

УДК 621.833

Температурные напряжения

Студенты гр.10706121 Розов Д.В., Слизавский М.О., Вороник Л.Ч.,

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Василенок В.Д.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Более 50% территории СС относится к зоне со среднегодовой температурой ниже -20°C . Число поломок и интенсивность изнашивания деталей этих машин в условиях холодного климата в 3...5 раз больше, чем в зоне умеренного климата, срок службы в 2 раза ниже.

В статически определимых системах изменение температуры вызывает лишь деформации их элементов, так как этому ничто не препятствует. В статически неопределимых системах изменению размеров элементов за счет изменения их температуры препятствуют дополнительные связи.

Поэтому изменение температуры статически неопределимой конструкции приводит к появлению температурных напряжений. Температурные напряжения являются опасными и часто приводят к повреждению или разрушению конструкции. Температурные напряжения не зависят от площади поперечного сечения стержня и его длины.

Деталь собрана при температуре окружающей среды $t^{\circ}\text{C}$. Сила затяжки Q растягивает болт. Повысим температуру ΔT , тогда все размеры увеличатся. Болтом при температуре $T+\Delta T$ получена δ . Необходимо найти разность напряжений до и после изменения температуры $\sigma_t = \frac{Q_t - Q}{\frac{\pi d^2}{4}}$.

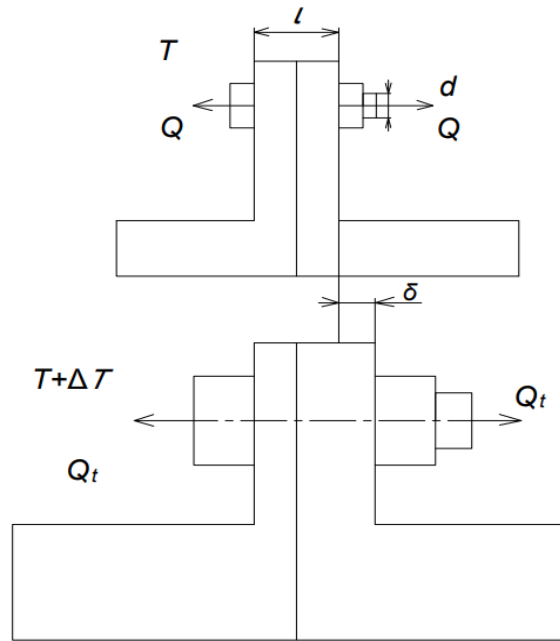


Рисунок 1 Поперечное сечение стержня

α_{δ} – температурный коэффициент линейного расширения, $1/\text{K}$.

Деформация болта состоит из деформации за счёт изменения температуры удлинение скрепляемых деталей $\delta = \alpha_{\delta} \cdot \Delta T \cdot l + \lambda_{\delta}(Q_t - Q) = \alpha_{\text{д}} \cdot \Delta T \cdot l - \lambda_{\text{д}}(Q_t - Q)$

С другой стороны, произошли изменения и в детали. Сила, сжимающая детали, увеличилась, тем самым уменьшив l детали. Здесь λ_{δ} , $\lambda_{\text{д}}$ – податливости болта и детали, отношение величины деформации к вызвавшему её усилию.

Найдём из этого уравнения $Q_t - Q$.

$$Q_t - Q = \frac{(\alpha_{\text{д}} - \alpha_{\delta}) \Delta T \cdot l}{\lambda_{\delta} + \lambda_{\text{д}}}$$

Температурные напряжения определяются

$$\sigma_t = \frac{(\alpha_{\text{д}} - \alpha_{\delta}) \cdot 4 \cdot l \cdot \Delta t}{(\lambda_{\delta} + \lambda_{\text{д}}) \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{(\alpha_{\text{д}} - \alpha_{\delta}) \cdot 4 \cdot l \cdot \Delta t}{\lambda_{\delta} \cdot \left(1 + \frac{\lambda_{\text{д}}}{\lambda_{\delta}}\right) \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{(\alpha_{\text{д}} - \alpha_{\delta}) \cdot \Delta t \cdot E_{\delta}}{1 + \frac{\lambda_{\text{д}}}{\lambda_{\delta}}}$$

E_{δ} – модуль упругости первого рода.

Пример: определим температурные напряжения болтового соединения в случае изменения температуры на 80 K° , пусть $\alpha_{\delta} = 13 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$

$$\alpha_d = 8 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}, E_\sigma = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа при жесткости } C^I = \frac{\lambda_\sigma}{\lambda_d} = 10, \text{ тогда } \sigma_T = (8 - 13) \cdot 10^{-6} \cdot 80 \cdot 2 \cdot 10^5 = -80 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Это следует учитывать при расчете конструкций, подвергнутых температурным воздействиям -увеличение площади поперечных сечений элемента не приводит к уменьшению температурных напряжений. То есть усиление конструкций, испытывающих температурное воздействие, нельзя добиться увеличением площадей поперечных сечений их элементов.

Для снижения температурных напряжений используются специальные приемы проектирования — компенсация температурных напряжений.

При установке болтов без зазора болты работают на срез и смятие, при которых снижение температуры приводит только к увеличению прочностных характеристик соединения и повышению его надёжности по сравнению с нормальными температурами. Основное мероприятие по снижению склонности к хрупкости винтов следует отнести:

1. Применение легированных сталей 40Х; и термообработки
2. Для болтов из углеродистых сталей рекомендуется нарезка, для болтов из низколегированных сталей- накатка.
3. Предпочтительно применение мелких резьб с шагом (для силовых резьб) не менее $\frac{d}{10...15}$.
4. Уменьшения диаметров винтов путём увеличения их числа в соединении.
5. Исключается применение болтов и шпилек из кипящих сталей.

Литература

1. Телушкин В.Д. Соединения и детали машин для районов с холодным климатом. М., Машиностроение, 1978 – 196 с.

УДК 621.833

Расчёт резьбовых соединений под действием сил, лежащих в плоскости стыка

Студент гр. 10301220 Тишков В.А.,

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Василенок В.Д.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь