

УДК 622.69:.002.68

**Любен Тотев**

## **СООРУЖЕНИЕ ДОННЫХ ИЗОЛЯЦИЙ ХРАНИЛИЩ ДЛЯ ОТХОДОВ ГОРНЫМ СПОСОБОМ**

*В результате индустриальной и бытовой деятельности человеческого общества образуется огромное количество промышленных и бытовых отходов. Эти отходы сохраняются в определенных для этой цели хранилищах (депо). В большинстве случаев построены они давно, не отвечают экологическим требованиям и загрязняют окружающую среду. Приходится принимать необходимые меры, которые уменьшили бы их вредное влияние. Как подходящим инженерным решением этого вопроса можно назвать сооружение донной изоляции депо горным способом. Осуществляется он с помощью дренажей с малым наклоном и инъекционных скважин, пробуренных в центрально расположенной под депо дренажной галерее, которая впоследствии используется для наблюдения и контроля.*

*Ключевые слова: донная изоляция, промышленные и бытовые отходы, галерейный комбайн, горная выработка, инъекционные и дренажные трубопроводы.*

**Семинар № 19**

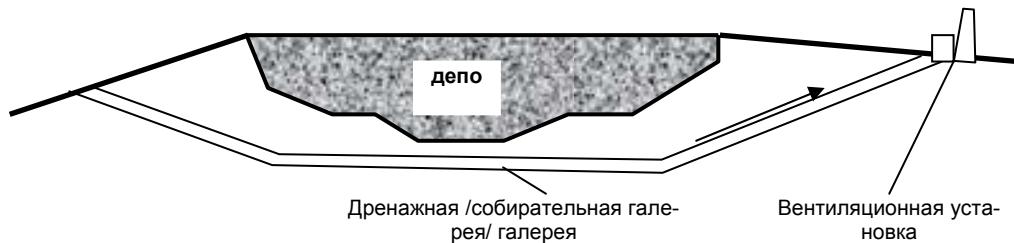
---

**В** результате индустриальной и бытовой деятельности человеческого общества образуется огромное количество промышленных и бытовых отходов. В мировом масштабе это количество непрерывно растет. Согласно настоящему болгарскому законодательству, сохранение всех видов отходов, в том числе горнорудных и радиоактивных, должно обязательно осуществляться путем их депонирования в специально построенных отвалах для отходов (ОО). Эти отвалы обеспечиваются изолирующими покрытиями и донными изолирующими системами. Их предназначением является уменьшение, а впоследствии и устранение вредного влияния отходов в обозримом интервале времени [1].

В нашей стране есть множество ОО, которые строились в период 1950–1990 гг. [2]. Уровень проектирования и требований по отношению качества их строительства были низкими или вообще не существовали. Донные изолирующие слои не соору-

жались, а также нет и изолирующих покрытий для тех отвалов, которые на сегодняшний день не эксплуатируются. Невзирая на это, большинство ОО используются, без соблюдения требований болгарского законодательства [3]. В почти всех ОО наблюдается выщелачивание вредных компонентов. Это приводит к загрязнению подземных вод и локальных экосистем. Разумным решением было бы передепонирование отходов из существующих депо, а новые проектировать и сооружать сообразно болгарским и европейским требованиям. Передепонирование не всегда является возможным, а и стоимость его высока. Поэтому подходящее решение – это обеспечение донной изоляции депо для отходов и поэтапное сооружение изолирующего покрытия.

Для сооружения изолирующего покрытия и боковой изоляции существует множество проверенных в практике способов. Технологически эти способы давно известны. Изолирующее покрытие со-



**Рис. 1. Местоположение горной выработки**

стоит из дренажного слоя, минерального непроницаемого слоя и др. [4], [5], [6]. Его можно успешно выполнить и после заполнения емкости ОО. Используется обыкновенная дорожно-строительная техника. Боковыми перегородками могут быть шлицевые или шпунтовые стены. Сооружаются в период работы хранилища или после окончания срока его эксплуатации.

Не так стоит вопрос с обеспечением изоляции дна. Если предварительно не сооружена надежная изоляция или не существует гидроупор, то обязательно необходимо принимать технические меры. Многофункциональная донная изолирующая система, сооруженная на более позднем этапе, имеет исключительное значение, но к настоящему времени не существует абсолютно надежный способ для ее выполнения.

#### **Сооружение донной изоляции путем проведения подземных выработок**

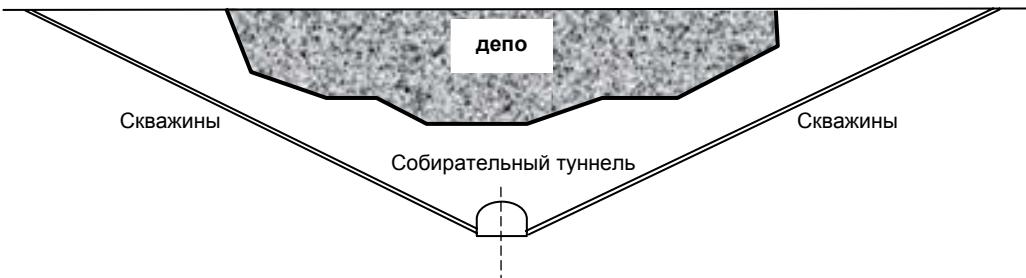
Донное уплотнение небольших ОО может быть реализовано с помощью инъекционных скважин. Но для больших по площади депо этот способ недостаточно эффективен. Известны и способы, при которых используется сверлильная машина типа "крот", но эта техника более подходящая при единичных скважинах. Неизвестны чисто инженерные способы, которые были бы подходящими и для депо с

большой площадью и для таких, которые находятся в процессе эксплуатации.

Подходящим способом изоляции ОО с большой площадью является комбинация из проведения горной выработки и параллельного бурения скважин. Выработка (собирательная галерея) прокладывается центрально по отношению к депо и параллельно его продольной оси – рис. № 1. Глубина расположения выработки зависит от механических и прочностных параметров окружающей породы. Рекомендуемая глубина - 30÷55 м при средней глубине депо 9÷12 м [7]. Выработка проводится с помощью **галерейного комбайна** с однофрезерным рабочим органом. Целью является оформление криволинейного поперечного сечения с минимальными контурными напряжениями.

Комбайн должен быть взрывобезопасного исполнения для ОО с бытовыми отбросами. Существует вероятность наличия метана в результате просачивания органических растворов в глубину. Применение взрывных работ не рекомендуется из-за риска появления вторичных трещин в пластах под депо.

Собирательная выработка должна иметь поперечное сечение 20÷25 м<sup>2</sup> и высоту не менее 3,0 м. Эти размеры определяются исходя из габаритов бурильной техники, которая впослед-



**Рис. 2. Расположение скважин [10]**

ствии должна быть размещена внутри [8]. Несущая способность креплений вычисляется после определения прочностных параметров вмещающей породы. Практика доказывает, что они рассчитываются на нагрузку порядка  $P = 0,18 \div 0,2$  MPa [9]. Целью является избежание разрушающих деформаций конструкции креплений. Конструкция сооружается поэтапно. Непосредственно с продвижением забоя монтируются анкеры и сетка, как временное крепление. Постоянное крепление выполняется из монолитного железобетона или торкретбетона, которые кислотоустойчивы, так как под ОО воды могут содержать органические кислоты. В креплении оставляют конструктивные отверстия, необходимые для последующего бурения инъекционных и дренажных скважин.

Скважины бурятся от собирающей выработки к поверхности – рис. №2 [10]. Их длина и наклон соответствуют площади депо и глубине туннеля. Скважины расположены в два наклоненных ряда, с расстоянием между ними по высоте  $\geq 1,5$  м. Сначала делается нижний ряд – инъекционные скважины. В своде выработки бурятся короткие скважины.

Для инъекционного раствора может использоваться DynagROUT [11] или другой материал с подходящими

параметрами. Инъектированием создается донная водонепроницаемая преграда толщиной  $1,5 \div 2,0$  м – фиг. №3 [10]. Наклон преграды предопределяет направление движения грунтовых вод. Необходимо, чтобы сооруженная „post-date“ уплотненная зона имела коэффициент фильтрации  $K_f \leq 1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-10}$  м/sec.

Над верхней границей уплотненной зоны бурятся дренажные скважины, обсаженные перфорированными трубами. Они связаны с продольными собирающими трубопроводами. Дренированные загрязненные грунтовые воды откачиваются к сооруженной на поверхности очистной станции.

