

8. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. ГОСТ 12004-81. Издание официальное. – М., 1982. – 15 с.

Получено 18.05.2002

УДК 691.55.688.3

Г.А.МОЛОДЧЕНКО, д-р техн. наук, В.А.СКЛЯРОВ  
*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

### **СТАБИЛЬНОСТЬ УСИЛИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЗАТЯЖКИ АНКЕРНЫХ БОЛТОВ НА АКРИЛОВЫХ КЛЕЯХ**

Приведены результаты экспериментов по определению стабильности усилия затяжки анкерных болтов на акриловых клеях при статическом их нагружении, а также определен коэффициент стабильности анкерных соединений.

Как показали экспериментальные исследования авторов [1, 2], при длительном действии на анкерные болты выдергивающих усилий в клеевом слое появляются деформации ползучести. Это может привести к ослаблению предварительной затяжки болта, которая согласно СНиП 2.09.03-85 [3], определяется коэффициентом стабильности  $k$ .

Этот коэффициент необходимо знать, так как при определении усилий предварительной затяжки анкерных болтов в случае воздействия на них горизонтальных сдвигающих усилий он играет определяющую роль.

Кроме того, анкерные болты, используемые для крепления оборудования, испытывают динамические воздействия. Поэтому необходимо было проверить стабильность усилий предварительной затяжки при указанных воздействиях, а также усталостную прочность клеевых анкеров.

В связи с указанным, а также тем, что числовые значения коэффициента  $k$  [3] даны для анкерных соединений на эпоксидном клее, возникла необходимость в проведении экспериментальных исследований по уточнению величины потери предварительной затяжки от ползучести прослойки из акрилового клея во времени при действии статической нагрузки. Полученные данные позволяют определить величины  $k$  для анкеров, установленных на модифицированных акриловых клеях.

При проведении экспериментов предусматривалось исследовать стабильность предварительной затяжки анкеров для схем опирания станины оборудования на фундамент на подкладку или на подливку (бесподкладочный монтаж).

Нагружение образцов клеевой анкерной конструкции производилось длительно-действующей статической нагрузкой. Все исследования выполня-

лись для анкеров диаметром  $d_s = 16$  мм при двух глубинах анкеровки:  $l_{анк} = 8d_s$  и  $l_{анк} = 10d_s$ . Усилия в нагруженной части анкера измерялись методом электротензометрии с помощью наклеенных там тензорезисторов типа ПКБ 20-200 с коэффициентом тензочувствительности  $S = 2,05$ .

Бетонные образцы, для устройства клеевого анкера, изготавливались из бетона класса В15 с размерами в плане  $400 \times 400$  мм и высотой 260 мм. Анкера были изготовлены из стали Вст3 кп 2.

При динамических нагружениях также проверялась усталостная прочность анкерных болтов.

Для проведения экспериментов по определению стабильности предварительной затяжки было изготовлено две партии образцов анкерных соединений. Каждая партия состояла из двух серий. В каждой серии было по 12 образцов. В первой партии глубина заделки анкеров составляла  $l_{анк} = 8d_s$ , во второй –  $l_{анк} = 10d_s$ . В первой серии станина оборудования опиралась на подкладки, а во второй - на подливку.

Схема нагружения, образцы и оборудование для исследования падения усилия предварительной затяжки от длительно-действующей статической нагрузки приведены на рис.1.

После изготовления и выверки образцов анкерных соединений болты в соответствии с требованиями [3] были затянуты до достижения в их резьбовой части напряжений 140 МПа. Такое напряжение составило предварительное усилие затяжки в болте  $F = 21$  кН. В процессе испытаний показания тензорезисторов регистрировали в первые десять дней – ежесуточно, в период от 20 до 40 суток – через каждые 5 суток, а затем – через 10 суток. Общая продолжительность эксперимента составила 360 суток.

Результаты исследования падения усилия предварительной затяжки анкеров во времени при опирании станины на подкладки и на подливку при  $l_{анк} = 8d_s$  приведены на рис.2.

Анализ данных эксперимента (рис.2, график 1) свидетельствует, что в результате ползучести клеевой прослойки во времени, а также деформации смятия бетона под подкладками, падение усилия предварительной затяжки при  $l_{анк} = 8d_s$  составляет в среднем 6,88 кН.

