УДК 624.137

БИОПОЗИТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В РЕЗЕРВИРОВАНИИ СТОЙКОСТИ ПОДПОРНЫХ СТЕН К ПРОГРЕССИРУЮЩЕМУ РАЗРУШЕНИЮ

к.т.н., доц.Дьяков И.М.,
Национальная академия природоохранного и курортного строительства, Симферополь

Постановка проблемы.Участившиеся аварии зданий и сооружений послужили причиной активизации внимания к вопросам стойкости конструкций к прогрессирующему (лавинообразному)разрушению. В нормах некоторых стран были введены требования к обеспечению стойкости к восприятию аварийных и запредельных нагрузок особо ответственных зданий и сооружений. В отечественных нормах [1] так жеотмечено, что для обеспечения надежности конструкций в отдельных случаях для аварийных расчетных ситуаций следует выполнять проверку по первой группе предельных состояний с использованием характеристичных значений прочностных и деформационных характеристик материалов.

Одним из направлений повышения стойкости конструкций к прогрессирующему разрушению является резервирование. В соответствии с ГОСТ 27.002—89 Надежность в технике[2] резервирование (Redundancy) определяется какспособ обеспечения надежности объекта за счет использования дополнительных средств и возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимым для выполнения требуемых функции. При этом резервный элемент Redundant element рассматривается какэлемент, предназначенный для выполнения функции основного элемента в случае его отказа.

Южный берег Крыма является регионом со сложными инженерно-геологическими условиями, сложным рельефом местности, повышенной сейсмичностью и значительной плотностью оползнеопасных территорий. В данных условиях существенная роль отведена сооружениям инженерного оборудования территории и, прежде всего, подпорным стенам. Значительную часть из них можно отнести к сооружениям повышенной ответственности, так как в случае их повреждениявозможноразрушениерасположенных рядом зданий и сооружениям и прочие катастрофы. Резервирование несущей способности как существующих, так и проектируемых подпорных стен позволило бы снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций, уменьшить последствия от разрушения конструкций либо обеспечить необходимое время для устранения тех или иных внештатных ситуаций.

Анализ последних исследований и публикаций.Исследования в области прогрессирующего разрушения зданий и сооружений начали проводиться относительно недавно. В основном они затрагивают такие строительные системы, как большепролетные конструкции, многоэлементные структуры, многоэтажные каркасные и панельные здания, пространственные оболочки. Этим и другим исследованиям посвящены работы Н.С.

Стрелецкого, В.И. Колчунова, Г.А. Гениева, Г.И. Шапиро, В.И. Клюевой, А.В. Перельмутера, П.Г. Еремеева, Б.С. Расторгуева, В.М. Бондаренко, Я.М. Айзенберга, Ю.И. Кудишина, В.О. Алмазова, А.И. Плотникова, А.Г. Тамразяна, В.М. Ройтмана, С.В. Доронина, В.В. Тура, В.К. Вострова и др. В некоторых из данных работ затронуты вопросы резервирования несущей способности конструкций зданий и сооружений. Вместе с тем в них не рассматриваютсяпроблемыпрогрессирующего разрушения подпорных стен и других конструкций, взаимодействующих с грунтом, резервирования стойкости этих конструкций к прогрессирующему разрушению.

Цель статьи: предложить и обосновать методы резервирования стойкости подпорных стен к прогрессирующему разрушению, основанные на биопозитивных технологиях.

Основной материал.Резервирование стойкости подпорных стен к прогрессирующему разрушению возможно различными способами. Одним из предлагаемых направлений повышения стойкости массивных, уголковых и др. подпорных стен к прогрессирующему разрушению является ее резервирование за счет создания биопозитивных систем и применения биопозитивных геосинтетических материалов. Такое резервирование позволяет одновременно решать несколько задач:

– повышение стойкости сооружений к запредельным нагрузкам;

– обеспечение выполнения удерживающих функций в случае повреждения основного сооружения;

– придание сооружению биопозитивных свойств, оказывающих благоприятное воздействие на окружающую среду;

– улучшение эстетических свойств сооружений и др.

Перспективным, по нашему мнению, направлением резервирования является устройствогабионов или ряжевых конструкций с фасадной стороны существующих массивных или уголковых подпорных стен (рис.1,2). Пространство между основной стеной и резервирующей конструкцией можетбыть заполнено растительным грунтом для высадки растений.При этом должен быть обеспечен отвод воды с дренажных отверстий основной стены. В зависимости от степени резервирования, эстетических, конструктивных и других соображений должны быть решены вопросы геометрических характеристик резервирующей конструкции, величины нагрузки, которую она должна воспринимать.

Расчет резервирующего элемента целесообразно производить в зависимости от его типа, определяемого в свою очередь конструктивными особенностями. В зависимости от наличия жестких конструктивных элементов, соединяющихсооружения, расстояния между стенами, заполненного растительным грунтом, резерв целесообразно рассматривать как нагруженный, облегченный или ненагруженный. Соответственноон должен либо рассчитываться исходя из совместной работы основной подпорной стены и резерва с передачей на резерв определенной доли нагрузки, либо воспринимать нагрузки не меньшие, чем основная стена.