В процессе проведения выработки осуществляется локальная вентиляция с помощью переносных вентиляторов, а в период эксплуатации используется стационарная вентиляционная установка – рис. 1. Обязательным условием является прокладывание водосливных канавок, создающих дополнительную надежность при эксплуатации выработки.

При наличии депонированных отходов с повышенным риском загрязнения можно прилагать комбинированный способ [10]. По контуру депо кладутся шлицевые стены, играющие роль боковой изолирующей преграды – рис. 4. Высота шлицевых стен зависит от глубины ОО.

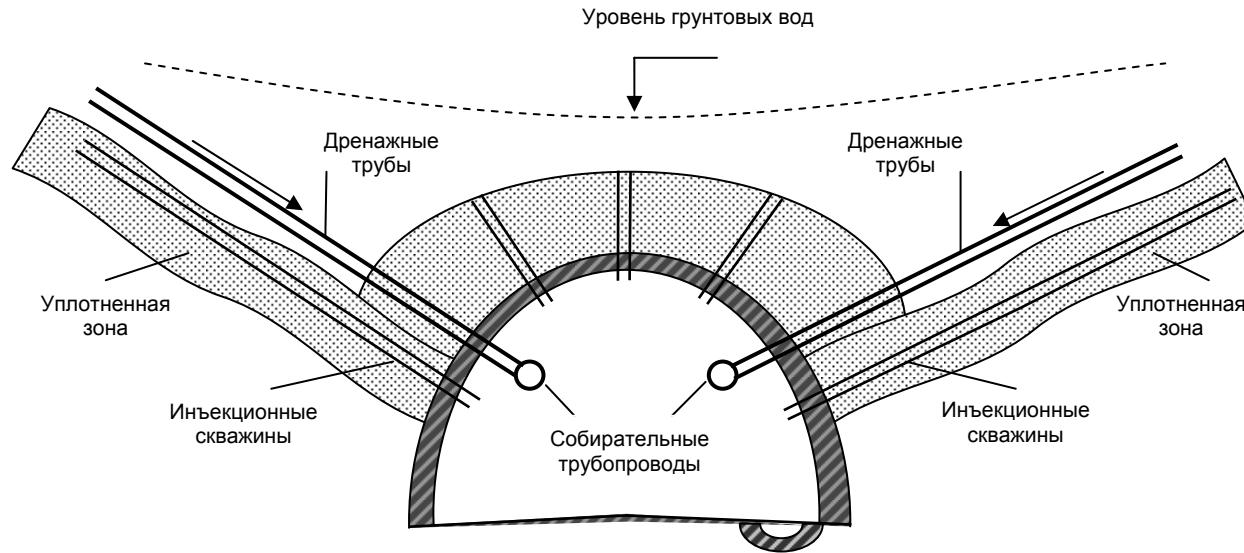
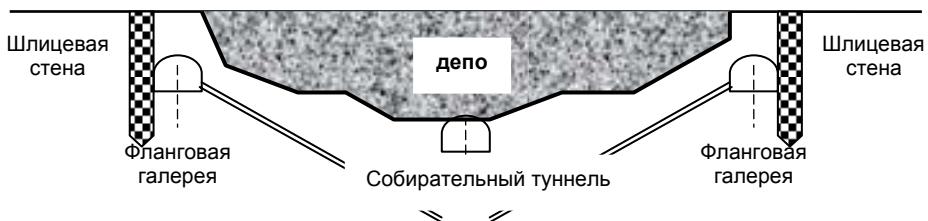


Рис. 3. Местоположение инъекционных и дренажных трубопроводов [10]



**Рис. 4. Комбинированный способ**

Они должны достигать до донной изоляции из глины или до прочной, без трещин, земляной основы. На следующем этапе проводятся три горных выработки – одна центрально расположенная и две – по флангам, на меньшей глубине. С целью полной подстраховки дна, фланговые галереи должны быть в непосредственной близости к шлицевым стенам. Центрально расположенная выработка связывается с фланговыми с помощью инъекционных и дренажных скважин. Создается водонепроницаемый слой. Комбинированный способ исключительно надежен, но требует больших инвестиций.

При внимательном рассмотрении вышеуказанных способов можно открыть следующие их недостатки:

- **неизбежное** наличие зон под ОО с ясно выраженным порами и трещинами;
- значительное количество параллельных скважин;
  - вероятность пробивания депо скважинами;
  - проблемы с проведением и поддержкой подземных выработок.

