



**Руководство по эксплуатации  
ДАТЧИК УСИЛИЯ LC  
26.51.66-013-05877021-2025РЭ**

2025

## Содержание

	Стр.
1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ .....	3
2. КАЛБРОВКА ДАТЧИКА.....	5
3. МОНТАЖ ДАТЧИКА .....	5
4. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДАТЧИКА .....	7
5. СНЯТИЕ ПОКАЗАНИЙ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ.....	8
6. ИЗМЕРЕНИЕ ТМЕПЕРАТУРЫ.....	9
7. СБОИ В РАБОТЕ .....	9
8. ХРАНЕНИЕ.....	9
9. УТИЛИЗАЦИЯ.....	9

## 1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Датчик усилия LC используется для измерения нагрузок на анкерные тросы, анкерные болты, анкеры или арочные опоры, а также других тяжелых нагрузок.

Принцип действия датчика основан на преобразовании силы сжатия, действующей на несколько независимых вибрационных струнных датчиков, в частоту собственных свободных колебаний каждой струны.

Датчики усилия LC используются в следующих областях:

- Геотехника и гражданское строительство:
- Мониторинг нагрузок в анкерных тросах, анкерных болтах, грунтовых анкерах и арочных опорах. Контроль усилий в стяжках, тягах и других элементах, подверженных растяжению или сжатию, для обеспечения долгосрочной стабильности сооружений (например, мостов, плотин, тоннелей, подпорных стен).
- Горнодобывающая промышленность - мониторинг нагрузок на крепь шахт и тоннелей, а также на анкерные системы, используемые для стабилизации породных массивов.
- Мониторинг тяжелых грузов - обеспечение комплексного мониторинга усилий, действующих на фундаменты, анкерные камни и другие элементы, несущие значительные эксплуатационные нагрузки.

Датчик усилия LC представляет собой цилиндр из высокопрочной легированной стали, оснащенный 3, 4 или 6 вибрационными струнными датчиками

Вибрационные струнные датчики защищены защитной трубкой из нержавеющей стали. Эти датчики измеряют общую нагрузку, приложенную к датчику усилия LC и фиксируют неравномерную или эксцентричную нагрузку. Датчик усилия LC может быть выполнен полностью из водонепроницаемой герметичной конструкции, что делает его пригодным для работы на открытом воздухе или в полевых условиях.

Внешний вид датчика усилия LC представлен на рисунке 1.

