

ЗАЗДРАВЯВАНЕ НА ПРОПАДЪЧНИ ПОЧВИ

Стойна Любенова Костова

kostova.stoyna@gmail.com

*Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”,
ул. „Гео Милев” № 158 София 1574,
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** пропадъчни почви, лъос, методи за заздравяване и подобряване, слягане, макропори.*

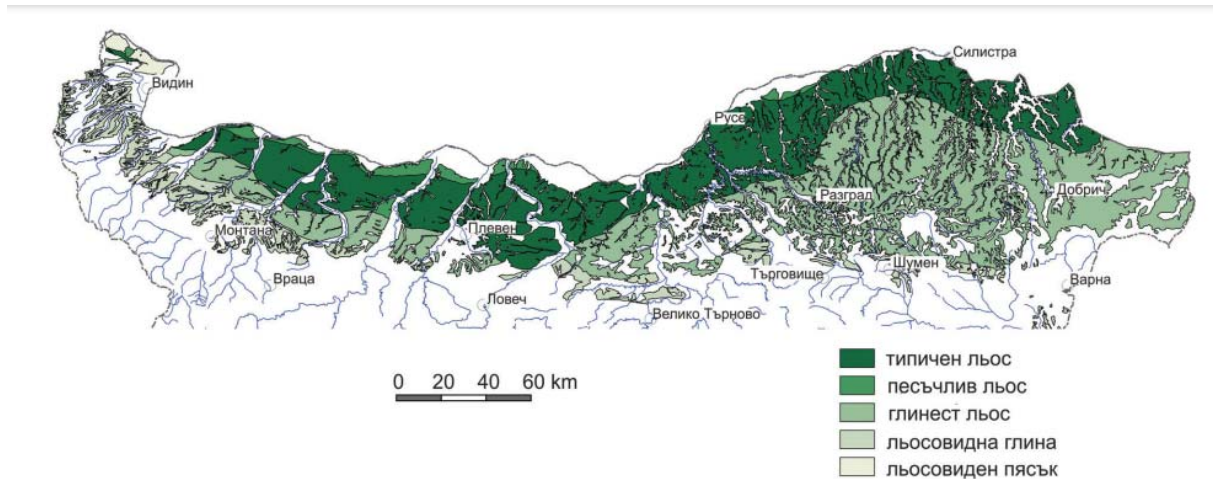
***Резюме:** В статията е показано разпространението на пропадъчните почви по територията на Р. България. Посочени са видовете лъосови почви. Разпространението на различните видове лъосови почви и разделението им в зависимост от тяхната пропадъчност по територията на страната ни е показано на картата.*

Според Българските норми за плоско фундиране са разграничени два типа земна основа по пропадъчност от собствено тегло на почвите [1]. Причините за пропадъчността на лъосовите и другите видове пропадъчни почви се дължи на тяхната структура и начин на образуване. Основна характеристика при тях е голямото слягане и неравномерни деформации. Големи слягания се получават при допълнително външно натоварване и последващо намокряне. Засегнати са главните особености на фундиране в пропадъчни почви. Описани са методите за заздравяване и подобряване свойствата на пропадъчните почви, като механично заздравяване, повърхностно и дълбочинно заздравяване. Подобряване качествата на пропадъчните почви може да се извърши с добавяне на химични и механични смеси и вещества. Използват се цименто-лъосови възглавници за фундиране в пропадъчни почви. Дадени са видовете мерки при фундиране - конструктивни и водозащитни - за намаляване и предпазване от пропадане на сградите и съоръженията изградени върху пропадъчни почви. В заключение е изтъкнато, че за постигане най-добри резултати е необходим комплексен подход в прилагане на различните видове мероприятия за подобряване на пропадъчните почви.