Преимущества способов (рис. 3 и 4):

- универсальность, т.е. приложимы под депо для промышленных,

специальных и бытовых отходов, в том числе и расположенных на большой территории;

- исключительная надежность даже для депо, строенных без никаких мер защиты от выноса вредностей;
- в варианте с боковым расположением шлицевых стен реализуется кроме донной и надежная боковая защита депо.

### **Заключение**

Комбинация между горной выработкой, инъекционными и дренажными скважинами создает надежный геотехнический барьер против вредного воздействия отбросов на почву и подземные воды, препятствует выносу вредных компонентов из депонированных отбросов, в результате чего уменьшается и сводится до минимума риск загрязнения подземных локальных экосистем. Горная выработка впоследствии используется и для контроля, что позволяет наблюдать и управлять процессы, протекающие в ОО.

Рекомендуется для **наших** действующих или вышедших из эксплуатации депо, на базе результатов оценки воздействия на окружающую среду, предпринять санирование с использованием вышеописанных способов.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kozmiensky K.Y.T.* Abdichtungen von Deponien und Altlasten. Grundkurs EF. Verlag fuer Energie u. Umwelttechnik, Berlin, 1992.
2. *МОС-НЦОУР*. Годичные отчеты о состоянии окружающей среды в Республике Болгария 1989; 1992; 1993 г.
3. *Министерство окружающей среды и вод*. Сборник нормативных документов по управлению отходами. София, 2001.
4. *Министерство окружающей среды и вод*. Сборник нормативных документов по управлению отходами. София, 2001, стр. 75÷129.
5. Условия и требования к строительству и эксплуатации депо для отходов. ДВ, бр. 152 от 1998 г.
6. Указание № 26 от 02.10.1996 г. Рекультивация загрязненных почв, улучшение малопроизводительных земель, изъятие и использование гумусного слоя. ДВ ном. 89 от 22.10.1996 г. Изм. и доп., ном. 30 от 22. 03. 2002 г.
7. *Paurat Roland*. Sicherung kontaminiert Erdschichten mit dem Paurat-Verfahren. Herausgeber - Thome-Kozmiensky, Karl Joachim. Abdichtung von Deponie und Altlasten, Grundkurs. EF-Verlag fuer Energie und Umwelttechnik GmbH 1992, стр. 593÷603.
8. *Шлейретов К.* Горная техника. Часть I. ГИ „Техника”, София 1987 г., стр. 138÷162.
9. *Mueler Wolfram*. Nachtraegliche Basisabdichtung einer Deponie mit dem Strebangfrontverfahren aus geotechnischer Sicht. Herausgeber - Thome-Kozmiensky, Karl Joachim. Abdichtung von Deponie und Altlasten, Grundkurs. EF-Verlag fuer Energie und Umwelttechnik GmbH 1992, стр. 593÷603.
10. *Wilhelm Gletze*. Bergmaenische Methoden zur Sanierung von Altlasten. Deponietechnik und Entsorgungsbergbau. Herausgeber: Gnter Fetweiss, Johann Golser & Dirk Hengerer. Depo Tech 2002, Austria, стр. 213÷224.
11. *Stephan Peter u.a.* Anforderungen an das Dichtmaterial und technische Realisierbarkeit. Herausgeber - Thome-Kozmiensky, Karl Joachim. Abdichtung von Deponie und Altlasten, Grundkurs. EF-Verlag fuer Energie und Umwelttechnik GmbH 1992, стр. 605÷612.

ГИАБ

### Коротко об авторе

Любен Тотев – доцент доктор, Горно-геологический университет имени Святого Ивана Рильского, София, Болгария, E-mail: ltotev@abv.bg



---

## РУКОПИСИ,

### ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Бронников И.Д. Хромин Е.Д.** Система контроля работы погружных насосов типа "ODDESSEE", "GRUNDFOS", "ЭЦВ" в агрессивной среде. (729/01-10 от 23.09.09 г.) 2 с.

Предлагается система контроля работы погружных насосов. При критическом понижении уровня жидкости насос отключается. При восстановлении уровня жидкости до рабочего положения насос включается.

Submersible pump action control system is presented. When water reached critical level electric pump switch's off. When water level increased up to working position submersible electric pump switch's on.