

Были проведены ряд экспериментов на серийном изделии, изготовленном методом поверхностного монтажа с применением свинцовосодержащей пасты с 2% содержанием серебра (Sn62Pb36Ag2) [2,3].

Для обнаружения дефектов применялись установки рентгеновского контроля. Наиболее часто встречающимся дефектом в ПС при технологии ПМ являются микродефекты типа микропустоты, их скопления и отслоение ПС от контактных площадок. Все эти дефекты допустимы для производства серийной бытовой техники. Для электронных изделий авиакосмического комплекса, где присутствуют различные механические нагрузки от вибрационных до ударных, данные дефекты недопустимы.

После оплавления припоя проводилось исследование структуры ПС на рентгеновской установке. Было выявлено место и тип имеющихся дефектов. Далее проводилось испытание макетного образца с целью выяснения его надёжности и деградации структуры ПС под действием различных агрессивных сред и механических нагрузок:

- испытание на вибропрочность синусоидальной вибрации последовательно по 5 минут в направлении каждой из осей X, Y, Z в диапазоне частот 20-2000 Гц при ускорении до 15g;

- испытание образца на стойкость к циклическому изменению температуры (ТЦ) в диапазоне $-60 \div 60^\circ\text{C}$ по часу на каждом значении, всего 10 циклов;

- воздействие одиночного удара в направлении оси Z с максимальным пиковым ускорением 50 g и длительностью воздействия 1-3 мс по 8 ударов в двух направлениях;

- испытание на влагостойкость в течение 5 суток при относительной влажности $93 \pm 3\%$ и температуре $40 \pm 2^\circ\text{C}$;

- продолжительное термическое испытание - 100 циклов ТЦ в диапазоне $-60 \div 60^\circ\text{C}$ по часу на каждом значении с визуальной инспекцией через каждые 20 циклов;

- прочность ПС элементов на разрушающий сдвиг выдерживает усилие до 7 кг по ОСТ4ГО.033.200 (аналоговые и цифровые микросхемы и чип компоненты).

Для сравнения результатов после испытаний был произведён анализ внутренней структуры ПС с помощью рентгеновских снимков. Было выявлено, что изменений в них не произошло, следовательно, применение свинцовосодержащих материалов в технологии ПМ элементов, выполненных по бессвинцовой технологии вполне оправдано. Так же не было обнаружено образования интерметаллидов в структуре паяного соединения, возникающего вследствие миграции серебра в структуру контактных площадок печатной платы [2, 4].

Сравнение структур ПС до и после представленных испытаний показало, что количество

и характер дефектов (микропустот и их скоплений) в целом аутентичен и составляет 1-7% от площади ПС (максимум 25% согласно IPC-7095A). Технологический процесс ПМ с применением бессвинцовых материалов имеет ряд недостатков, таких как повышенная температура оплавления, что приводит к термоударам по кристаллам микросхем и коробление печатных плат, а так же худшая смачиваемость выводов элементов с контактными площадками. В связи с этим применение свинцовосодержащих материалов позволит оптимизировать производство, не ухудшая общего качества продукции и его прочности, что в дальнейшем позволит более эффективно производить операцию монтажа элементов в различных корпусах при высоких требованиях к электронным изделиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Нинг-Ченг Ли. Технология пайки оплавлением, поиск и устранение дефектов: Поверхностный монтаж, BGA, CSP и Flip Chip технологии. ИД "Технологии", 2006 г., Москва. 392 с.

2. М. Джюд, К.Бридли. Пайка при сборке электронных модулей. ИД "Технологии", 2006 г., Москва. 416 с.

3. А.В. Сускин. Основы технологии поверхностного монтажа. Изд. "Узорочье", Рязань, 2001, 160 с.

4. Guidelines for Mounting Fairchild's BGA Packages. Dennis Lang, Applications Engineer. Application Note 7001, March 2002, 7 стр.

О КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУНТОВОГО ОТКОСА СУДОХОДНОГО КАНАЛА

Богомолов А.Н., Шиян С.И.

*Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет
Волгоград, Россия*

Левый откос канала № 101, примыкающий к территории шлюза № 1 Волго-Донского водного пути, является опасным в оползневом отношении земляным сооружением.

Он имеет очень сложное геологическое строение, возведен на месте бывшего оврага из пластичных шоколадных глин с прослойками водонасыщенного песка. Уровни грунтовых вод находятся на высоких по отношению к подошве откоса отметках. В 1964 году на откосе произошел оползень, спровоцированный эрозийными процессами.

