

Соображения касательно отдельных пунктов «Пособия по проектированию анкерных болтов для крепления строительных конструкций и оборудования (к СНиП 2.09.03)» касающихся затяжки анкерных (фундаментных) болтов. В рамках цитаты из пособия, прочее — мои комментарии.

1 «Базовая» затяжка

п.3.8. Все болты должны быть затянуты на величину предварительной затяжки F , которая для статических нагрузок должна приниматься равной $F = 0.75P$, для динамических нагрузок $F = 1.1P$.

Этот случай я воспринимаю как базовый, т.е. применимый для наиболее распространенных случаев крепления, если к ним не предъявляются какие-либо дополнительные требования. Примером базового случая будет служить обычное крепление колонны.

2 Затяжка для восприятия сдвига

п.3.15. Величину усилия предварительной затяжки болтов F_1 для восприятия горизонтальных (сдвигающих) усилий в плоскости сопряжения оборудования с фундаментом для сдвигустойчивых соединений (не допускающих смещения опорной конструкции на величину зазора между стержнем болта и стенками отверстия в стакане) следует по формуле

$$F_1 = k \frac{Q - Nf}{nf} \quad (9)$$

В этом пункте смущает упоминание оборудования и замалчивание строительных конструкций, но не стану обращать на это внимание.

Понимаю этот пункт так: если нужно воспринять горизонтальные силы, а собственного веса не достаточно, то можно создать дополнительное прижимающее усилие затяжкой болтов и таким образом сдвигающее усилие будет воспринято. Отмечаю, что такое соединение рассматривается как сдвигустойчивое.

3 Сдвиг с учетом вертикальной силы

п.3.16. При совместном действии вертикальных и горизонтальных (сдвигающих) сил величину усилия затяжки F_0 следует определять по формуле

$$F_0 = F + F_1/k \quad (10)$$

Площадь поперечного сечения болта по резьбе в этом случае определяется по формуле

$$A_{sa} = \frac{kk_0P + F_1}{kR_{ba}} \quad (11)$$

Не понятна формулировка о совместном действии вертикальных и горизонтальных сил, т. к. в формуле (9) из п.3.15 уже присутствует Q и N т. е. горизонтальные и вертикальные силы. С другой стороны возможно здесь подразумевается дополнительное вертикальное усилие именно на болт, а

не на все соединение. Например от момента. В таком случае этот п.3.16 можно рассматривать как продолжение п.3.15 и распространение последнего на случай когда присутствует момент и соответствующие ему усилия в болтах. В таком случае предлагается затянуть болт на базовое усилие F и сверх него на усилие F_1 которое следует подбирать по формуле (9). При этом болт должен быть подобран удовлетворяющим формуле (11).

Итого: положения п.3.15 и п.3.16 следует использовать если сдвигающие силы больше чем может быть воспринято силой трения. Для этого сверх базового усилия затяжки добавляется усилие необходимое для восприятия сдвигающей силы трением. Следует отметить, что в подобной ситуации на практике, как правило, используются «шпоры».

Сказанное в этом разделе, относится к сдвигоустойчивым соединениям, о сдвигодопускающих речь ниже.

4 Сдвигодопускающее соединение

п.3.17. В сдвигодопускающих соединениях ... Величина усилия предварительной затяжки болтов F_2 в этом случае должна назначаться по формуле

$$F_2 = kA_{sa}R_{ba}/2 \quad (15)$$

Таким образом усилие затяжки в сдвигодопускающем соединении принимается в половину от прочности болта (грубо), а достаточность несущей способности соединения проверяется по формулам (12), (13), (14).

5 Проверка на восприятие сдвига

п.3.18. Сдвигающую силу Q ... допускается воспринимать силой трения от действия продольной силы и силы затяжки болтов и определять по формуле

$$Q \leq f(nA_{sa}R_{ba}/4 + N) \quad (17)$$

В текстовке п.3.18 не поясняется о какой затяжке идет речь, но можно предположить, что речь о затяжке которую я вначале назвал «базовой» т.е. $F = 0.75P$. Однако, отметим, что в формуле (17) видится затяжка в $1/4$ несущей способности болта $A_{sa}R_{ba}/4$. Тут я обращаю внимание, что если усилие затяжки принято $F = 0.75P$ значит оно не зависит от несущей способности болта, а зависит от расчетного усилия на болт (от P). Таким образом, если болт поставлен со значительным запасом, а преднапряжен из расчета $0.75P$, то может так статься что получится $F = 0.75P < A_{sa}R_{ba}/4$ т.е. проверка по формуле (17) даст неверный результат.

С другой стороны у меня имеются подозрения, что учитывать базовую затяжку когда считаем на сдвиг вообще неуместно. Во-первых это противоречит тому, что я написал о п.3.16, а во-вторых преднапряжение погасится усилиями в соединении и не будет вызывать того обжатия, которое нужно для восприятия сдвигающей силы. Сознаю, что этот абзац спорный и я его недостаточно хорошо обдумал, если я не прав, пусть меня поправят.