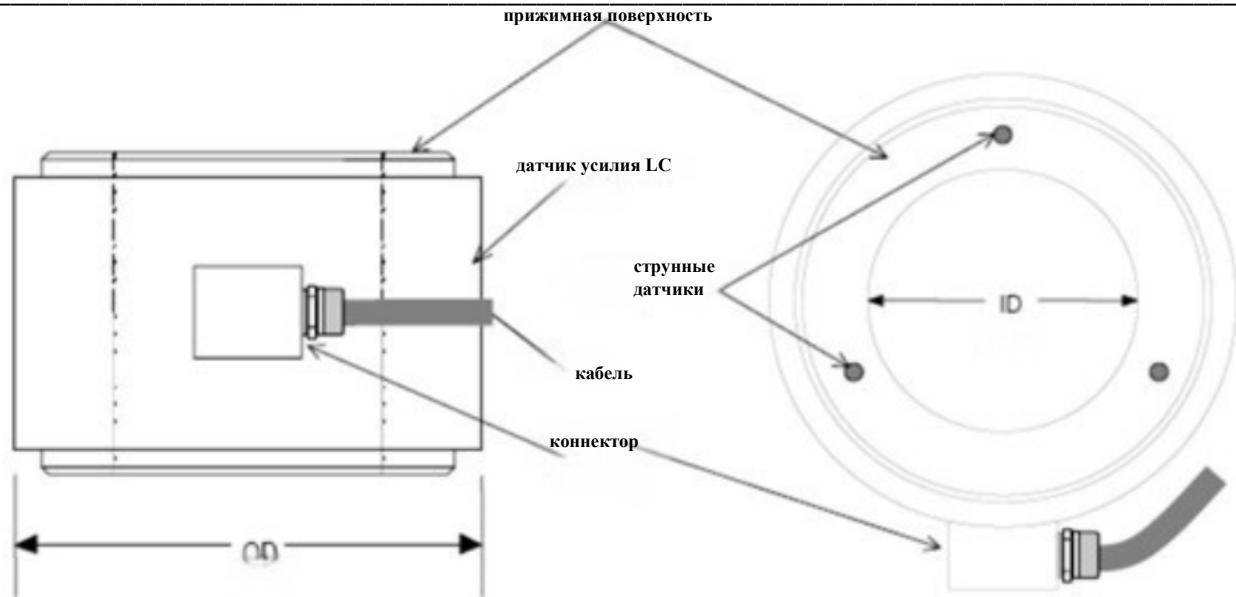


Рис. 1 – Внешний вид датчика усилия LC

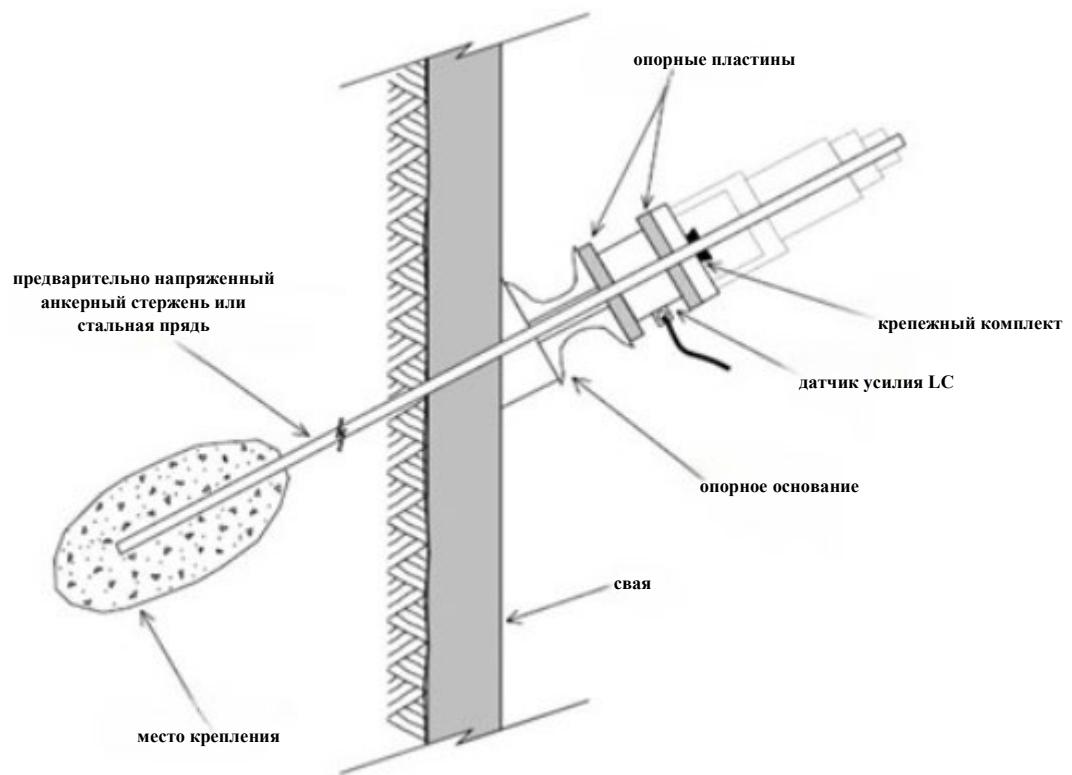


Рис. 2 – Установка датчика усилия LC для постоянного мониторинга

## 2. КАЛИБРОВКА ДАТЧИКА

Датчики усилия LC проходят строгую проверку перед поставкой, калибруются в соответствии со стандартами испытаний датчиков и сопровождаются соответствующими протоколами испытаний. Они могут использоваться без предварительной калибровки на месте эксплуатации. Однако, если по каким-либо причинам требуется калибровка на месте эксплуатации, следует учитывать следующие моменты:

1. Калибровку следует проводить с помощью весового нагружочного устройства с точностью 0,3 % или выше. Использование обычных гидравлических прессов не рекомендуется из-за трудностей с поддержанием стабильного давления и низкой точности системы, что может не обеспечить удовлетворительных результатов калибровки.