После этого в 1966 году институтом «Гидропроект» выполнены инженерно-геологические изыскания на левом склоне канала [1] для определения физико-механических свойств грунтов, характера их обводнения, водо-

проницаемости и степени устойчивости грунтового массива.

По результатам этих изысканий составлен геологический разрез площадки, который представлен современными техногенными образованиями, верхнечетвертичными морскими отложениями хвалынского горизонта и среднечетвертичными аллювиальными отложениями хазарского горизонта.

В середине 1980-х начале 1990-х годов сотрудниками Ленинградского института водного транспорта были проведены наблюдения за деформациями откоса и расчет его устойчивости. Расчетные значения коэффициентов устойчивости оказались меньше нормативного значения и немногим больше единицы. На основании этого сделан прогноз о том, что в случае продолжения деформаций, примерно через 15 лет возможен новый оползень, т.е. склоновые процессы могут активизироваться в настоящее время [2].

Была поставлена задача определения критерия безопасной эксплуатации.

Критерии безопасной эксплуатации грунтового гидротехнического сооружения – это, установленные с учетом класса сооружения, качественные признаки и количественные показатели, характеризующие его безопасность и безопасность окружающей среды при различных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, ввода и вывода его из эксплуатации.

Единственная ситуация, связанная с левым откосом канала № 101, которая может нарушить режим безопасной эксплуатации или привести шлюз № 1 в нерабочеспособное состояние, является возникновение оползня, т.е. переход грунтового массива в неустойчивое состояние.

Под *неустойчивым состоянием грунтового массива* при условии постоянства суммарного вектора внешних воздействий понимается такое его состояние, когда незначительное по величине изменение физико-механических свойств грунта «может нарушить равновесие массива, причем произойдут изменение структуры грунта и движение массива до тех пор, пока грунт не приобретет нового состояния равновесия» [3].

Для грунтового откоса качественным признаком возможности его безопасной эксплуатации является устойчивость, а количественным показателем – запас коэффициента устойчивости. Качественный признак может быть определен визуально и при помощи геодезических измерений. Количественный показатель определяется при помощи расчета.

Согласно [4] для обоснования надежности и безопасности гидротехнических сооружений «должны выполняться расчеты напряженно-деформированного состояния системы «сооружение-основание» на основе применения современных, главным образом, численных методов меха-

ники сплошной среды с учетом реальных свойств материалов и пород оснований. Обеспечение надежности системы «сооружение-основание» должно обосновываться результатами расчетов по методу предельных состояний их прочности, устойчивости».

Все инженерные сооружения шлюза № 1 Волго-Донского водного пути относятся к сооружениям II класса. При расчете сооружений II класса по I группе предельных состояний коэффициент надежности (в данном случае коэффициент запаса устойчивости) назначается равным $K=1,2$ [4].

Нами проведен расчет устойчивости исследуемого объекта с использованием компьютерной программы «GEO-SLOPE office» (версия 4.21) и программ «Устойчивость» и «STRESS-PLAST» [5; 6].

Первая из этих программ реализует несколько интерпретаций метода Шведской геотехнической комиссии, разработанного К.Е.Паттерсоном в 1916 году [7] (методы Ямбу, Бишоп и др.), и основанного на гипотезе о круглоцилиндрической форме поверхности скольжения.

Во второй и третьей программах формализованы методики [8], справедливая при условии, что в приоткосной зоне отсутствуют области пластических деформаций грунта, и [9], справедливая для условий смешанной задачи, построения наиболее вероятной поверхности скольжения, основанные на анализе напряженно-деформированного состояния грунтового массива методом конечных элементов. Под наиболее вероятной линией скольжения подразумевается единственная линия из всех, которые возможно построить в данном грунтовом массиве, имеющая при всех прочих равных условиях минимальное значение коэффициента запаса устойчивости K .

Обработка и анализ результатов вычислений показали: если в качестве расчетных физико-механических характеристик грунта взять их значения, полученные в условиях полного водонасыщения (условный уровень грунтовых вод находится на уровне дневной поверхности откоса), то численные значения коэффициентов устойчивости, вычисленные при помощи программы «GEO-SLOPE office» (версия 4.21), находятся в интервале $K \in [0,949-2,15]$, а при помощи компьютерных программ «Устойчивость» и «STRESS PLAST» - $K \in [0,74-3,16]$.

То есть, при этих условиях существуют поверхности скольжения, для которых численные значения расчетных коэффициентов устойчивости меньше нормативной величины.

Если в качестве численных значений расчетных характеристик грунта использовать значения физико-механических свойств, полученные при испытании образцов грунта естественной влажности с учетом действительного положения уровня грунтовых вод, то численные значения

величины коэффициента устойчивости вычисленные для любой возможной в данном грунтовом массиве поверхности скольжения, будут значительно больше нормативной величины $K=1,2$.

