгой системой постулатов, принимаемых в рассуждениях, указанием границ их применимости, использованием классических методов теории вероятностей, а также использованием различных методов для получения результатов (аналитическое исследование, численный эксперимент) и соответствием результатов, полученных разными методами.

Значимость результатов для теории и практики

В работе со строгих формальных позиций выполнен анализ ситуации, когда риск тяжелых последствий отказа конструкции компенсируется малой допустимой вероятностью такого отказа, но требуемое значение вероятности выходит за диапазон, допускающий статистически достоверные оценки.

Разработанная в диссертации методика назначения «предельной расчетной вероятности отказа» может быть использована в практике расчетов на прочность для обоснования уровня безопасности конструкций, ограничения на риск эксплуатации которых требует установления столь малых допустимых вероятностей отказа, что результаты расчета по традиционным методикам недостоверны (сильно зависят от недоказуемых гипотез).

Предложенная методика коррекции нормативного коэффициента запаса позволяет оперативно выполнять оценки для поддержания уровня надежности (безопасности) при изменении условий эксплуатации или уровня культуры изготовления.

Публикации по работе, соответствие автореферата диссертации

Основные результаты диссертации опубликованы в 8 печатных работах (в том числе 3 работы в рецензируемых журналах и изданиях, рекомендованных ВАК). Они неоднократно докладывались и обсуждались на различных конференциях, среди которых 5 имеют статус всероссийских и международных.

Автореферат отражает основное содержание диссертации, выносимые на защиту положения и выводы.

Замечания по работе

1. Реальные законы распределения могут не следовать теоретическим, поэтому количественные характеристики (например, минимальная достижимая вероятность отказа) в реальных задачах могут отличаться от найденных автором путем рассмотрения определенного набора теоретических законов распределения.

2. При анализе тройника трубопровода автор, в соответствии с нормативными документами, использует различные коэффициенты запаса: по напряжениям, по долговечности (числу циклов или времени эксплуатации в часах), возможно использование и других коэффициентов запаса (по трещиностойкости, по коррозионным повреждениям и т.п.). Неясно, могут ли такие, физически разнородные величины, быть использованы для определения одной характеристики – «предельной расчетной вероятности отказа», и можно ли этой одной характеристикой описать реальную конструкцию с разными возможными механизмами разрушения?

3. Фактические законы распределения как предельных (допускаемых) напряжений, так и действующих напряжений в большинстве случаев являются цензурируемыми. Как в этом случае можно оценить предельную расчетную вероятность отказа (рисунки 12 и 13)?

4. На стр. 49 отмечено, что расчет ведется на малоцикловую прочность. В то же время на стр. 52 автор ссылается на используемую методику оценки длительной циклической прочности.

5. Из текста диссертации (стр. 53) остается неясным, - насколько усложнится расчет в случае, когда внутреннее давление и температура нормальному закону распределения не подчиняются?

6. Стр. 60. На основании каких источников для распределения $\lg N_f$ (область малоцикловых испытаний) принят нормальный закон распределения?

Заключение о соответствии диссертации критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертация М.М. Шатова «Определение вероятности отказа, достижимой на основе регламентации запасов прочности» является научно-квалификационной работой, отвечающая критериям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры», соответствует требованиям п.9 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и содержит решение задачи установления критериального значения вероятности отказа, в условиях, когда расчётная вероятность существенно зависит от методов статистической обработки данных.

Автор работы – Шатов Михаил Михайлович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Официальный оппонент, заведующий кафедрой «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ В.Н. Сызранцев.

«_10_» февраля 2014 г.

625000 Россия, г.Тюмень, ул. Володарского, 38 Тюменский государственный нефтегазовый университет

Тел / факс 8(3452)484563

E-mail: v_syzrantsev@mail.ru