

## МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ НАЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ТОННЕЛЕЙ

*Лимонт Александр Витальевич, Салтанов Иван Игоревич,  
Святохо Ольга Викторовна, студенты 5-го курса  
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск  
(Научный руководитель – Мысливчик Е. Ю., старший преподаватель)*

При строительстве тоннелей всех назначений имеют место осадки земной поверхности, вызываемые горными работами. Величины осадок зависят от глубины залегания тоннелей, геологических условий, размеров горных выработок, скорости и способов ведения горных работ, своевременности заполнения пустот за обделкой сооружения и ряда других факторов.

В целях выявления величин осадок необходимо постоянно наблюдать за поверхностными сооружениями в зоне возможной деформации. Наблюдения состоят в периодическом нивелировании установленных на сооружениях деформационных реперов.

Ширина возможной зоны деформации устанавливается от полуторной до двойной глубины залегания тоннеля (по каждую сторону от него), в зависимости от геологических и гидрогеологических условий.

Проект расположения деформационных реперов составляется на имеющихся планах поверхности, на которых показаны проектируемые подземные сооружения.

Деформационные реперы намечаются на зданиях вблизи основных углов, а на больших зданиях - на расстояниях 20 - 25 м друг от друга.

После составления проекта расположения реперов производится рекогносцировка в натуре. Места закладки реперов отмечаются масляной краской, на стенах подписываются их порядковые номера. Возрастание номеров дается сообразно возрастанию пикетажа трассы.

На зданиях с облицовкой из гранита или мрамора реперами могут служить цоколи указанных облицовок. Места постановки нивелирной рейки окрашиваются краской, при этом выполняются зарисовка и линейные привязки мест, служащих реперами, к ближайшим характерным элементам ситуации - углам домов, аркам, пилястрам и т.д. (рис. 1). [1]

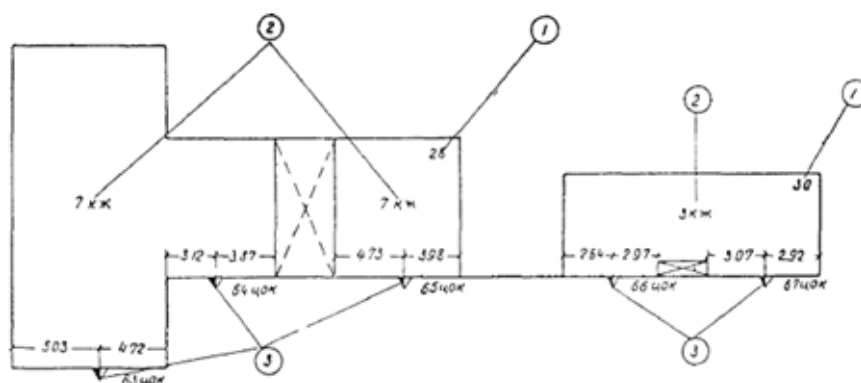


Рисунок 1 – План расположения деформационных реперов на цоколях зданий (1- номера домов; 2 - характеристики зданий; 3 - деформационные реперы. Размеры указаны в метрах)

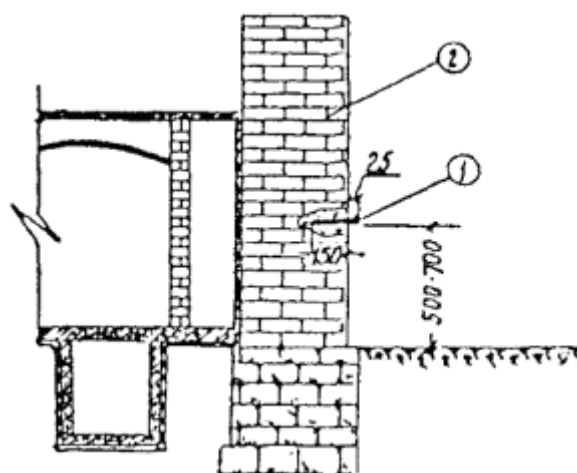


Рисунок 2 – Стенной деформационный репер (1- деформационный репер; 2 - цоколь здания. Размеры указаны в миллиметрах)

Одновременно с рекогносцировкой производится обследование основной застройки, уточняются характеристики и адреса зданий. Все изменения и дополнения наносятся на планы поверхности.

