

Structural and strength characteristics of the stabilized soil potential screens

Dimitar Antonov

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

Key words: engineered barriers, bentonite, structure, strength properties

Abstract. As a result of the whole period of operation of the Kozloduy Nuclear Power Plant, the closing of its first two reactors and the eventual operation of the Belene NPP, it is expected that the low and intermediate level radioactive waste volume in the conditioned state will amount to about 100 000 m³. These wastes are stored at present in temporary storages on the plant territory and it is envisaged a permanent repository to be constructed. The investigations carried out so far both in the country and abroad, proved that some loess areas could be considered as a prospective medium for LILW storing. The loess terrain in the Kozloduy NPP region is

among these areas as it offers advantages from the viewpoint of the local population reaction, the hazards related to radioactive waste transport and the natural conditions. The loess can be easily stabilized with hydraulic binders and can be transformed in impermeable and strong material. On such material were founded the quite all Kozloduy NPP facilities. The up-to-date NPP practice has confirmed the loess-cement screen isolation properties. The main task of this study is to investigate the structure and strength properties of loess-cement mixtures with the addition of bentonite and to provide the base for further sorption and retardation property studies.

Структурни и якостни особености на потенциални екрани от заздравена почва

Димитър Антонов

Въведение

В резултат на цялата дейност на АЕЦ „Козлодуй“, затварянето на първите два реактора и евентуалната работа на АЕЦ „Белене“, по международни оценки, се очаква обемът на отделените ниско- и средноактивни отпадъци (НСРАО) да достигне 100 000 m³. Към този момент тези продукти се съхраняват временно на територията на централата. Въпреки, че от пускането на първия от шестте реактора са минали повече от 25 години, постоянно хранилище за погребване на НСРАО все още не е изградено. Досегашните изследвания по този проблем са очертавали района около АЕЦ „Козлодуй“ като перспективен за построяване на приповърхностен тип хранилище за НСРАО. Предпоставки за това са близостта до централата и по-високата „ядрена култура“ на местното население.

В световната практика се е наложил мулти-барьерният подход за предотвратяване на опасността от разпространение на радионуклиди в околната среда и осигуряване на дълговременната сигурност на хранилището, т.е. прилагането на комбинации от изкуствени (инженерни) и геоложки бариери. В тази връзка са извършени многобройни изследвания за създаване на инженерни бариери на базата на смеси от цимент и вещества с голяма сорбционна способност. Основно тези бариери се използват за имобилизация на радионуклидите, но намират приложение и като противофилтрационен екран около хранилището. Пригодността на евентуални екрани от заздравена почва (лъос и цимент), използвани в България досега в хидромелиоративното строителство, в нова роля на инженерни бариери се доказва основно чрез определяне на техните структурни, механични, филтрационни

и сорбционни свойства. При евентуално изграждане на хранилище за НСРАО в района на АЕЦ „Козлодуй“ интерес от научна и научно-приложна гледна точка представлява разработването на изкуствени бариери на основата на местен лъос и добавка с доказана сорбционна способност спрямо радионуклиди, заздравени с хидравлични свързващи вещества и прилагането им като радиохимичен и противифилтрационен екран. Задачата на настоящето изследване е да изясни възможността да се използват смеси от лъос с добавка на бентонит и портландцимент. Като основа за тези смеси се използва опитът от изграждането и експлоатацията на циментолъосовата възглавница под самата централа.

Методика на изследването и изходна характеристика на материалите

Изследвани са смеси от лъос-цимент-бентонит, уплътнени при оптимално водно съдържание W_{opt} до достигане на стандартна плътност γ_{ds} , предвиждани като екран под основата на хранилището за НСРАО. От предишни изследвания за подобряване свойствата на лъоса е известно, че той успешно се заздравява с портландцимент (Евстатиев, 1984; Ангелова, 1987). Влиянието на бентонита върху структурните, а и оттам върху механичните свойства на смесите, се оценява чрез електронно-микроскопски снимки и изследване на якостта на едноосен натиск в един продължителен период от време.

За изпитванията е използван лъос от района на АЕЦ „Козлодуй“, активизиран бентонит от завод „БЕНТОНИТ“ АД, Кърджали и стандартен портландцимент (ПЦ-35, Д-20, БДС 2787).

Преобладаващата фракция в лъоса е праховата. По БДС 676-85 той е съпоставим с прахов глинеест пясък.

Използваният бентонит се добива от зелени-те хидротермално-метасоматични бентонитови глинени от рудник „Пропаст“. Глините имат главно монтморилонитов състав и притежават сорбционен капацитет 66,3 mgequiv/100 g.

При изследването на смесите предвиждани като екран под основата на хранилището, оптималното водно съдържание W_{opt} и стандартната плътност γ_{ds} са установени при нормална уплътнителна работа.

Изпитванията са направени върху смеси от лъос с добавка на 20% бентонит и 12% портландцимент. За определяне на якостта на едноосен натиск R_c на тези проби са формувани образци в матрица с размери — диаметър $d=5$ cm и височина $h=5$ cm. Те са парафинирани и отлежавали определен период от време (1 месец, 10 месеца и 5 години) при стайна температура и 100% относителна влажност.

Якостта R_c е определена при съответните срокове на отлежаване на три броя успоредни

проби. Образците са изпитани след пълно водонасищане, с 20-тонна електромеханична преса при скорост на натоварване 5 mm/min и точност 0,5%.

