



Technological procedure for construction of surface engineering barriers of plastic loess-cement mixture for waste isolation in loess terrains

Технологична процедура за изграждане на повърхностни инженерни бариери с пластични циментолъсови смеси при съхраняване на отпадъци в условията на лъсови терени

Boriana Tchakalova
Боряна Чакалова

Geological Institute, BAS, Acad. G. Bonchev str., bl. 24, 1113 Sofia, Bulgaria; E-mail: boriana@geology.bas.bg

Abstract. The engineered barriers are an important method of limiting and/or eliminating the movement of contaminants in environment. Containment barriers diminish the potential for migration of the contaminants into the surrounding media or groundwater. Geotechnical engineering plays important role in managing wastes. The paper presents a technological procedure for construction of surface engineering barriers of plastic loess-cement mixture for waste isolation in loess terrains.

Ключови думи: заздравяване на почви, изолация на отпадъци.

Проблемът, свързан със замърсяването на околната среда, е един от най-актуалните за нашето време. Въпреки непрекъснатите усилия за ограничаване на отпадъците, като цяло тяхното количество постоянно се увеличава, поради което нараства и броят на съоръженията за управлението им.

Депонирането е преобладаващ метод за третиране на отпадъците. За осигуряване на безопасни условия за депониране на отпадъците в конструкцията на депата се включват инженерни бариери, които гарантират намаляване и/или елиминиране на миграцията на замърсители в почвата, подземните води и въздуха. В тази връзка са необходими съвременни подходи за проектиране и изграждане на изолационни бариери, каквито са инженерните бариери от заздрави почви (Evstatiev, Karastanev, 2013). Те предоставят редица съществени екологични, технологични и икономически предимства при изграждане на съоръжения за съхраняване на отпадъци.

Видът и параметрите на инженерната бариера се съобразяват със състава и свойствата на отпадъците и геоложките условия на терена, в който те се депонират. Във всички случаи се спазват две основни изисквания: 1) инженерната бариера да е непрекъсната и хомогенна и 2) хидравличната ѝ проводимост да е такава, че да не позволява изтичане на замърсители в околната среда в концентрации над пределно допустимите (Rumer, Ryan, 1995).

Инженерните бариери са утвърден и доказан метод за намаляване и/или елиминиране на миграцията на замърсители в почвата и подземните

води (Pearlman, 1999). Повърхностните бариери, използвани за изолация на отпадъци, се разделят на екрани и покрития. Основната функция на екраните е да се сведе до минимум миграцията на вредни вещества в зоната на аерация и в подземните води. Представяват комбинация от бариерни и дренажни слоеве, изградени от подходящи материали. Покритията ограничават инфилтрацията на повърхностни води и миграцията на газове и осигуряват подходяща основа за рекултивация.

Изграждането на изолационни бариери от пластични циментолъсови смеси в условията на лъсови терени се изпълнява в следната технологична последователност:

1. подготовка на основата, върху която ще се изпълнява предвидената бариера (екран или покритие);
2. приготвяне на пластичната циментолъсозна смес със съответните проектни параметри, определени на базата на комплекс от геотехнически изпитвания;
3. разстилане и обработване на сместа;
4. осигуряване на оптимални условия за отлежаване и втвърдяване на сместа.

Подготовката на основата се извършва според нейния тип по пропадъчност. При I тип най-бързо може да се осъществи чрез уплътняване с валеци или с тежки трамбовки. При II тип подготовката на основата е доста по-скъпа и сложна, особено ако дълбочината на пропадъчната зона е над 12–15 m. В случая на депа за отпадъци най-целесъобразно би било прилагане на удълбочаване

на строителния изкоп в комбинацията с уплътняване с много тежка трамбовка и изграждане на циментопочвен екран.

Приготвянето на пластичната циментолюсова смес с определените проектни параметри се извършва в мобилни миксери или стационарни смесители. Съвременните смесители са оборудвани с автоматизирани системи за дозиране и контрол на изходните материали, което гарантира получаване на качествена пластична смес. Определените количества люс и цимент се изсипват едновременно в смесителя и се смесват „на сухо“ (при естествено водно съдържание на люса) в продължение на няколко минути, след което се добавя водата и смесването продължава до получаването на хомогенна смес. Готовата смес се транспортира със самосвали, по транспортни улеи или чрез бетон-помпи (при течнопластични смеси) до мястото за разстилане.

Предварително площта на екрана или покритието, предвидени за изграждане с пластична циментопочвена смес, се разделя на подходящи по размер полета, в които сместа се *разстила и обработва* за не повече от 2 часа след смесването на изходните материали.

Разстланата пластична циментопочвена смес се обработва чрез вибриране (с иглени или леки таблени вибратори) с цел премахване на образувани по време на смесването и изливането на сместа въздушни мехурчета, които влошават качеството на инженерната бариера. Не трябва да се допуска сегрегиране на сместа. Пластичната циментолюсова смес може да се излива на пластове и с по-голяма дебелина до 40–50 cm, което понякога може да е съществено предимство.

Сред полагането на сместа е особено важно да се осигурят оптимални условия за *отлежаване и втвърдяване*. За тази цел завършеният екран (или покритие) се покрива временно с полиетиленово фолио. След достатъчно втвърдяване на сместа, при условие, че върху екрана или покритието не е предвидено изграждане на друг слой, те се покриват със защитен почвен слой (с 15–20 cm дебелина), който ги предпазва от циклично замразяване–размразяване.

Готовият екран от пластичен циментолюс, при чието изграждане са изпълнени качествено всички технологични процедури, има плътна структура, по него не се наблюдават повърхност-

ни дефекти, свивания и напуквания на втвърдената маса.

При проектирането на циментопочвени инженерни бариери е задължително да се разработи процедура за полеви контрол. Най-общо такава процедура трябва да включва контролиране на следните групи дейности, фактори и характеристики:

1. подготовка на участъка, където ще се полага циментолюсов екран;
2. наличие и състояние на оборудването за изграждане на пластичен циментолюс;
3. климатични условия;
4. изходни материали – люс, портландцимент, зеолит и вода;
5. пропорции и степен на хомогенизиране на пластичната циментолюсова смес;
6. разстилане и обработване (уплътняване) на сместа на мястото;
7. обемна плътност, водно съдържание и дебелина на всеки завършен циментопочвен участък;
8. защита от изсъхване и условия на отлежаване.

При отсъствие на подходящи естествени материали като високопластични глинни, инженерните бариери се явяват тяхна алтернатива, например в Дунавска равнина, която почти изцяло е покрита с пропадъчен люс (Berov, Ivanov, 2014). Същевременно, поради големите възможности за управление на техните характеристики, чрез изменение на количеството на свързващото вещество и комбиниране с различни добавки, заздравените почви могат да осигурят надеждна защита срещу миграция на замърсители.

Литература References

- Berov, B., P. Ivanov. 2014. Collapsibility of loess between the town of Vidin and the town of Nikopol. – *Problems of Geograph.*, 1–2, 76–86 (in Bulgarian with an English abstract).
- Evstatiev, D., D. Karastanev. 2013. Investigation and applications of loess-cement in Bulgaria. – *Eng. Geol. and Hydrogeol.*, 27, 85–112 (in Bulgarian with an English abstract).
- Pearlman, L. 1999. *Subsurface Containment and Monitoring Systems: Barriers and Beyond*. Overview report prepared for U.S. Environmental Protection Agency, 61 p.
- Rumer, R., M. Ryan (Eds.). 1995. *Barrier Containment Technologies for Environmental Remediation Applications*. New York, John Wiley, 170 p.