Преимуществами рассмотренных методов резервирования является возможность обеспечить высокую вероятность успешного перехода на резерв,

т.е. без полного отказа основной подпорной стены. Кроме того возведение любого из предложенных резервирующих сооружений позволяет улучшить работу резервируемого элемента – основной подпорной стены, а именно:уменьшить пластические деформации и вероятность выпора грунта у краевых зон фундаментов стены со стороны фасада;увеличить несущую способность стены за счет изменения схемы работы конструкции.

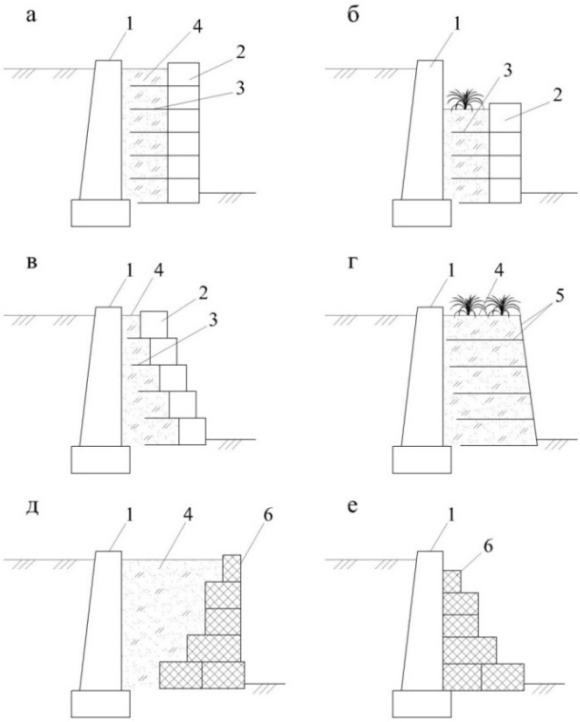

Рис.1. Резервирование стойкости подпорных стен к прогрессирующему разрушению габионами: а, б, в - системы Террамеш; г – система Зеленый террамеш, д, е - коробчатые габионы. 1 – основная подпорная стена; 2, 3– система Террамеш; 3 - армирующие панели; 4 - насыпной растительный грунт; 5 – система Зеленый террамеш; 6 - коробчатые габионы

В качестве резервных систем из габионов наиболее подходят такие известные конструкции, как: системы Террамеш, Зеленый террамеш, коробчатые габионы. [2].Лицевая сторона резервирующей системы Террамеш может быть выполнена в виде вертикальной или наклонной стены гладкого или ступенчатого очертания (рис. 1а, б, в). Для упрощения озеленения

лицевой поверхности габионов, коробчатые габионы могут быть частично заполнены растительным грунтом.

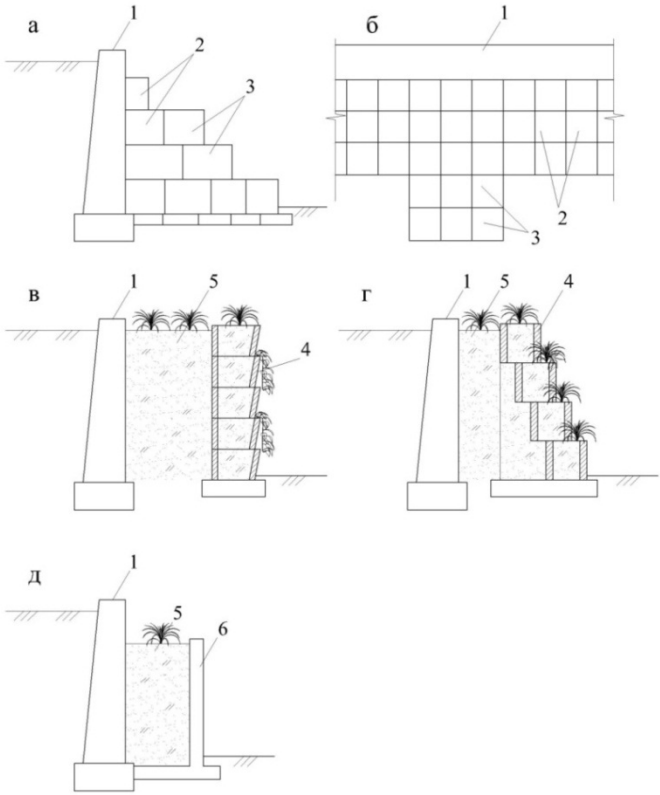

Рис.2. Резервирование стойкости подпорных стен к прогрессирующему разрушению: а, б – габионами с контрфорсами; в, г, д – ряжевыми системами. 1 - основная подпорная стена; 2 - коробчатые габионы; 3 – контрфорсы из габионов; 4 – ряжевые элементы; 5 - насыпной растительный грунт; 6 – крупноразмерный ряжевый элемент

Система зеленый Террамеш может иметь наклонную и вертикальную лицевую сторону. К панелям сетки лицевой грани прикрепляется биополотно, инициирующее рост травяного покрова. Использование растительного грунта, обогащенного различными видами трав, позволяет осуществить полное озеленение конструкции (рис.1г).

