

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ
НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ
ЗДАНИЙ**

Классификация технических состояний

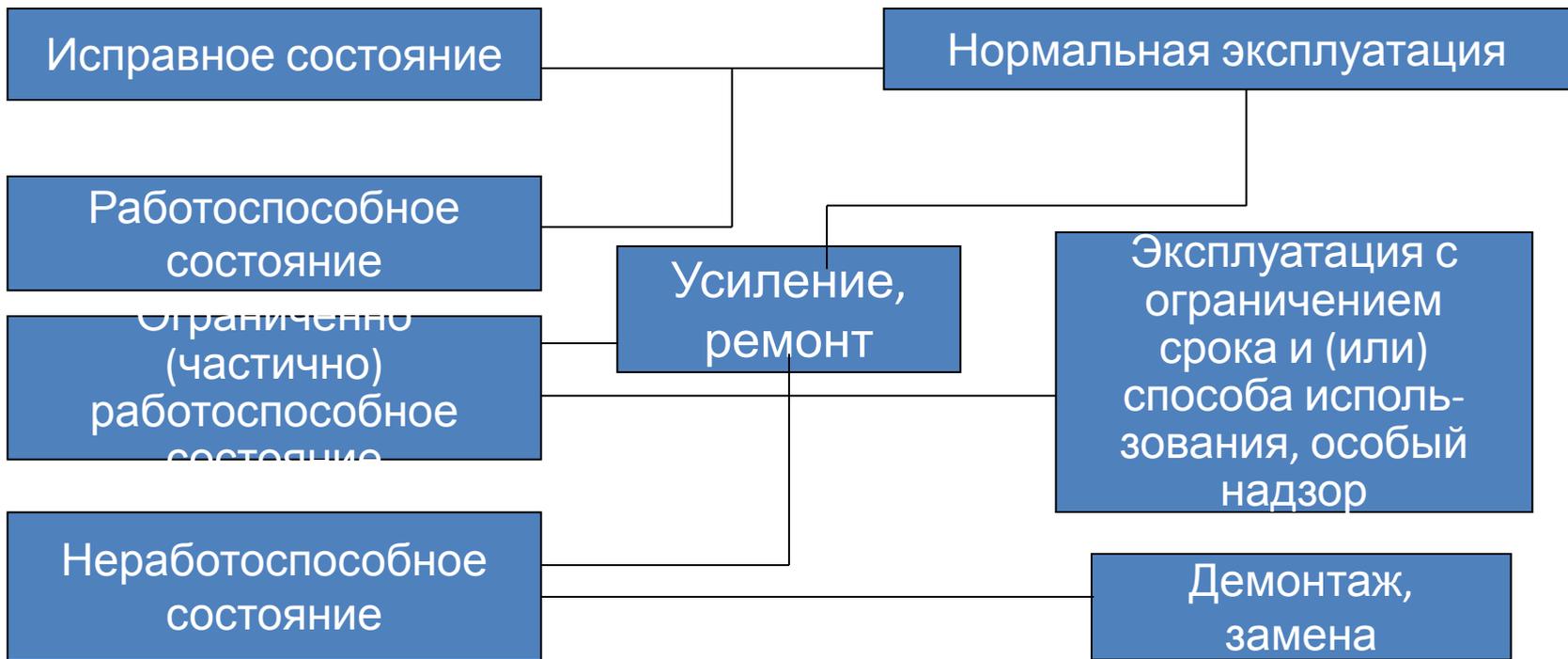
- Исправное
- Работоспособное
- Ограниченно работоспособное
- Не работоспособное

- **Исправное** - техническое состояние конструкции, при котором все свойства и контролируемые параметры соответствуют требованиям действующих в момент оценки нормативных документов.

- **Работоспособное** – техническое состояние конструкций, имеющих и не имеющих отклонения от требований действующих норм и проектной документации, а также возможно имеющих дефекты и повреждения, однако сохраняющих несущую способность и эксплуатационную пригодность в конкретных условиях функционирования.
- Например, работоспособными являются элементы стропильных ферм, имеющие общие искривления, величины которых превышают предельно допустимые СНиП II-23-81* величины или железобетонные балки, в которых ширина раскрытия трещин превышает требования СП 52-101-2003, при условии, что несущая способность конструкций сохранена, а коррозия арматуры балки исключена.
- Это состояние является наиболее типичным для конструкций эксплуатируемых зданий.