2. При калибровке пресс должен быть оснащён специальными нагружочными головками (подкладками), а также специальными опорными пластинами, установленными как на верхней, так и на нижней стороне нажимной поверхности датчика, чтобы отразить фактическое напряжённое состояние датчика на месте эксплуатации. Нагружочные головки и опорные пластины должны быть обработаны до гладкой поверхности без следов сварки, сварочного шлака и других посторонних частиц (даже очень мелкие посторонние частицы могут привести к ошибкам в показаниях на низких ступенях нагрузки).

3. Перед началом калибровки датчик необходимо предварительно нагрузить три раза. Давление предварительной нагрузки должно быть на 10% выше номинального давления датчика. Особенno важно нагружать датчик медленно и удерживать максимальное давление более одной минуты. После предварительной нагрузки датчика следует оставить в покое более чем на пять минут перед началом калибровки.

4. При считывании данных в каждой точке измерения во время калибровки важно обеспечить стабильность прикладываемого давления.

## 3. МОНТАЖ ДАТЧИКА

На рисунке 2 показан типичный вариант установки датчика.

Во время установки датчиков обращайтесь с ними осторожно, чтобы избежать ударов и падений. Перед установкой датчиков, помимо соблюдения соответствующих стандартов, крайне важно:

Чтобы убедиться, что установочная поверхность датчика перпендикулярна направлению сверления отверстия, необходимо проверить, совпадают ли опорные плиты и центральная ось в натянутом состоянии.

Отверстия анкерного пучка перпендикулярны друг другу. Допустимое отклонение по вертикали составляет  $90^\circ \pm 1,5^\circ$ . Любая установка, выходящая за пределы этого диапазона, приведет к проскальзыванию датчика на пластине во время процесса натяжения, что приведет к снижению измеренных значений или искажению результатов.

По возможности, датчик следует центрировать, чтобы избежать чрезмерной эксцентричной нагрузки. Опорные пластины можно разместить сверху и снизу на прижимной поверхности датчика для обеспечения плавного соединения и равномерной передачи нагрузки. Опорные пластины

должны быть обработаны до гладкой поверхности без следов сварки, сварочного шлака и других посторонних частиц. Опорные пластины могут быть поставлены опционально при заказе.

Соответствующий датчик должен быть установлен между анкерной плитой и опорной плитой, при этом все три должны быть максимально соосны. На рисунке 3 показан стандартный способ установки.

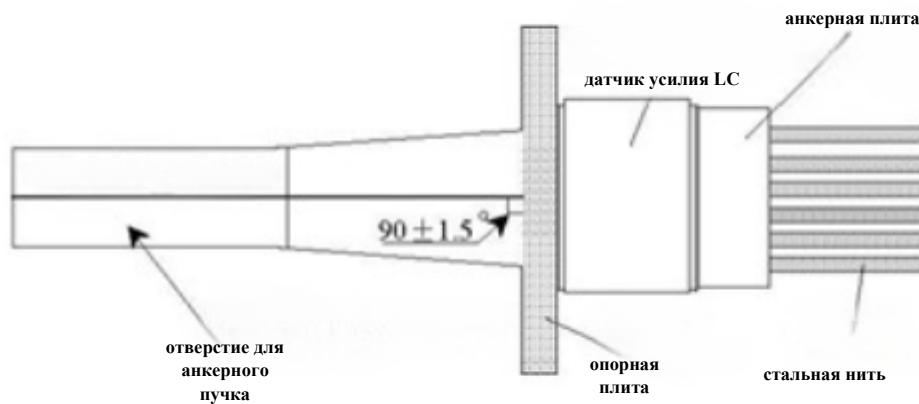


Рис. 3 – Стандартный способ установки датчика усилия LC

На рисунке 4 показана установка в случае криволинейного участка отверстия для пучка анкеров (например, предварительно напряженной опоры). Отверстие рядом с датчиком (длиной не менее 1,5 метра) должно быть перпендикулярно опорной плите анкера. Это означает, что конец рядом с датчиком должен представлять собой прямой участок трубы.