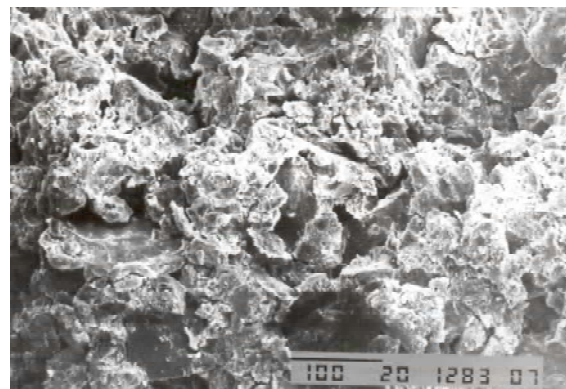
Структурни особености

За изследване на структурата на изготвените смеси са използвани образци след 10 месечно отлежаване. Този период от време позволява да се установи дали е налице трансформация на калциевите хидросиликати (основният носител на якостта при този тип смеси) от игловидна в мрежовидна и гелоподобна фази — ефект който е известен при лъосоциментовите смеси.

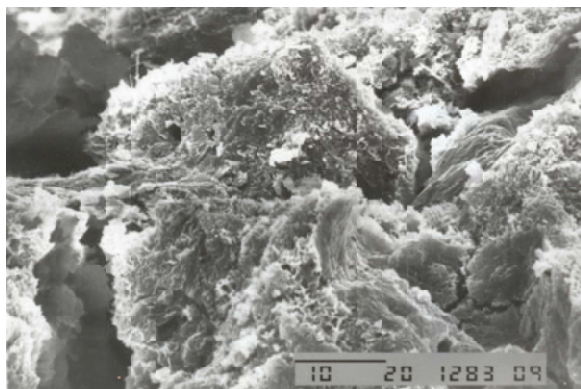
За първоначално сравнение, на снимка 1 е показана структурата на естествен пясъчлив лъос, ненарушена проба. Прахови и пясъчливи частиците изграждат скелета на почвата, като контактите между зърната са предимно точкови. Структурта е „ажурна“, т.е. с рехава подредба и наличие на много пори с различни размери, забелязват се и макропори.



Сн. 1. Структура на естествен пясъчлив лъос. Увеличение 100 пъти



Сн. 2. Лъос заздравен с 12% цимент с добавка на 20% бентонит. Увеличение 200 пъти



Сн. 3. Лъос заздравен с 12% цимент с добавка на 20% бентонит. Увеличение 2000 пъти

На електронно-микроскопските снимки на изследваната смес се наблюдава една много плътна структура и повсеместно развита компактна свързваща маса, която обгръща зърната и почти напълно запълва междузърнестото пространство (сн. 2). При по-голямо увеличение (сн. 3) се вижда, че свързващото вещество представлява гъста мрежа, която обхваща плътни частиците и изпълва пространството между тях. Морфологично тези мрежовидни образувания могат да се причислят към хидросиликати от II и III тип. Следователно на лице е промяна във фазите на спойващото вещество.

Якостни свойства

При първоначалното изпитване на пробите (след 1-месечно отлежаване) якостта на едноосен натиск R_c е 3,25 МПа — стойност, по-висока от тази при „обикновените“ лъосоциментови смеси (Антонов, 2002).

След десетмесечно отлежаване стойността на R_c е 5,15 МПа. Следователно якостта на едноосен натиск е нараснала с 58%. След 5-годишно отлежаване получената стойност при изпитването е 6,24 МПа. На лице е нарастване с 21% на якостта спрямо тази от десетмесечното отлежаване и с 92% спрямо тази от първоначалното изпитва-

не. Установява се факт познат от предишни изследвания върху лъос-циментови композити, а именно че якостта на едноосен натиск продължава да нараства с течение на времето (Евстатиев, 1984; Ангелова, 1987).

Получените якостни показатели показват, че бентонитът не влошава механичните свойства на смесите, а напротив — подобрява ги. Съществуващите опасения, че използването на вещества с висока сорбционна способност биха нарушили процеса на хидратация на цимента и оттам намаляване на ефекта на заздравяване не се оправдаха. Наблюдава се тенденция за нарастване на якостта при отлежаване, като в началото (до 10-я месец в конкретното изследване) този процес е по-интензивен, а след това забавя темп.

Заклучение

При изследванията с електронен микроскоп се потвърждава, че главната свързваща субстанция са калциевите хидросиликати. Добавката на бентонит прави структурата по-плътна, което е благоприятно от гледна точка на екраниращата и задържаща способност на циментолъосовите смеси срещу разпространението на радионуклиди по пътя на поровите води. Получените данни показват, че трансформации на калциевите хидросиликати във времето от иглоподобни в мрежовидни и гелоподобни фази стават и при наличието на добавка с висока сорбционна способност. Тази особеност дава отражение и в резултатите получени при якостните тестове.

От изпитванията на смесите се установява, че добавката на бентонит не влошава стойностите на якостта на едноосен натиск спрямо тези композити, изградени само от лъос и цимент. Следователно смесите от лъос и бентонит се поддават на заздравяване с портландцимент, показват добри якостни свойства и от механична гледна точка могат да бъдат използвани като инженерна бариера.

Следователно разработените смеси на база на местен лъос с добавката на цимент и вещество с голяма сорбционна способност (бентонит) са перспективни за разработка като изкуствени бариери /екрани/ при хранилище за НСРАО.

Литература

- Ангелова, Р. 1987. *Основные закономерности кинетики структурообразования при цементации лессовых грунтов Северной Болгарии*. Автореф. канд. дисс., М., МГУ, 17 с.
- Антонов, Д. 2002. *Лъосът в района на АЕЦ „Козло-*

дуй“ като среда за погребване на ниско- и средно-активни отпадъци”. Автореферат. С., ГИ-БАН, 36 с.

- Евстатиев, Д. 1984. *Формиране на якостта на циментопочвите*. С., БАН, 94 с.