- **Ограниченно работоспособное** - техническое состояние, при котором работоспособность сохраняется только по отношению к части функций или на отдельных участках, при этом требуются особые мероприятия по контролю над состоянием и условиями эксплуатации конструкции.
- Это состояние характерно для конструкций с существенным физическим износом или с серьезными дефектами проектирования, изготовления и монтажа. К числу особых мероприятий могут быть отнесены такие, как ограничения по интенсивности использования оборудования (например, снижение максимальной грузоподъемности и частоты перемещения мостовых кранов), недопущение пиковых нагрузок (например, по количеству складироваемых на перекрытиях грузов, высоте снегового покрова на покрытии), внеочередные обследования и др.

- **Неработоспособное** - существующее или прогнозируемое техническое состояние, при котором конструкция не может выполнять свои функции.
- Неработоспособное состояние не обязательно является предельным на момент оценки, поскольку оно может быть классифицировано по отношению к предлагаемым и подлежащим изменению условиям эксплуатации, например, после реконструкции производства (это типичный пример не физического, а морального износа).



Технические состояния строительных конструкций и меры по дальнейшей эксплуатации зданий

Техническое состояние конструкций

РД.22-01.97

СП 13-102-2003

1. Работоспособное состояние
2. Ограниченно работоспособное состояние
3. Неработоспособное (аварийное) состояние

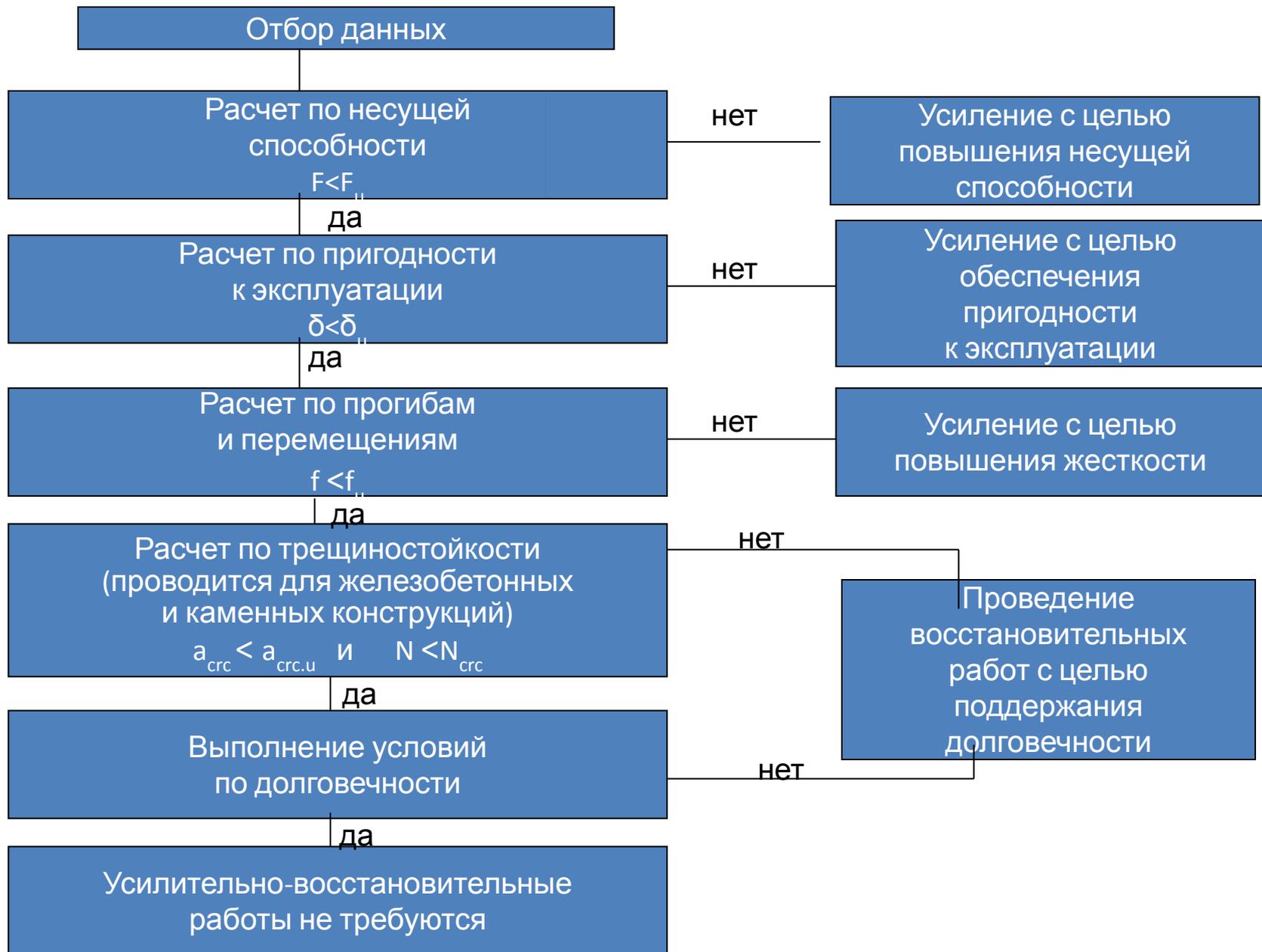
1. Исправное состояние
2. Работоспособное состояние
3. Ограниченно работоспособное состояние
4. Недопустимое состояние
5. Аварийное состояние

