

ленных из твердой полиуретановой пены. Полиуретановые оконные переплеты отвечают всем требованиям, предъявляемым к пожарной безопасности конструкций, при их эксплуатации не происходит выделение вредных веществ.

Площадь поверхности окон при устройстве мансард принималась 8-10% от площади помещений, при этом учитывалось, что мансардные окна дают на 30-40% больше света, чем слуховые окна. Особенно надежными и удобными в эксплуатации показали себя мансардные окна VELUX. В качестве облицовочного материала внутри чаще всего использовались гипсокартонные листы.

Опыт проектирования и строительства показал, что оборудование чердачных помещений и надстройка мансард оказываются простейшими решениями для увеличения жилплощади.

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ АРМОГРУНТОВЫХ СТЕН

Русак Н.Н., Шведовский П.В., Матчан В.А.

В результате численного анализа МКЭ армогрунтовых стен с геотекстильными оболочками решены следующие задачи:

1. Определены геометрические формы поверхностей разрушения.
2. Определен характер распределения нормальных напряжений в грунтовой засыпке, при возведении конструкции и ее последующем нагружении, что позволило рассмотреть возможные подходы к проблеме теоретического определения НДС в грунтовой матрице с учетом распределительной способности грунта и влияния армирующих прослоек и грунтовых анкеров на величину и характер распределения напряжений между армирующими прослойками.
3. Определена крутизна зон рассеяния напряжений от пригрузки, что позволило учесть характер распределения напряжений в засыпке от пригрузки вдоль армирующих прослоек и выбрать методику расчета напряжений в грунтовой матрице.
4. Определен кажущийся коэффициент связности между армирующими элементами и засыпкой $\mu = f(\sigma_z)$ и характер распределения растягивающих усилий в армирующей прослойке, на основании которых рассмотрены теоретические подходы к проблеме расчета несущей способности армирующих элементов на выдергивание из грунтового массива, в том числе с учетом образования площадок скольжения. Рассмотрены вопросы расчета локальной устойчивости армирующего элемента и устойчивости призмы обрушения.
5. Определен характер распределения контактных напряжений по подошве стены, что позволило выбрать методику расчета общей устойчивости сооружения и несущей способности основания.

Установлено, что у армогрунтовых стенок с геотекстильными оболочками боковое давление грунта на лицевую поверхность стенки не поддается описанию по какому-либо закону, т.е. в отличие от традиционных подпорных стенок, при расчете которых можно принять тот или иной вид эпюры бокового давления грунта на подпорную стенку, в случае стенок из армогрунта с геотекстильными оболочками это сделать невозможно. Поэтому для расчета данных конструкций был принят метод, который заключается в том, что с помощью натуральных наблюдений заранее принимаются геометрические формы поверхностей разрушения. После этого с помощью введения упрощающих допущений, позволяющих приближенно оценить величину нормальных напряжений вдоль этих поверхностей и вдоль армирующих элементов рассматривается равновесие призмы разрушения, вычисляется соотношение между удерживающими и сдвигающими силами.

Для того, чтобы определить величину компонент напряжений в грунтовой засыпке внутри геотекстильной оболочки необходимо учесть совместное действие по крайней мере пяти факторов, так или иначе зависящих от технологии возведения и физико-механических характеристик материалов армогрунта:

- усилия в грунтовой матрице, возникшие при ее уплотнении в условиях полного ограничения бокового расширения с одной стороны (со стороны опалубки) и частичного (лишь собственный вес грунта) с другой. Кроме того, здесь необходимо учитывать ограничение бокового расширения грунта за счет введения в массив грунта армирующих элементов;

- растягивающие напряжения, возникшие в геотекстиле при действии выдерживающих сил, от бокового давления грунта на лицевой поверхности стены, передаются на грунтовую матрицу посредством действия сил трения на контакте грунт - геотекстиль;

- при возведении конструкции, в процессе уплотнения засыпки, в геотекстиле возникает остаточное "преднапряжение", которое передается на грунт внутри каждой геотекстильной оболочки;

- за счет включений в грунтовую матрицу геотекстильных прослоек происходит усиление в горизонтальной плоскости, т.е. проявление армирующего эффекта. В области под нагрузкой вертикальные напряжения ослабляются эффектом натяжения геотекстиля, который действует кверху. Таким образом вертикальная нагрузка на каждую нижележащую оболочку уменьшается;

- при рассмотрении НДС в засыпке необходимо учитывать сопротивление выдерживанию грунтовых анкеров, которое возникает в результате мобилизации пассивного сопротивления засыпки, расположенной за периметром анкера. Кроме того, в связи с тем, что грунтовые анкеры расположены в непосредственной близости друг от друга возникает эффект наложения работы анкеров.

Геотекстиль, удлинение которого под нагрузкой незначительно, снижает скорость деформаций грунта в горизонтальном направлении, при условии, что между грунтом и арматурой существует сцепление, вызванное трением.

Максимальные растягивающие усилия находятся во второй снизу геотекстильной прослойке. Деформации конструкции практически затухают в течение трех первых месяцев после завершения строительства. Быстротечность осадки обуславливают отсутствие связности в песках, хорошая их водопроницаемость и так же возможность их хорошего и равномерного уплотнения при возведении, кроме того, стеклоткань не обладает свойством ползучести во времени и деформации конструкции происходят только за счет уплотнения песка.

При анализе направления суммарных нормальных напряжений, полученных в результате экспериментальных исследований, был сделан вывод, что критическая плоскость сдвига проходит через геометрическое место точек, в которых происходит наложение зон распределения нормальных напряжений в грунтовой засыпке от выдергивания соседних грунтовых анкеров.

Расчет устойчивости основания производится полностью в соответствии с методикой изложенной в Руководстве по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства, т.к. экспериментальные исследования и расчеты МКЭ показали, что эпюра контактных напряжений носит трапециевидный характер, как и в случае традиционных подпорных стен.

На основе проведения исследований предложена методика расчета армогрунтовых стен с геотекстильными оболочками высотой до 5 м.

Сравнение результатов расчета по данной методике с экспериментальными результатами, результатами расчета МКЭ и расчетов по другим методикам, показывает, что она позволяет достаточно полно оценить уровень риска разрушения двумя способами (избыточная нагрузка, недостаточная анкеровка). Максимальные растягивающие усилия в геотекстиле, полученные расчетом, оказались несколько выше (на 6%) экспериментальных. В то же время, расчет конструкций по многим существующим методикам приводит к недооценке максимальных растягивающих усилий в геотекстиле. Максимальный коэффициент запаса на выдергивание арматуры из грунтового массива получен по методу Шлоссера, в котором принято распределение давления по Мейергофу.

При невыполнении хотя бы одного из условий расчета локальной устойчивости производится изменение шага армирования (высоты оболочек). При нарушении общей устойчивости конструкции необходимо увеличить глубину армирования.