При этом интенсивное падение величины  $F$  происходило в первые 40 суток действия постоянного усилия и в дальнейшем не проявлялось. Минимальное значение усилия предварительной затяжки со-

ставило  $F_{0\min} = 14,12$  кН. Коэффициент стабильности усилия предварительной затяжки составил

$$k = F : F_{0\min} = 21,0 : 14,12 = 1,49 .$$

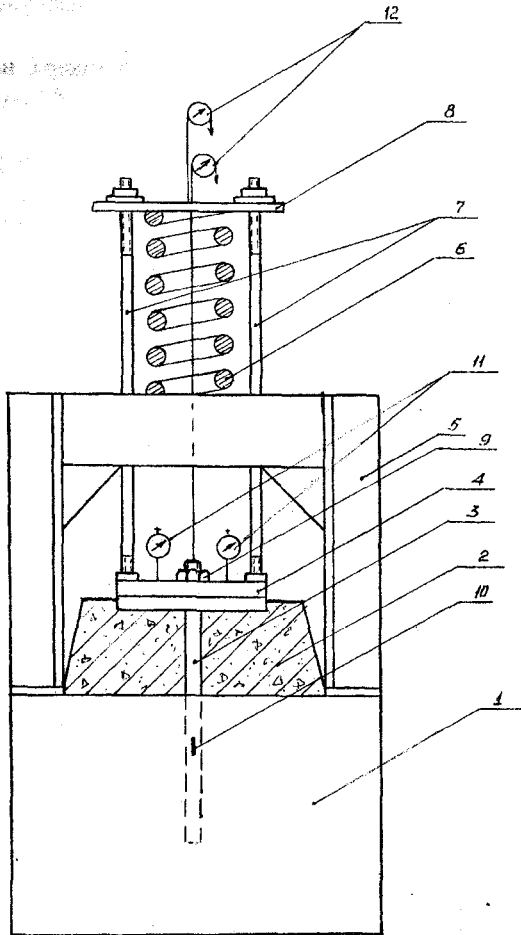


Рис.1 – Схема испытаний анкерного соединения по определению коэффициента основной нагрузки: 1 – бетонная призма; 2 – подливка; 3 – анкер; 4 – станина; 5 – упорный столик; 6 – силовая пружина; 7 – тяги; 8 – траверса; 9 – гайка для предварительной затяжки анкера; 10 – тензорезисторы; 11 – индикаторы часового типа с ценой деления 0,001 мм; 12 – прогибомеры ПАО-6.

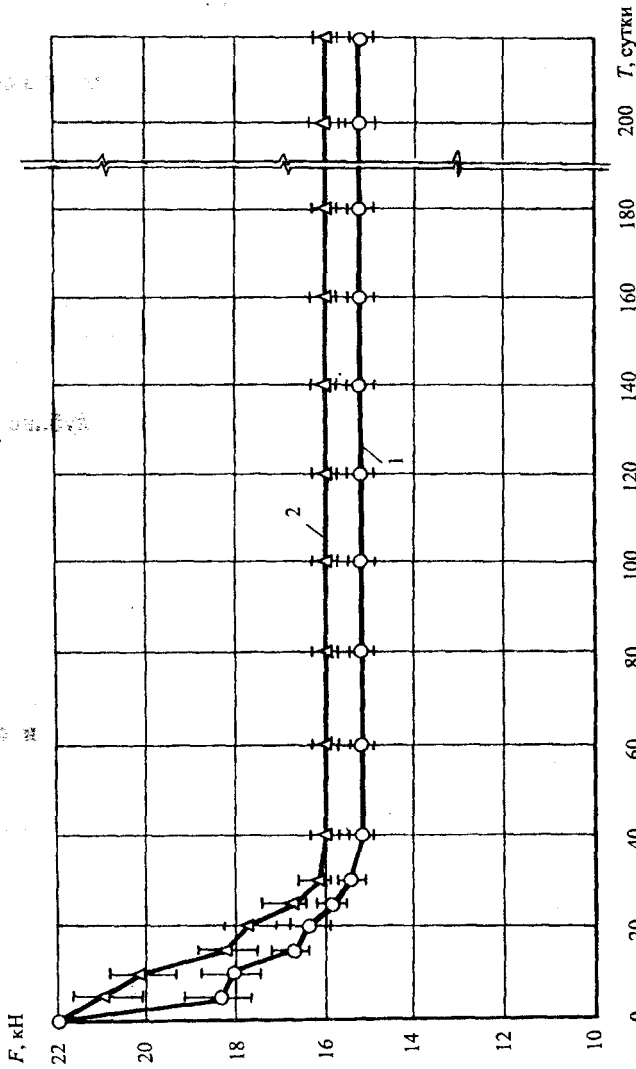


Рис. 2 — График падения усилия предварительной затяжки во времени при статическом нагружении анкеров с  $l_{\text{анк}} = 8d_f$ :  
 1 — опирание станины на подкладку; 2 — опирание станины на подливку

На рис.2 (график 2) приведены результаты исследования падения усилия предварительной затяжки анкеров во времени при опирании станины оборудования на подливку при  $l_{анк} = 8d_s$ .