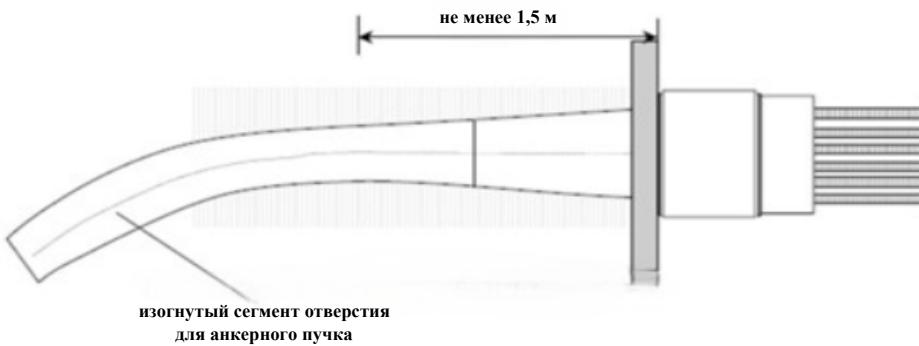
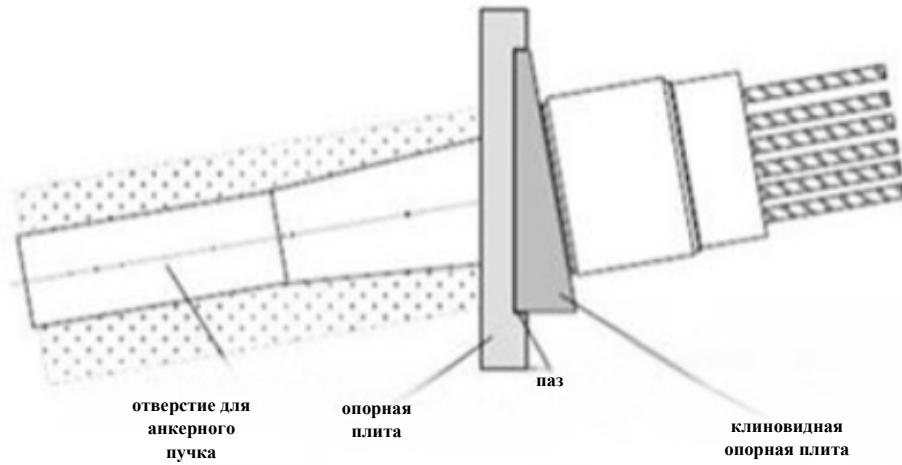


Рис. 4 – Способ установки датчика усилия LC для изогнутых сегментов анкерного пучка

На рисунке 5 показано, что при большом отклонении от вертикали между опорной плитой анкера и монтажным отверстием можно добавить клиновидную опорную плиту (изготовленную самостоятельно) между датчиком и опорной плитой анкера. Угол клина должен быть равен углу отклонения от вертикали, а диаметр среднего отверстия должен быть равен диаметру опорной плиты анкера. Кроме того, на плите можно сделать канавки для предотвращения проскальзывания клиновидной опорной плиты при натяжении. Обратите внимание, что толщина самого тонкого конца клиновидной опорной плиты должна быть не менее 20 мм для обеспечения достаточной прочности.

Во время нагружения рекомендуется использовать ступенчатое натяжение всего пучка стальных прядей для обеспечения равномерной нагрузки на датчик. Натяжение одной пряди не рекомендуется, поскольку фактическая нагрузка после натяжения одной пряди часто меньше ожидаемой, а также создаёт некоторую эксцентрическую нагрузку.

Во время натяжения показания следует снимать после стабилизации нагрузки.



*Рис. 5 – Способ установки датчика усилия LC большом отклонении от вертикали*

#### 4. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДАТЧИКА

Схема подключения датчика (на примере 4-жильного датчика): выходной провод датчика № 1 — красный к красному. Выходной провод датчика № 2 — чёрный к чёрному. Выходной провод датчика № 3 — синий к синему. Выходной провод датчика № 4 — жёлтый к жёлтому. (Для 6-жильного датчика добавьте датчик № 5 с фиолетовым к фиолетовому, а датчик № 6 — с серым к серому). Выходной провод датчика температуры — зелёный к белому.

В датчике используется уплотнительное устройство, обычно обеспечивающее хорошую влаго- и водостойкость.

Вся проводка не имеет полярности. В случае слишком длинного соединительного кабеля экран кабеля (сетка) следует заземлить с одного конца. После установки датчика на место перед нагружением необходимо снять и записать начальные показания.