В работе [3] подчеркивается, что «в природе на устойчивость склонов и искусственных откосов существенное влияние оказывают внешние, главным образом гидрогеологические факторы». Если предположить, что физико-механические свойства грунтов, залегающих в естественных условиях выше установленного на день завершения инженерно-геологических изысканий уровня грунтовых вод, меняются со временем незначительно, то можно сказать, что величина коэффициента устойчивости откоса будет являться функцией уровня грунтовых вод, т.е. зависеть от доли объема грунта массива, находящегося в условиях полного водонасыщения.

Для количественной оценки критерия безопасной эксплуатации откоса проведены вычисления значений коэффициента устойчивости, смысл которых, сводится к следующему: для двух геологических разрезов, которые построены по результатам инженерно-геологических изысканий [10], выделены глобальные наиболее вероятные линии разрушения. Затем, для каждой из этих линий, при помощи компьютерной программы «GEO-SLOPE office» (версия 4.21) и компьютерных программ «Устойчивость» и «STRESS-PLAST», определены соответствующие численные значения коэффициентов устойчивости четырьмя методами для восьми гипотетических значений уровня грунтовых вод (всего прочитано 64 варианта).

Расчеты проведены при условии, что грунту, находящемуся ниже уровня грунтовых вод, присваивались физико-механические свойства, которыми он обладает при условии полного водонасыщения. Той части грунтового массива, которая находится выше уровня грунтовых вод, присваивались физико-механические свойства, которыми обладают соответствующие грунты в условиях естественного залегания.

В результате анализа и обработки полученных результатов построены графики зависимости величины коэффициента устойчивости откоса от уровня грунтовых вод.

Зная отметку уровня грунтовых вод нижнего горизонта и используя полученные графические зависимости, можно легко оценить количественный показатель критерия надежности, определить в случае необходимости критическое значение уровня грунтовых вод ($K=1$).

Заключение

Для безопасной эксплуатации и поддержания работоспособного состояния оползнеопасного левого откоса канала № 101 на участке, примыкающем к шлюзу № 1 Волго-Донского водного пути, что согласно п.5.3.3 СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения», гарантируется нормативной величи-

ной глобального коэффициента устойчивости (критерия безопасности) $K=1,2$, эксплуатирующая организация обязана постоянно обеспечивать нахождение уровня нижнего водоносного горизонта на отметке не выше -2м в Балтийской системе высот. При этом численные значения расчетной величины коэффициента устойчивости, вычисленной четырьмя методами (см. выше), будут находиться в интервале от 1,15 до 1,4, т.е. практически совпадать или быть выше нормативного значения K .

При этом рекомендуется:

- не допускать застройку прилегающей части террасы, где в настоящее время размещена зеленая зона, так как в этом случае, особенно при быстром возведении тяжелых сооружений, грунтовый массив может перейти в неустойчивое состояние;

- не допускать, даже временного, складирования отвалов грунтов и организации свалок на склоне и прилегающей к нему части террасы; повышения крутизны склона по сравнению с уже существующей, предусмотренной проектом;

- надежно обеспечивать поверхностный сток талых и ливневых вод с прилегающей территории в любой период эксплуатации склона. При этом не должна допускаться концентрация поверхностного стока, что может привести к образованию на склоне промоин, повышению крутизны отдельных его участков и снижению его устойчивости.

- содержать водонесущие коммуникации в исправном состоянии, а в случае аварийных утечек, быстро устранять их во избежание насыщения грунтов склона водой и снижения прочности грунтов; по той же причине нельзя проводить ненормированного (зарядного) полива зеленых насаждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Панов Ю.И. Волго-Донской соединительный канал им. В.И. Ленина. Противооползневые мероприятия по каналу 101 и 102. /Ю.И. Панов, Т.С.Кавеев, Б.И.Святун//Отчет об инженерно-геологических изысканиях и исследованиях. РЧ. ВФ "Гидропроекта", 1966 г., заказ 61-3-217 (1408-г).

2. Голубков С.А. Отчет о комплексных инженерных изысканиях для обоснования схемы инженерной защиты г. Волгограда от подтопления./ С.А.Голубков, С.В.Кузнецова// Том 1. Инженерно-геологические изыскания (в 11 книгах). НВТИСИЗ, 1985 г., заказ 8440 (4615-г).

3. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Госстройиздат, 1963.

4. СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения» Основные положения. - М.: Госстрой России, 2004.

