

**КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ
ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ
ВЕРТИКАЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ
ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ**

МИНЧУКОВА М. Е.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В настоящее время в мире происходит интенсивный рост накопления промышленных и бытовых отходов, являющийся следствием увеличения объемов промышленного производства, потребительских нужд человека, развития химических технологий. В связи с этим резко актуализируется проблема снижения их вредного влияния на окружающую среду путем ликвидации или переработки. Размещение отходов на полигонах и в накопителях в виде захоронений является наиболее дешевым и распространенным способом борьбы с ними. Складируемые в отвалы отходы являются потенциальным источником загрязнения почв, вод, атмосферы, так как в процессе разложения выделяют фильтрат, дренажные газы, соли тяжелых металлов и многие другие загрязняющие вещества [1].

Эффективным решением по защите окружающей среды в районах складирования и захоронения отходов является их локализация путем изоляции от окружающих земель вертикальным барьером, устраиваемым по периметру изолируемой зоны. Существуют следующие основные способы реализации этого инженерного решения.

По первому варианту противοфильтрационный барьер совершенного или несовершенного типа устраивается по периметру вокруг накопителя, для чего отрывают траншею и заполняют ее изолирующим материалом.

По второму – вертикальный противοфильтрационный барьер выполняется путем бурения цепи скважин до водоупора с последующим заполнением их тампонажным сорбирующим материалом. Между скважинами формируется сплошная стенка, локализирующая область захоронения.

Первый вариант, по нашему мнению, является более предпочтительным, так как позволяет обеспечить более надежную, равнопрочную по всей протяженности контурную защиту сооружения, исключает дополнительные затраты, связанные с использованием физико-химических способов по улучшению инъекционных свойств растворов и увеличению дальности их проникновения в грунт.

Существуют следующие основные способы и конструктивные решения выполнения контурных барьеров-завес, в отношении которых ведутся научно-практические разработки и предлагаются меры совершенствования [2].

Основные способы выполнения противодиффузионных завес:

- экран «стена в грунте». Грунтовая толща извлекается до водопора, а образовавшийся объем заполняется противодиффузионным материалом.

- конструкция стаканного типа. Боковые вертикальные стенки устанавливаются на одинаковом расстоянии от области захоронения отходов, снизу объединены горизонтальным водонепроницаемым слоем, устраиваемым под толщей отходов.

Для заполнения траншей используются следующие гидроизоляционные материалы: глина, цементный раствор, бетон, листовые или трубчатые изделия из стали и полимеров, рулонные геосинтетические материалы - мембраны, геотекстиль, геокомпозиты, бентонитовые маты, полимерные смолы. Перспективным направлением поиска новых решений является создание композиционных изолирующих конструкций, включающих два или более видов различных материалов. Представляют интерес следующие патентные решения:

- гидроизолирующий слой из нетканого геотекстиля и полимерцемента; [3]

- стенка, формируемая из стальных двутавровых балок с заполнением пространства между ними грунтоцементным слоем и покрытием нетканым материалом с фиксацией полимерной смолой [4];

- водонепроницаемое покрытие, сформированное из листов тканого материала, слоя из прорезиненного асфальта и полимерцементного покрытия [5];

- каркас из стальных листов с заполнением отвердителем-бетоном, имеющим в составе бентонит [6];

- диафрагма из армированной полимерной пленки в сочетании с глинистым грунтом [7].

В практике изоляции рассматриваемых объектов широкое распространение получили грунтопленочные завесы, осуществляемые способом «стена в грунте». В качестве противофильтрационного элемента используется рулонная пленочная мембрана, т.к. является экономичной и обеспечивает 100% гидроизоляцию при надлежащем качестве выполнения работ. Разработки по возведению таких конструкций связаны с совершенствованием технологий по выполнению траншеи под гидроизоляцию, способов раскатки в ней пленочных полотнищ, и создания надежных их стыков [8,9].

В данной работе представлены результаты разработки по возведению противофильтрационной завесы, целью которой являются повышение противофильтрационной надежности грунтопленочной завесы и снижение трудоемкости ее возведения. Предлагаемые нами способ и устройство представляет собой конструкцию из пленочной мембраны, установленной вертикально в грунте между двумя слоями глинистой гидроизоляции, заглубленной до водоупора.

Известные способы строительства противофильтрационной диафрагмы из гибких полотнищ и грунтового заполнителя предусматривают устройство полимерных полотнищ путем их разворачивания в грунтовой щели в вертикальном направлении, сверху вниз [10]. Однако такая технология имеет недостатки, заключающиеся в том, что не в полной мере обеспечивается равномерное опускание пленки, в результате чего может возникнуть перекося полотнища при погружении, образование складок, неполное прилегание кромки его к основанию траншеи и, в связи с этим, создание путей сосредоточенной фильтрации.