## 5. СНЯТИЕ ПОКАЗАНИЙ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В следующих двух разделах описано, как снимать показания с помощью одного из считывателей и дальнейшая обработка данных.

### 5.1 Считыватель ISSO-PR-LC

При снятии показаний с датчика можно использовать портативное считающее устройство ISSO-PR-LC. Во время работы подключайте прибор в соответствии с цветом провода. Показания представлены в числовом выражении (См. Уравнение 1). Данные будут отображены на дисплее. При считывании последнее значение может изменяться на 1-2 цифры. Если показания не отображаются или они нестабильны, ознакомьтесь с рекомендациями по устранению неполадок.

### 5.2 Расчёт усилия

Основными единицами измерения, используемые компанией ISSO для обработки данных, получаемых с помощью датчика усилия LC, являются условные значения. Размерность условных значений описывается следующим соотношением:

$$R = \frac{\Gamma_{\text{Ц}}^2}{1000}$$

Для преобразования условных значений в значение усилия применяется следующая формула:

$$F = (R_1 - R_0) \times G$$

где:  $R_1$  – текущее значение.

$R_0$  – первичное значение при установке.

$G$  – калибровочный коэффициент.

Пример расчета. Первичное условное значение  $R_0$ , при установке датчика равняется 8300. Текущие значение  $R_1 = 6700$ . Калибровочный коэффициент,  $G = -3.0259675$  мм/условное значение. Изменение деформации будет равно:

$$S = (6700 - 8300) \times (-3.0259675) = 4841,5 \text{ кН}$$

## 6. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Каждый датчик оснащён полупроводниковым термометром для измерения температуры. Выходное сопротивление термометра варьируется в зависимости от температуры, обычно от 1 до 4 кОм, при этом сопротивление при 25 °C составляет 3 кОм.

На практике, ввиду высокого сопротивления датчика температуры, сопротивление кабеля обычно пренебрежимо мало.

## 7. СБОИ В РАБОТЕ

Техническое обслуживание и устранение неисправностей датчиков сводится к периодическим проверкам кабельных соединений. После установки измерительные приборы, как правило, недоступны, а возможности по устранению неполадок ограничены.

Не допускается вскрытие корпуса датчика. При обнаружении неисправности до установки в рабочее положение ремонт может быть произведен только организацией-изготовителем либо специализированными организациями, сертифицированными организацией-изготовителем.

Датчики не требуют проведения периодического обслуживания. Проверки необходимо проводить при возникновении подозрений в некорректности результатов измерений.

Сами датчики герметичны и не могут быть вскрыты для осмотра. Однако, обратите внимание на следующие проблемы и возможные решения в случае возникновения трудностей. Обратитесь к производителю за дополнительной информацией по устранению неполадок.

### ***Проблема: Показания прибора не стабильны.***

Возможно, датчик плохо установлен. При использовании регистратора данных для автоматической записи показаний убедитесь в правильности настроек. Нет ли помех от электрики? Источником помех могут быть генераторы, моторы и т.д.

### ***Проблема: Датчик не отвечает на запрос считывателя.***

Проверьте целостность кабеля. Это можно сделать с помощью омметра. Номинальное сопротивление между двумя выводами датчика (обычно красным и чёрным) составляет 180 Ом,  $\pm 10$  Ом. Если сопротивление измеряется как бесконечное или очень высокое ( $>1$  МОм), следует заподозрить обрыв провода. Если сопротивление измеряется как очень низкое ( $<100$ ), вероятно короткое замыкание кабеля. На заводе-изготовителе можно приобрести комплекты для сращивания и инструкции по ремонту поврежденных кабелей. Дополнительную информацию можно получить на заводе-изготовителе. Возможно, считыватель подключен к другому прибору либо это поломка.

## 8. ХРАНЕНИЕ

Датчики должны храниться в индивидуальной упаковке в закрытом вентилируемом помещении при температуре  $-30 \dots +50$  °C. Влажность воздуха не должна превышать 80%. В воздухе помещения не должно быть пыли и примесей, вызывающих коррозию или повреждение электрической изоляции.

## 9. УТИЛИЗАЦИЯ

Утилизацию датчиков усилия LC производит потребитель.