I. УВОД

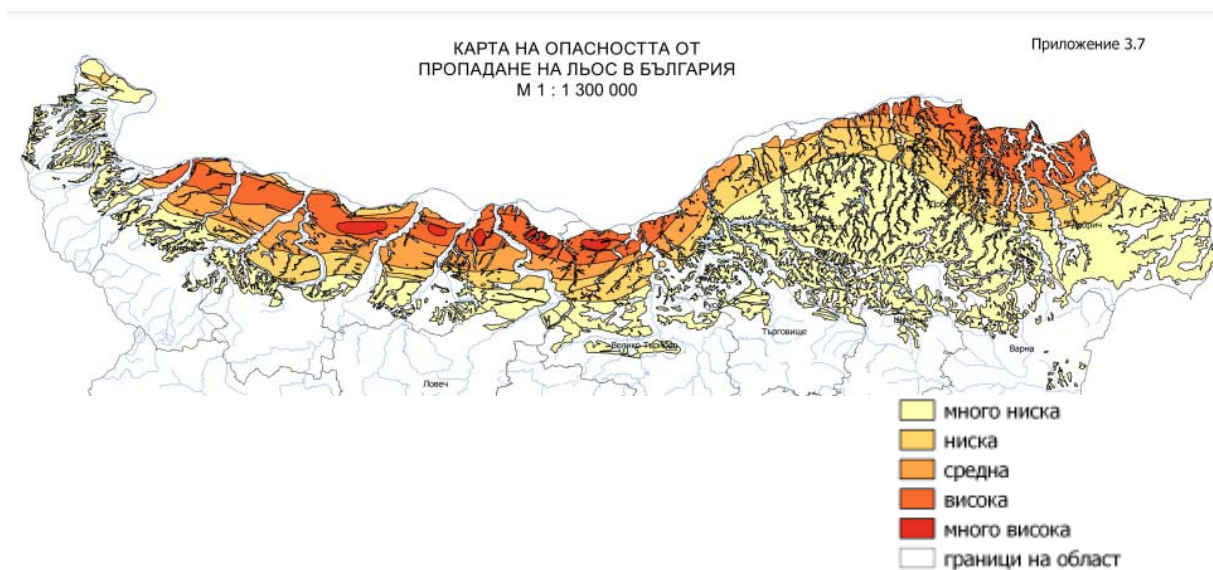
Пропадъчни почви в нашата страна има в Северна България. Разпространени са по поречието на р. Дунав. Условието в региона са спомогнали за образуване на тези почви. Лъосовите почви са образувани от наслагани от вятъра фини пясъчни и глинести частици. При образуването си тези почви имат недоуплътнен скелет и пореста структура. Под действие на собственото си тегло тези почви са заели стабилно положение, но при натоварване и последващо намокряне се получава разрушаване на структурните връзки между частиците, водещо до слягане с големи размери наречено още пропадане.

Пропадъчните почви са глинести или пясъчливи почви с големи пори, наречени макропори. Лъсовите почви заемат около 10% от територията на страната. По поречието на р. Дунав има прахови и глинести лъсови почви, които са главните пропадъчни почви у нас. В близост до река Дунав са разпространени пясъчливи и типични лъсови почви. В зоните на градовете Добрич, Разград и Монтана е разпространен глинест лъс. В по-отдалечени от реката области се намират лъсовидна глина и лъсовиден пясък (Фиг.1).



Фиг. 1. Разпространение на лъсовите почви в Северна България (Минков, 1968, с допълнения от Иванов и др., 2017) [2]

Опасността за строителните съоръжения се състои в това, че при фундиране в тези почви може да се получат големи деформации на земната основа. Тези деформации са неблагоприятни от конструктивна и функционална гледна точка. При тези деформации могат да настъпят крайни гранични състояния. Опасността от пропадане на лъса е дадена на Фиг.2.



Фиг. 2. Карта за опасност от пропадане на лъс в България [3]

II. ОСОБЕНОСТИ НА ФУНДИРАНЕ В ПРОПАДЪЧНИ ПОЧВИ

Почвите са пропадъчни, когато обемът на макропорите $n_m \geq 1\%$. Към пропадъчните почви освен лъоса спадат някои пролувиални, делувиални и алувиални почви с подобни на лъос свойства. Според карта на опасност от пропадане на [4] с най-голям риск от пропадане са терени в областите Силистра, Русе и Плевен. Съгласно Наредба №1 за проектиране на плоско фундиране [1], в зависимост от големината на пропадането от собствено тегло има следните типове земна основа:

- I тип – когато пропадането е по-малко от 5 cm;
- II тип – когато пропадането е по-голямо от 5 cm.

При натоварване и намокряне при лъоса могат да се проявят пропадания от десетки сантиметри до 2-3 метра. В зависимост от особеностите на лъоса и неговата пропадъчност могат да се вземат мерки, които да предотвратят намокряне на терените под строителните обекти. Това е трудно изпълнимо, като се има предвид, че съществуват водопроводи, канализация, съоръжения за отводняване на дъждовни води и др., които потенциално могат да станат причина за намокряне на лъоса. Ето защо е добре преди строителството да се изпълнят мероприятия, които да подобрят състоянието на пропадъчните почви.

При фундиране в пропадъчни почви с по-ниска пропадъчност е необходимо натоварването от връхната конструкция да се разпредели така, че да бъде в съответствие с носимоспособността на пропадъчната почва. Намалването на натоварването трябва да стане с известни методи във фундирането. За намаляване на натоварването може да се използват пясъчни възглавници. Те се прилагат за намаляване на натоварването върху различни видове слаби почви. Намалването на натоварването основно се регулира по два начина: или с промяна на типа на фундаментите, или с промени в състава и структурата на почвата. При фундиране например: вместо единични фундаменти се прилагат фундаментни скари, фундаментни плочи или се използват дълбоки фундаменти, които преминават слоевете от пропадъчни почви. Последното се прилага, когато дебелината на пропадъчната почва не е с големи размери, тъй като всяко фундиране е необходимо да се подчинява на конструктивна и на икономическа целесъобразност.

III. ПОДОБРЯВАНЕ НА ПРОПАДЪЧНИ ПОЧВИ

Подобряването на пропадъчните почви може да се извърши с различни способности. Заздравяването на пропадъчните почви можем да разделим на повърхностно и дълбочинно.