Сопоставляя эти результаты (график 2) с предыдущими (график 1), следует отметить, что из-за меньшей податливости бетона смятию (площадь опирания увеличилась в этом эксперименте в 2,4 раза (с  $A=92 \text{ см}^2$  до  $A=221 \text{ см}^2$ ) падение усилия предварительной затяжки уменьшилось до значения  $F_{\min} = 15,18 \text{ кН}$ . При этом наиболее интенсивное уменьшение величины  $F_0$  происходило в течение первых 30 суток (рис.2, график 2).

В этом случае коэффициент стабильности усилия предварительной затяжки составил

$$k = 21:15,18 = 1,38.$$

На рис.3 приведены результаты исследования падения величин усилий предварительной затяжки анкеров  $d_s=16 \text{ мм}$  при глубине их заделки  $l_{анк} = 10d_s$  и при опирании станины оборудования соответственно на подкладки и на подливку.

При опирании станины на подкладки (рис.3, график 1) усилие предварительной затяжки уменьшилось до значения  $F_{\min} = 14,72 \text{ кН}$ , а величина падения его достигла 6,28 кН. Следует отметить, что интенсивное падение величины  $F$  происходило в первые 30 суток действия постоянного статического усилия, а затем наступала стабилизация, которая в дальнейшем не нарушалась (рис.3, график 1).

Коэффициент стабильности усилия предварительной затяжки составил

$$k = 21:14,72 = 1,43.$$

На рис.3 (график 2) приведены результаты исследования падения усилия предварительной затяжки анкеров  $d_s=16 \text{ мм}$  при  $l_{анк} = 10d_s$  во времени при опирании станины оборудования на подливку (площади опирания имеют такие же величины, как и при  $l_{анк} = 8d_s$ ), величина которого в среднем равна 5,22 кН. При этом интенсивное падение величины  $F$  происходило в первые 25 суток действия постоянного усилия и в дальнейшем не проявлялось (рис.3, график 2).

Минимальное усилие предварительной затяжки составило 15,78 кН. Коэффициент стабильности усилия предварительной затяж-

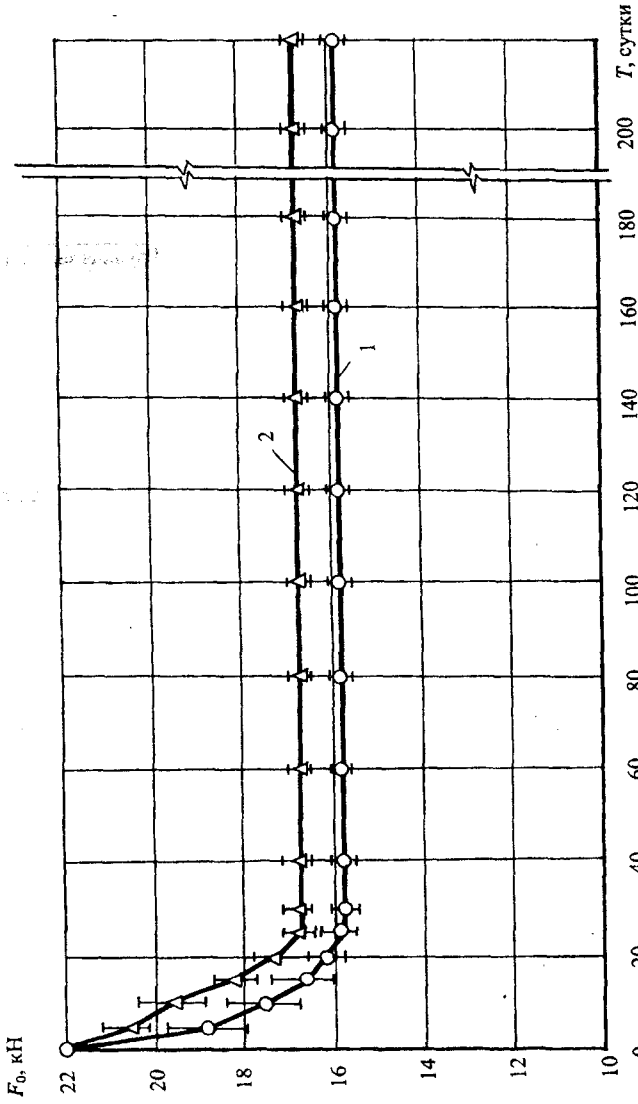


Рис. 3 — Падение усилия предварительной затяжки во времени при статическом нагружении анкеров с  $t_{\text{анк}} = 10d_s$ :  
 1 — опирание станины на подкладку; 2 — опирание станины на подливку

ки при опирании на станины машины на подкладку при  $l_{анк} = 10d_s$  равен

$$k = 21:15,78 = 1,33.$$

Опытные величины коэффициентов стабильности усилий предварительной затяжки анкеров при длительном действии статических и динамических нагрузок в зависимости от глубины их заделки и видов опирания станины машины на фундамент приведены в таблице.