В качестве реперов применяются костыли, изготовленные из арматурного железа, толщиной не менее 15 мм или готовые железнодорожные. Реперы закладываются в цоколи зданий на цементном растворе. [2]

При строительстве внегородских тоннелей наблюдения за деформацией поверхности производится в случаях:

- а) наличия на трассе наземных сооружений;
- б) расположения тоннеля в неустойчивых (оползневых) породах.

#### *Первичное нивелирование*

До производства горнопроходческих работ сеть исходных реперов в районе трассы сгущается. Сгущение производится прокладкой опорных ходов III класса. Дополнительными реперами могут служить удаленные от трассы

нивелирные реперы, ранее не вошедшие в опорные ходы III класса, деформационные костыли и характерные точки наземных сооружений.

Для получения первичных отметок деформационных реперов между реперами II класса и реперами опорных ходов III класса прокладываются ходы III класса.

При выверке нивелира особое внимание уделяется соблюдению условия параллельности осей трубы и уровня.

Первичное нивелирование деформационных реперов производится по черной и красной сторонам реек дважды, желательно разными исполнителями и инструментами.

Максимальное расстояние от нивелира до реек не должно превышать 50 м.

Длины ходов между узловыми точками не должны быть более 400 м. Висячие ходы более трех станций не допускаются.

Для первичного и повторного нивелирования по деформационным реперам установлены следующие допуски:

а) расхождения в превышениях, определенных по черной и красной сторонам реек, не должны превышать  $\pm 3$  мм;

б) невязки в полигонах и замкнутых ходах не должны превышать где  $n$  - число станций.

При величинах невязок в ходах, превышающих указанный допуск, производится уточнение отметок исходных реперов путем контрольного нивелирования опорными ходами III класса.

Расхождения в отметках деформационных реперов, получаемые из двух начальных нивелирований, не должны превышать 5 мм.

#### *Повторное нивелирование*

По мере производства горнопроходческих работ периодически ведется нивелирование деформационных реперов, по результатам которого выявляются величины осадок.

Отсчеты на связующие точки ходов производятся по черной и красной сторонам реек, на промежуточные - только по черной.

Периодичность повторных нивелирований определяется степенью интенсивности осадок, но не реже одного раза в 1,5 месяца.

Повторное нивелирование продолжается до полного затухания осадок и в любом случае - не менее 3 месяцев после окончания горнопроходческих работ.

Для выявления деформации исходных реперов в районах производства горностроительных работ производится контрольное нивелирование этих реперов опорными ходами III класса. Периодичность его зависит от интенсивности осадок, но не должна быть реже двух раз в год.

Следует иметь в виду, что при большом притоке воды в подземных выработках зона осадок поверхности может достигать пятикратной глубины сооружения (по каждую сторону от него). Это обстоятельство может потребовать значительного расширения зоны контрольного нивелирования. [3]

#### *Оформление материалов*

На все реперы II класса и реперы опорных ходов III класса, расположенные в районе наблюдения за деформацией, составляется каталог исходных отметок по форме.

Первичные значения отметок, а также описание деформационных реперов заносятся в специальную книгу-каталог. Первичные отметки выписываются красной тушью. В эту же книгу-каталог записываются величины осадок деформационных реперов по форме. Помимо записей в каталогах, деформация отражается графически на планах штриховкой в условных знаках

По результатам повторных нивелирований ежемесячно составляется сводная ведомость осадок по форме.

В особых случаях, когда осадки достигают значительных размеров, составляются промежуточные сводки непосредственно после получения полевых данных.

#### Литература:

1. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. Стандартиформ, Межгосударственный стандарт : ГОСТ 24846, 2012. - Введ. 07.09.2012г. - Москва. - 36 с.
2. Основания и фундаменты зданий и сооружений : СНБ 5.01.01-9, 1999. - Введ. 03.06.1999г. - Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ - 1999.-34 с
3. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований зданий и сооружений. - Москва : Научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений имени Н.М. Герсеванова, 1975 - 110 с