Нами предлагается способ раскатки пленочной мембраны вдоль грунтовой щели (внутри нее) в горизонтальном направлении с помощью направляющего устройства, закрепленного за низ окантовки полотна и обеспечивающего балансировку полотнища при передвижении его вдоль грунтовой щели, укладку его без порывов и перекосов. Прорезаемую в грунте щель толщиной 100 – 150 мм, вдоль которой раскатывается полотнище, выполняют с применением струйной технологии с использованием глинистого раствора плотностью $\rho = 1,07 - 1,12 \text{ г/см}^3$, который заполняет выемки в грунте и защищает их стенки от оползания. Возможно также выполнение выемки вибрационным способом, предусматривающим последовательное погружение и извлечение профилировочных элементов,

устроенных на основе корытного металлического шпунта [11]. По мере истечения воды из глинистого раствора, заполняющего щель, происходит твердение глины, в результате чего формируется изолирующая вертикальная глинисто-пленочная завеса.

Важной проблемой при строительстве сооружений с пленочными противифльтрационными элементами является качественное выполнение стыков смежных полотнищ, исключаящее фильтрацию жидких сред. Особую сложность представляет выполнение вертикальных стыковых швов. Существующие способы термоконтатной сварки и опрессовки прижимным устройством концов смежных полотен, обработанных герметиком, имеют свои достоинства, ограничения и недостатки. Оба требуют высокой механизации работ и связанных с этим высоких экономических затрат. Кроме того, при выборе соединения сваркой необходимо учитывать толщину пленки, так как для пленок толщиной менее 1,0 мм сложно добиться хорошего качества сварного шва.

Нами предлагается способ соединения смежных концов полотнищ с помощью профильных шпунтин из ПВХ (рис. 1). Предварительно края полотен 1 оборудуются по вертикальному срезу окантовкой в виде пластин 2 и 3, представляющих собой части разрезанного шпунта, предназначенного для дальнейшей стыковки полотнищ в замок. После раскатки рулонов шпунтину 4 опускают на всю глубину щели и устанавливают таким образом, чтобы соединить в замок ее вертикальные края с краями окантовки полотнищ (рис. 2). Такая конструкция имеет достаточную прочность и обеспечивает высокую степень изоляции стыка.

Предлагается следующая последовательность выполнения работ.

Вначале в грунте по оси будущей завесы, способом струйной технологии, пробуривают смежные скважины 1 и 2 (рис. 1), затем между ними выполняют щель 3 на глубину, достигающую водоупора. Рулон с пленочным полотном 4, намотанным на полимерную трубу 5, погружают в скважину и закрепляют его на поверхности земли с помощью металлических пластин 6 и крепежных анкеров 7. К наружному концу полотна внизу за окантовку прикреплен направляющая листовая полоса 8, а к центру окантовки рулона крепят трос 9, с помощью которого осуществляют раскатывание рулона вдоль щели. Перед растягиванием полотнища на другом конце щели в смежной скважине устанавливается металлическая рама 10 с

обводящим блоком 11, закрепленная на поверхности земли с помощью крепежных элементов и зафиксированная пригрузом 12. Протягивание пленочного полотна вдоль щели осуществляется с помощью троса. Трос, прикрепленный к центру внешнего окантовочного элемента рулона, протягивают вдоль щели, проводят через обводящий блок рамы и крепят за крюк грузоподъемного устройства. Затем с помощью автокрана выполняют разворачивание пленки и протягивание ее вдоль щели с заведением в смежную скважину. Направляющая полоса обеспечивает движение пленочного полотна в горизонтальном направлении при его перемещении вдоль грунтовой щели, заполненной глинистым раствором.

После раскатки полотнища металлическую раму из скважины извлекают и погружают новый рулон. Работы повторяют в прежней последовательности. После раскатки очередного рулона полимерную трубу, на которую было намотано полотно, извлекают. Концы полотна стыкуют в замок с помощью полимерной шпунтины.

Предлагаемая конструкция и технология обеспечивают высокую степень водонепроницаемости противодиффузионной завесы за счет работы слоя глинистого раствора и полимерной пленки, раскатываемой в горизонтальном направлении, а также в повышении надежности изоляции стыка, который выполняется шпунтиной из полимерного материала, погружаемой в глинистый раствор и заглубленной в водоупорное основание, сопрягающей по своим замкам раскатанные полотнища в единое целое.