Опытные значения коэффициентов стабильности  $k$

Вид опирания станины машины на фундамент	Глубина заделки анкера	Глубина заделки анкера
	$l_{анк} = 8d_s$ при статическом нагружении	$l_{анк} = 10d_s$ при статическом нагружении
на подкладку	1,49	1,38
на подливку	1,38	1,33

Из анализа данных таблицы следует, что с увеличением глубины заделки анкеров (с  $l_{анк} = 8d_s$  до  $l_{анк} = 10d_s$ ) величины коэффициента стабильности усилия предварительной затяжки при статическом нагружении и прочих равных условиях уменьшается в среднем при опирании на подкладки на 9%, а при опирании станины машины на подливку на 9,1%.

В тоже время коэффициент  $k$  зависит от вида опирания (при  $l_{анк} = const$ ), так при опирании станины машины на подливку его величины уменьшаются в среднем на 9,1% по сравнению с опиранием станины оборудования на подкладку.

Таким образом, при расчете анкерных болтов на акриловых клеях, величину  $k$  коэффициента стабильности независимо от вида опирания при статическом длительно действующем нагружении следует принимать: при  $l_{анк} = 8d_s - k = 1,49$ , при  $l_{анк} = 10d_s - k = 1,38$ , при динамическом нагружении соответственно  $k = 2,18$  и  $k = 2,13$ .

Необходимо отметить, что полученные опытным путем значения коэффициентов стабильности величин усилий предварительной затяжки анкеров  $k$  на акриловых клеях значительно ниже тех значений, которые рекомендованы для анкеров, устанавливаемых на эпоксидных клеях [3-5]. Из анализа работы анкерных соединений следует, что чем меньше величина  $k$ , тем лучше они работают при динамических и статических нагрузках.

1. Молодченко Г.А., Скляр В.А. Длительная прочность анкерных болтов на модифицированных акриловых клеях // Ресурсозберігаючі матеріали, конструкції, будівлі

та споруди: 36. наук. праць. Вип. 5. – Рівне, 2000. – С. 75-81.

2. Молодченко Г.А., Скляр В.А. Деформативность анкерных болтов на модифицированных акриловых клеях // Коммунальное хозяйство городов: Науч.- техн. сб. Вып. 27. – К.: Техніка, 2001. – С. 175-186.

3. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий // Госстрой СССР. – М., 1985. – 87 с.

4. Инструкция по креплению технологического оборудования фундаментными болтами. СН 471-75. – М.: Стройиздат, 1976.

5. Пособие по проектированию анкерных болтов для крепления строительных конструкций и оборудования. – М.: ЦНИИПромзданий, 1993. – 104 с.

*Получено 16.05.2002*

УДК 690.09

В.Г. ТАРАНОВ, д-р техн. наук,  
М.Ф. БРОНЖАЕВ, Т.В. МИЩУРОВА, кандидаты техн. наук  
*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ БОЛЬНИЧНОГО КОРПУСА**

Освещается производственный опыт проектирования работ, направленных на восстановление эксплуатационной пригодности зданий, подлежащих реконструкции. На основе комплекса исследований показаны причины, обусловившие дефектное состояние конструкций, и разработаны мероприятия по их восстановлению.

Вопросы реконструкции эксплуатируемых зданий и сооружений в настоящее время являются наиболее актуальными в связи с сокращением объемов нового строительства в Украине.

Практический опыт показывает, что в подавляющем большинстве случаев основные причины аварийности строительных конструкций зданий и сооружений связаны с проблемами оснований и фундаментов. Наиболее опасными являются ситуации связанные с наличием разнородных грунтов под различными частями здания либо комплексом зданий. Подобная ситуация имела место при реконструкции больничного комплекса, состоящего из корпусов «А», «Б» и «В» в пос. Солонищевка Харьковской области. Наружные и внутренние несущие стены корпуса «А» и часть примыкающего корпуса «Б» имели многочисленные вертикальные и косые трещины, шириной раскрытия до 15-20 мм, а железобетонные пустотные плиты перекрытий над подвалом – существенные разрушения бетона в приопорной области и нарушения сцепления с арматурой. Часть наружной стены в осях 17-20 по ряду Л не обеспечивала требуемого температурно-гигиенического режима помещений вследствие недостаточного сопротивления теплопередаче.

Для установления причин нарушения эксплуатационной пригодности зданий больничных корпусов были открыты семнадцать шурфов