Коробчатые габионы могут применяться в нескольких вариантах: с устройством пространства, заполненного растительным грунтом (рис.1,д), с

непосредственным примыканием габиона к подпорной стене (рис.1,е), в качестве контрфорсов, как раздельное резервирование, и в виде комбинированных систем (рис.2а,б).

Резервирующиеэлементы могут выполняться из ряжевыхконструкций, например пустотелых коробчатых элементов, заполненных растительным грунтом (рис.2 в,г,д). При этом возможна организация как ненагруженного или облегченного резерва (рис.2 в,г), так и нагруженного (рис.2д).

Принципиально отличающимся методом резервирования стойкости подпорных стен к прогрессирующему разрушению являетсясоздание связей в грунте, например за счет армирования геосинтетическими материалами. В настоящее время геосинтетические материалы активно используются в дорожном строительстве [4]. Применение геосеток и георешеток позволяет улучшить физико-механические свойства грунта в зоне возникновения пластических деформаций, снизить перемещения грунта, в том числе связанные с воздействием таких факторов, как пригруз, сейсмические воздействия и т.д.. Другими эффектами армирования являются: стабилизация давления на подпорные стены при увлажнении и других воздействиях, более стабильная работа грунта основания под фундаментов стены, связанная с повышением его несущей способности и снижением деформаций. Некоторые схемы армирования грунта представлены на рис 3а, б. В настоящее время в НАПКС проводятся исследования по выявлению эффективности применения различных схем армирования грунта геосинтетиками для повышения устойчивости подпорных стен.

Представляет интерес резервирование за счет применение объемных пространственных георешеток, укладываемых послойно горизонтально во всей толще грунтового массива в сдвиговой зоне откоса за подпорной стеной (рис. 3, в). В качестве заполнителя верхних слоев георешеток может быть применен растительный грунт с посевом семян, а нижних слоев – местный грунт. В особо сложных и ответственных условиях нижние слои могут заполняться несвязным минеральным материалом, укрепленным вяжущим материалом.

Выводы

1. Безопасное освоение территорий в сложных условиях Крыма и некоторых регионов Украины требует обеспечение стойкости наиболее ответственных подпорных стен и удерживающих сооружений к прогрессирующему разрушению, что вызвано значительным количеством запредельных воздействие на сооружение и участившимися авариями.
2. Одним из методов обеспечения живучести подпорных стен и предотвращения прогрессирующего разрушения, может стать резервирование несущей способности за счет применения биопозитивных конструкций и материалов.
3. Использование биопозитивных технологий для резервирования позволяет комплексно подойти к существующим проблемам, обеспечив не только безопасность эксплуатации сооружений, но и благоприятное воздействие на окружающую среду, эстетичность.

4. В настоящее время отсутствуют подходы к расчету резервирующих систем, что обосновывает необходимость проведения исследований в данной области.

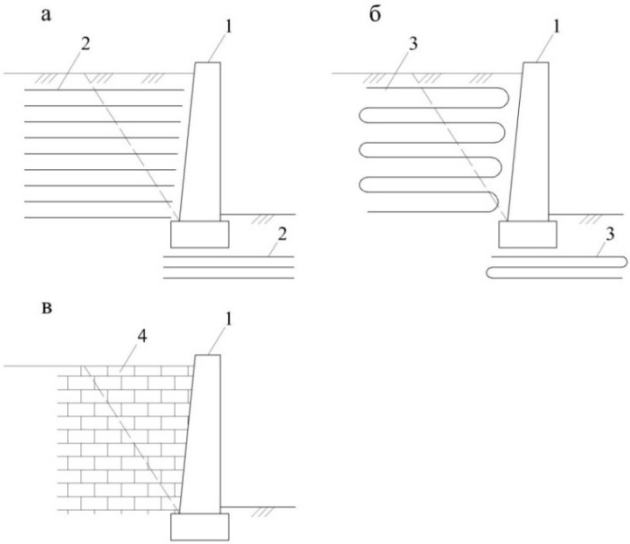

Рис.3. Резервирование стойкости подпорных стен к прогрессирующему разрушению геосинтетическими материалами: а, б – геосетками и геотканями; в – объемными пространственными георешетками. 1 - основная подпорная стена; 2, 3 – геосетка или геоткань; 4 - объемные пространственные георешетки

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-98-2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.– 73 с.
2. ГОСТ 27.002—89. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.- М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.-67 с.
3. Дьяков И. М. Предпосылки и некоторые аспекты применения теории живучести к оценке работы подпорных стен на запредельные нагрузки / И. М. Дьяков // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — Симферополь : НАПКС, 2011. — Вып. 39. — С. 29—34.
4. Дьяков И. М. К вопросу применения геосинтетических материалов для повышения надежности работы подпорных стен в условиях Крыма / И. М. Дьяков, Д. А. Мравец // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — Симферополь: НАПКС, 2012. Вып. 42. — С. 52—57.