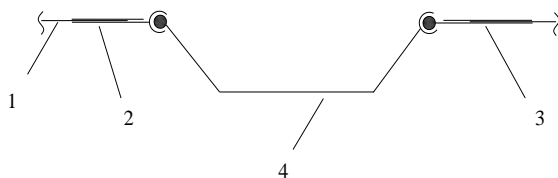


Рис. 1. Узел стыковки пленочных полотнищ шпунтиной

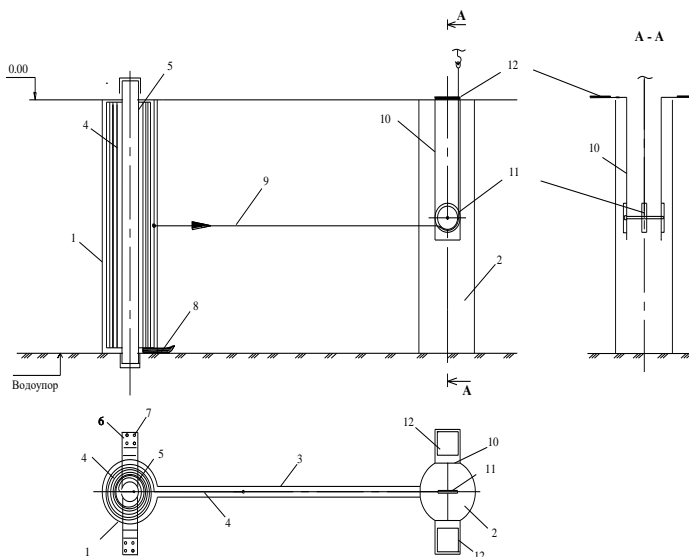


Рис. 2. Устройство грунтопленочной противофильтрационной завесы

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сольский С.В. и др. Надежность накопителей промышленных и бытовых отходов. – СПб. : Изд-во ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 2006. – 300 с.

2. Koerner Robert M. Emerging and future developments of selected geosynthetic applications // Journal of Geotechnical & Geoinveronmental Engineering. – 2000. – Vol. 126, No 4. – P. 293.

3. Патент 10-54046 JP, МПК E 02 D 31/02. Конструкция, не проницаемая для грунтовых вод, и способ сооружения конструкции.

4. Патент 10-280410 JP, МПК E 02 D 17/04. Способ гидроизоляции поверхности грунта, формируемой при земляных работах.

5. Патент 10-36352 JP, МПК E 02 D 31/02. Способ выполнения гидроизоляции подземной строительной конструкции

6. Патент 10-311054 JP, МПК E 02 D 31/02. Способ строительства водонепроницаемой плотной стены.

7. Koerner R. M., Guglielmetti J. Vertical barriers: Geomembranes // Proc. Int. Containment Technol. Workshop, Assessment of Barrier Technologies. PB96-180583, R. R. Rumer and J. K. Mitchell, eds., NTIS. – 1995. – P. 95-118.

8. Галинский А.М., Чернухин А.М. Совершенствование конструктивно-технологических решений локализации источников загрязнения грунтов // Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. - 2016. – № 63. - С.309-315.

9. Минчукова М.Е. Современные технологические решения по гидроизоляции объектов захоронения промышленных и бытовых отходов // Актуальные проблемы современного строительства: Материалы 67-й Международной научно-технической конференции молодых ученых (аспирантов, докторантов) и студентов / СПбГА-СУ. – СПб., 2010. – С. 129–133.

10. А. с. 1084357 СССР, МКИ 2 Е 02 В 3/16 Способ строительства противофильтрационной диафрагмы из гибких полотнищ и грунтового заполнителя.

11. Патент 2295005 РФ, МПК Е 02 D 7/18. Способ возведения в грунте несущих ограждающих конструкций с наружной гидроизоляцией и устройство для его осуществления.

УДК 624.011

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ДВУСКАТНЫХ КЛЕЕФАНЕРНЫХ БАЛОК ПРОЛОТОМ БОЛЕЕ 12 М

ОКОВИТЫЙ А. В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

При пролетах более 12 м предпочтительная форма поперечного сечения клеефанерных балок коробчатая, являясь закрытым тонкостенным профилем с высокой жесткостью на кручение (рис. 1, а).

Коробчатая форма имеет гладкие боковые поверхности. С точки зрения прочности фанеры на скалывание в зоне приклеивания ее к поясам, а также местной устойчивости стенок, коробчатая форма не является лучшей. Фанерные стенки при таком решении нагружены внецентренно относительно срединной плоскости листа, что необходимо учитывать при оценке прочности клеевых швов между стенкой и поясами и при проверке местной устойчивости стенок.