5. Богомоллов А.Н.. Программа «Устойчивость» для ПЭВМ/ Богомоллов А.Н., Ушаков А.Н., Редин А.В. //Информационный листок о научно-

техническом достижении № 311-96, Волгоград, ЦНТИ, 1996.

6. Богомолов А.Н. Программа «STRESS-PLAST» для ПЭВМ/ Богомолов А.Н., Ушаков А.Н., Редин А.В. //Информационный листок о научно-техническом достижении № 313-96, Волгоград, ЦНТИ, 1996

7. Petterson K.E. Kajraseti Goteborg des 5-te mars 1916. Tekniske Tidskrift. v. 46, 1916.

8. Цветков В.К. Расчет устойчивости откосов и склонов. - Волгоград: Нижне-Волжское кн. из-во, 1979.

9. Богомолов А.Н. Расчет несущей способности оснований сооружений и устойчивости грунтовых массивов в упругопластической постановке. – Пермь: ПГУ, 1996.

10. Игнатенко О.Н. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям по теме № 949/06 «Исследование и расчет устойчивости оползнеопасного левого откоса канала № 101 на участке, примыкающем к шлюзу № 1 Волго-Донского водного пути в Красноармейском районе г. Волгограда». ООО «Радиян», 2006 г., заказ 3312.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД ПОЛИГОНА ТБО

Жаппарова Ж.М.

*Казахский национальный технический
университет имени К.И. Сатпаева
Республика Казахстан*

Дефицит площадей на урбанизированных территориях растет с каждым годом даже в благополучных с точки зрения территориальной обеспеченности странах. В качестве пригодных под застройку площадей начинают рассматриваться нарушенные территории со сложными инженерно-геологическими условиями. В условиях быстрого развития и расширения территории мегаполисов при соответствующем технико-экономическом обосновании и принятии правильных рекультивационных мер, возможно вторичное использование площадей полигонов ТБО. Закрытые полигоны могут использоваться в различных градостроительных направлениях: парки, спортивные площадки, поля для игры в гольф, автостоянки, и многое другое. Однако сложности экологического характера, существующие на полигонах ТБО: эмиссии свалочного газов, фильтратные воды, которые образуются в теле полигона могут надолго замедлить рекультивационный период. Поэтому исследование возможности дальнейшего использования необходимо начинать задолго до закрытия полигона захоронения ТБО.

В этой связи, Карасайский полигон захоронения отходов г. Алматы является потенциальным источником городской застройки, предотвращающим поглощение новых земельных ресурсов. Полигон расположен в Карасайском районе Алматинской области на 34 км от г. Алматы, в 2,3 км севернее автомобильной дороги Алматы - Бишкек, в 3 км западнее поселка "Айтей". Прилегающая территория - степь.

Полигон является специальным сооружением, предназначенным для централизованного складирования (изоляция) ТБО г. Алматы. Условия его функционирования призваны обеспечить надежность в вопросах охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологической безопасности для населения. Целевой срок эксплуатации полигона установлен: 2010 год. Химический состав, интенсивность и продолжительность эмиссий носят индивидуальный характер для каждого конкретного полигона. Эти показатели связаны со многими факторами, такими как, качественный и количественный состав содержимого полигона, природных условий месторасположения, возраста полигона, интенсивности процесса разложения. Климат рассматриваемого района умеренно-континентальный с сухим воздухом и большим числом солнечных дней. Осадки за год составляют 509 мм, среднегодовое испарение равно 452,2 мм. Средняя многолетняя температура воздуха самого холодного месяца (января) равна минус 9,9 °С, средняя многолетняя температура воздуха самого жаркого месяца (июля) равна плюс 29,5 °С. Природные условия Карасайского полигона способствуют образованию фильтратных вод в значительных объемах. Применение мероприятий по очистке фильтрата является актуальной проблемой.

В данном случае были применены различные коагулянты для предварительной очистки от никеля, цинка и меди фильтратных вод Карасайского полигона захоронения ТБО. В лабораторных условиях была создана модельная установка для очистки фильтрата. В качестве коагулянтов для очистки фильтрата от металлов были использованы: оксид кальция, сульфат алюминия, сульфат железа и сульфатно-хлоридный алюможелезистый коагулянт (СХАЖК), созданный в КазНТУ им. К.И. Сатпаева [1]. Очистка проводилась в статическом режиме в течение трех часов. При анализе применялись соответствующие методики, внесенные в Реестр Республики Казахстан [2]. Определение металлов проводилось на атомно-абсорбционном спектрометре «AAnalyst 400» фирмы PerkinElmer (США) в Аккредитованной лаборатории ТОО «Казэкоанализ». В результате проделанной работы было установлено, что коагулянты имеют