

работы, коэффициент сочетания нагрузок), но не учтен человеческий фактор. Специфика автомобильных дорог состоит в том, что из всех видов инженерных сооружений они наиболее активно взаимодействуют с окружающей средой и разносторонний характер таких связей требует комплексного анализа всех факторов (и положительных и отрицательных), которые дают возможность правильно выбрать наилучшее проектное решение. Необходимость в комплексном учете всех факторов состоит в том, что нарушение работы искусственного сооружения влияет не только на безопасность участников движения, а так же и на безопасность жителей близко расположенных населенных пунктов и приносит ущерб народному хозяйству.

Немаловажным является так же вопрос содержания и эксплуатации искусственных сооружений. Использование объектов без надлежащего содержания в течение 50 лет создало предпосылки к разрушению элементов сооружений, а физический износ вследствие развития дефектов, старения и ухудшения свойств материала, привел к потере нормативной несущей способности. Самыми распространенными искусственными сооружениями являются железобетонные трубы, которые наиболее уязвимы, их срок службы не превышает 30-40 лет в условиях, когда отсутствует уход и поточные ремонты. Как правило, за трубами и другими сооружениями не ведется положенный уход, в первую очередь это связано с недостаточными капиталовложениями в отрасль.

Расчёт подпорных стен и устойчивости откосов

Калацкий А.С.

Белорусский национальный технический университет
(руководитель – старший преподаватель Ходан Е.П.)

Подпорные стенки представляют собой инженерные сооружения, служащие для удержания в требуемом положении грунта или других сыпучих тел, если невозможно устраивать естественные откосы.

Широкое применение подпорные стенки нашли в гидротехническом и транспортном строительстве, где они достигают больших высот и значительной протяженности.

В промышленном строительстве отдельно стоящие подпорные стенки применяются для ограждения террас, заводских площадок, расположенных на разных уровнях; насыпей и выемок внутризаводских и подъездных автомобильных и железных дорог, при невозможности выполнения откосов с допустимыми уклонами; отдельных заглубленных или приподнятых участков внутри и вне корпусов. В специальных сооружениях (склады инертных веществ, рампы, бункерные эстакады, рудные дворы и т. д.).

Кроме того, аналогично подпорной стенке работают вертикальные элементы стен ряда подземных сооружений — каналов, тоннелей, подвалов, отстойников и т. д. — испытывающих горизонтальное давление грунта.

Подпорная стенка, удерживающая грунт (или другое сыпучее тело), испытывает горизонтальное давление от стремящегося сдвинуться массива грунта, называемого «призмой обрушения».

Давление на стенку грунта, стремящегося сдвинуться, называется активным давлением или распором. При стремлении стенки переместиться в сторону грунта, последний оказывает сопротивление перемещению стенки, называемое пассивным давлением или отпором грунта. Интенсивность пассивного давления при одинаковых высотах и характеристиках грунта значительно превосходит интенсивность активного давления.

По конструктивному решению подпорные стенки разделяются на две основные группы: массивные и тонкие.

Массивные характеризуются тем, что влияние горизонтальных усилий от давления на них грунта погашается в основном собственным их весом.

В тонких стенках в работу по восприятию горизонтального давления грунта и обеспечению устойчивого положения стенки тем или иным способом вовлекается вес удерживаемого грунта.

На основании перечисленных исходных данных следует выбрать тип стенки и задать ее конфигурацию.

Согласно закону Кулона, сопротивление сыпучих грунтов сдвигу, есть сопротивление их трению. Характеристикой такого сопротивления является коэффициент внутреннего трения f , равный тангенсу так называемого угла внутреннего трения φ , т.е.

$$f = tg\varphi$$

Таким образом, угол внутреннего трения равен предельному углу откоса сыпучих грунтов, который еще называют углом естественного откоса. На основе этого закона существует множество методов определения устойчивости откоса.

Подпорные стенки устраивают в том случае, когда необходимо удержать массив грунта с откосом, крутизна которого превышает величину определяемую углом внутреннего трения и силами сцепления. Для проектирования и расчета подпорной стенки необходимо иметь такие исходные данные:

1. Высоту подпора грунта и конфигурацию поверхности засыпки с верховой стороны.
2. Характеристику грунтов основания и засыпки (вид грунта, объемный вес γ , нормативный угол внутреннего трения φ , для связных грунтов — коэффициент сцепления C), полученную на основании отчета об инженерно-геологических изысканиях;
3. Данные о временных нагрузках располагаемых на призме обрушения.

На основании перечисленных исходных данных следует выбрать тип стенки и задать ее конфигурацию.

Расчет подпорной стенки производят в таком порядке:

1. Предварительно назначают основные размеры стенки.
2. Исходя из заданных нагрузок, принятого очертания и конструкции подпорной стенки, конфигурации поверхности засыпки, высоты подпора и характеристики грунтовых условий определяют интенсивность активного горизонтального давления грунта на стенку в характерных точках по высоте.
3. Определяют величину полного горизонтального давления грунта на стенку и моменты от горизонтального давления грунта, стремящиеся опрокинуть стенку.
4. Вычисляют все вертикальные усилия, действующие на стенку (собственный вес ее, вес грунта засыпки, усилия от временных нагрузок).

5. Для наиболее невыгодных комбинаций усилий производят проверку устойчивости стенки на сдвиг и на опрокидывание, и при необходимости корректируют заданные размеры стенки.

6. Производят проверку прочности основания. Для подпорных стенок, применяемых в промышленном строительстве, она сводится к определению краевых удельных давлений на грунт под подошвой фундамента.

7. Для особо высоких и тяжело нагруженных стенок, для стенок расположенных на косогорах, а также при слабых грунтах следует выполнять также проверку основания на скольжение по кругло цилиндрическим поверхностям.

8. Подбирают сечения элементов стенки

Приведенная ниже формула является «общей» и зачастую неудобна для использования, она требует трудоемких вычислений. В практике проектирования в каждом случае применяются её преобразования.

$$P_y = \gamma y \mu',$$

$$\text{где } \mu' = \frac{1}{(1 + \sqrt{Z_\alpha})^2} \cdot \frac{\cos^2(\varphi - \varepsilon)}{\cos^2 \varepsilon \sin \varphi_\alpha};$$

$$\psi_\alpha = 90^\circ - \varepsilon - \delta;$$

$$Z_\alpha = \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \alpha)}{\sin \psi_\alpha \sin(90^\circ - \varepsilon + \alpha)}.$$

В формуле приняты следующие обозначения:

P - интенсивность горизонтального давления грунта на глубине y от поверхности грунта засыпки, т/м²;

y - расстояние по вертикали от рассматриваемого сечения до поверхности грунта засыпки, м;

γ - объемный вес грунта, т/м³

ε - угол наклона задней грани стенки к вертикали (считается положительным, если задняя грань стенки повернута в сторону, противоположную засыпке)

α - угол наклона поверхности засыпки к горизонту (считается положительным, если откос направлен вверх).

δ - угол трения грунта о стенку.