Особенности оценки состояния эксплуатируемых конструкций связаны:

- 1. С ограниченностью возможностей натуральных обследований и существованием вероятности не выявленных при обследовании отступлений, дефектов и повреждений (например, один из основных расчетных компонентов железобетонных конструкций - арматура, скрыта от глаз, и трудно судить о ее состоянии);**
- 2. С реализацией множества факторов, воздействующих на конструкции, и факторов, которые не были учтены при проектировании (например, осадочные деформации фундаментов, включая здания, построенные на вечномёрзлых грунтах по 1-му принципу; воздействия аварийных утечек инженерных сетей на несущие конструкции и пр.);**
- 3. С нечеткостью критериев непригодности строительных конструкций, расхождением результатов расчета с действительным состоянием конструкций.**

В руководствах, а также дополнительных разделах СНиП по оценке состояния и проектированию конструкций при реконструкции устанавливаются:

- **общие правила расчета** несущей способности эксплуатируемых конструкций;
- рекомендации по составлению **уточненных расчетных схем**;
- правила определения **расчетных значений фактических нагрузок** и воздействий на строительные конструкции;
- правила установления **расчетных значений физико-механических характеристик** каменных, бетонных, железобетонных, металлических и деревянных конструкций по результатам лабораторных и натурных испытаний;
- правила **учета геометрических погрешностей, дефектов и повреждений** на несущую способность, деформативность и трещиностойкость эксплуатируемых конструкций.



Блок-схема расчета строительных конструкций и принятие мер по усилению

Проверочные расчеты эксплуатируемых конструкций по 1-й группе предельных состояний проводятся

при выявлении любых существенных изменений во внешних воздействиях и внутреннем состоянии конструкций по сравнению с тем, как это было принято при проектировании, в частности:

- при **увеличении нагрузок и воздействий**;
- при **изменении** объемно-планировочного решения здания и конструктивных решений отдельных элементов и узлов, приводящих к **перераспределению усилий**;
- при **изменении параметров вибрационных, ударных и других динамических нагрузок**;
- при обнаружении **отступлений от проектных решений** (применении материалов с другими физико-механическими характеристиками, элементов других типоразмеров и профилей и пр.);
- при установлении **снижения прочностных характеристик** материала;
- при **изменении условий эксплуатации** конструкций (температуры, влажности, состава агрессивных выделений и пр.);
- при изменении геометрических размеров в результате

Конструкции требуют усиления в любом случае, если:

- в результате проверочных расчетов установлено, что **несущая способность** при дальнейших условиях эксплуатации **не обеспечена**;
- степень повреждения конструкции представляет **угрозу геометрической неизменяемости** здания или сооружения в целом;
- **уровень вибрации** конструкций **превышает предельно допустимые значения**, регламентированные санитарно-гигиеническими нормами.

Резервы несущей способности

Резервы несущей способности СК

Резервы несущей способности связаны с:

- совершенствованием **норм проектирования**;
- развитием **строительной механики и вычислительной техники**;
- учетом **конкретных условий эксплуатации** рассчитываемого элемента.

Резервы, связанные с совершенствованием норм проектирования

Существенный резерв зданий, возведенных до 50-х годов, связан с тем, что до 1955 года расчет конструкций проводился методом допускаемых напряжений, недостатками которого являются:

- достижение напряжениями в наиболее напряженной точке сечения допускаемого их уровня (критерий непригодности элемента);
- неучтенное перераспределение усилий в статически неопределимых конструкциях, и неиспользованная эта стадия работы материалов, допускающих пластическую деформацию;
- использование единого коэффициента запаса для учета отклонений в неблагоприятную сторону разных и, в общем случае, независимых друг от друга расчетных факторов.

С введением норм проектирования, основанных на методе предельных состояний, идет постоянное их совершенствование, которое заключается:

- в **уточнении значений расчетных коэффициентов** метода предельных состояний, как правило, в сторону уменьшения запасов несущей способности (коэффициентов надежности по нагрузкам, надежности по материалам, надежности по назначению, условий работы, сочетаний нагрузок);
- в **совершенствовании нормирования прочности** материалов;
- в **уточнении** значений атмосферных, полезных и пр. **нагрузок** на сооружения;
- в постепенном **внедрении вероятностных методов расчета** строительных конструкций.

Пример 1. Оценим, какой запас имеет стальной элемент, запроектированный по нормам до 1962 года, по прочности материала.

За минимальное значение предела текучести стали принималась разность между средним значением и тремя среднеквадратическими отклонениями, коэффициент однородности (по смыслу величина обратная коэффициенту надежности по материалу) был установлен для Ст. 3 $\gamma_o = 0.9$. После 1962 года нормативные сопротивления материала устанавливаются с обеспеченностью 0,95, при этом количество среднеквадратических отклонений принимается $\alpha=1,65$, коэффициент надежности по материалу для Ст.3 установлен $\gamma_m = 1,025$. Тогда запас по прочности материала, имеющего по результатам испытаний среднее значение предела текучести $\sigma_{ym} = 270$ МПа и коэффициент вариации $U = 0.04$, запроектированного до 1962 года составит

$$K = \frac{R_y}{R_{yc}} = \frac{\sigma_{ym} \frac{1 - \alpha \cdot U}{\gamma_m}}{\sigma_{ym} (1 - \alpha \cdot U) \cdot \gamma_o} = \frac{270 \frac{1 - 1.65 \cdot 0.04}{1.025}}{270(1 - 3 \cdot 0.04) \cdot 0.9} = 1.15$$

- Пример 2. Оценим запас по нагрузкам, связанный с уточнением крановых нагрузок. Для мостовых кранов в нормах 1954 года для расчета колонн был принят **коэффициент перегрузки** (надежности по нагрузкам) $\gamma_f = 1.3$, в нормах 1974 года он был снижен до $\gamma_f = 1.2$, причем был введен **коэффициент сочетаний** крановых нагрузок, значение которого принималось меньше единицы и, наконец, в нормах 1982 года значение коэффициента **надежности по нагрузкам** для мостовых кранов было установлено $\gamma_f = 1.1$. Таким образом, расчетные усилия от крановых нагрузок в колоннах, запроектированных до 1954 года, при перерасчете по нормам 1982 года для двух кранов легкого или среднего режима работы (**коэффициент сочетаний нагрузок** $\psi_s = 0,8$) снизятся в

$$K = \frac{\gamma_{fo}}{\gamma_f \cdot \psi_s \cdot \gamma_n} = \frac{1.3}{1.1 \cdot 0.8 \cdot 0.95} = 1.55$$

- или запас составит 55 %. Здесь γ_n - **коэффициент надежности по ответственности**, введенный в СНиП 2.01.07-81* с 1982 г, для производственных зданий $\gamma_n = 0.95$.

Резервы, связанные с развитием строительной механики и вычислительной техники

в настоящее время появились возможности расчета конструкций по максимально приближенным к реальной схеме работы сооружения расчетным схемам и предпосылкам, учитывающим:

- пространственную работу сооружения;
- фактические размеры и конфигурацию элементов;
- деформированное состояние элементов под нагрузкой;
- развитие неупругих деформаций в материале;
- податливость стыков и узлов;
- деформативность грунтов оснований;
- включение в работу ограждающих конструкций;
- условия нагружения;
- и многое другое.

Например, для одноэтажных зданий со стальным каркасом:

- учет податливости фундаментов приводит к снижению моментов в уровне базы колонны на 54...66%;
- учет фактического крепления стропильной фермы к колонне в двух уровнях по сравнению с заменой ее сплошным ригелем позволяет снизить опорные моменты от вертикальных нагрузок на 10...15%;
- учет упругого закрепления колонн в уровнях тормозных конструкций снижает коэффициент приведения длины ветвей на 10...30% и приводит к выявлению запаса несущей способности до 5...10%;
- учет пространственной работы каркаса приводит к значительному снижению деформативности колонн, изгибающих моментов от действия крановых нагрузок.

Резервы, связанные с учетом конкретных условий эксплуатации объекта

Строительные конструкции изначально имеют резервы несущей способности, связанные:

- с использованием унифицированных значений расчетных параметров при проектировании и широким применением типового проектирования;
- с неизбежными расчетными предпосылками, идущими в запас, из-за неопределенности исходной информации.

Учет конкретных условий эксплуатации
объекта позволяет выявить резервы от
уточнения:

- нагрузок;
- прочности материала;
- расчетной схемы сооружения.