В градски условия се прилагат едни методи, а в извън градски други. Това е така, защото не се разрешава вибрационно влияние върху съседни сгради. Вибрации могат да се предизвикат при уплътняване на лъосови почви с тежки трамбовки. При уплътняване с тежки трамбовки се извършва разрушаване на първоначалния скелет на почвата. В зависимост от теглото на трамбовката, се уплътнява почвата до определена дълбочина. При използване на този метод трябва да се държи сметка за плътността на получения пласт. Обикновено дълбочината, до която се уплътняват пластове с трамбовки, е 1,5 m. Добре е преди извършване на уплътняването да се направи пробен участък, за да се постигне и предвиди най-добро уплътняване на съответния участък. В

голяма част от случаите се предписва и конкретно водно съдържание, което може да допринесе за доброто уплътняване, т. е. при уплътняване трябва да се използва оптималното водно съдържание и определен брой удари на трамбовката.

Когато почвата е с водно съдържание W , което е по-малко от оптималното водно съдържание W_{opt} , количеството вода, което трябва да се добави, за да се получи оптималното водно съдържание, се получава по формулата:

$$(1) \quad Q = \rho_d \cdot (W_{opt} - W)$$

Дълбочината на уплътнената зона може да е приблизително около 1,25 до 1,4 от диаметъра на трамбовката.

Друг метод за заздравяване преди строителството е чрез предварително намокряне. При намокряне се получава предварително пропадане на лъоса и се изчерпва или намалява пропадъчността му. Прилага се за земни основи II тип, които пропадат под действие на собственото си тегло. Този метод се използва предимно в хидромелиоративното строителство. Не се прилага за строителни площадки на сгради или където водоналиването е опасно за строителството. Този метод е сравнително евтин. При съчетаване с други методи се постига по-добро уплътняване и намаляване на пропадъчността.

Уплътняване на лъосови почви чрез взривяване се прилага успешно в нашата страна. Взривното вещество се поставя на повърхността или на по-голяма дълбочина. Съответно имаме повърхностно и дълбочинно взривяване. Ограничения се налагат от разположението на строителната площадка и близост на съществуващи сгради и съоръжения. Други ограничения са в зависимост от сроковете на строителството, защото взривената почва може да се самоуплътнява в продължение на 1,5 г. При комбиниране с методи за уплътняване или изграждане на лъосови възглавници, този метод би бил по-ефикасен. Взривното хидроуплътняване е метод, въведен от И. М. Литвинов. При този метод основата се водонапива и след това се извършва взривяване. Методите чрез взривяване водят до подобряване плътността, намаляване на водопропускливостта и пропадъчността на лъоса.

Заздравяване чрез вкарване на химически съединения и вещества в почвата. За целта се използват полимери, соли, газове, глина, вар и др. Тези методи на дълбочинно заздравяване са скъпи и в някои случаи изискват специфична техника за нагнетяване. Големите количества от съответните вещества определят по-голямата стойност на тези методи. Налагат се също и предварителни изпитвания и проучвания за определяне порестостта, свързани с размерите и обема на порите, за установяване дали е възможно нагнетяването в почвата на предвидените вещества. Газовата силикатизация е един от способите за заздравяване. Прилага се успешно под вече съществуващи сгради и съоръжения. Голяма част от тези скъпи методи не са получили широко разпространение у нас.

С пясъчни или различни видове почвени пилоти [5] също се извършва подобряване и заздравяване на пропадъчни и слаби почви. Този метод може да се прилага в промишленото и гражданското строителство. Добавянето на свързващи вещества подобрява якостните качества на пилотите. Предварително пробитите сондажни отвори се запълват с пясък. При тези пясъчни пилоти се получава ефекта на кладенец и движение на водата от почвата към дренажните пилоти. Водата се движи с много по-голяма скорост към пясъчните дренажи и се получава уплътняване на почвата и ускоряване на консолидацията.

Коефициентът на филтрация при лъоса се доближава до този на глинестия пясък (Табл.1). Един от методите за подобряване и намаляване на пропадъчността е изграждане на противофилтрационни завеси от смес от лъос и свързващи вещества. За

свързващи вещества се използват цимент, вар, шлаки и др. Противофилтрационните завеси или екрани са вид повърхностни мероприятия за предпазване на лъсови почви от намокряне. Методът може да се прилага в градски условия за всякакви типове сгради и съоръжения, включително и хидромелиорации. Заздравените със свързващи вещества лъсови почви не се размекват от действието на водата и това е едно предимство на заздравяването с цимент. Те могат да се използват за основи на сгради, пътища, за аеродруми, за съоръжения, за изграждане на пилоти, цименто-лъсови възглавници и много други.

Таблица 1. Коефициенти на филтрация при свързани почви

Вид почва	Коеф. на филтрация, m/ 24h
Глинест пясък	1-0,1
Песъчлива глина	0,01-0,001
Глина	0,001-0,00001
Лъос	1-0,01

Цименто-лъсовите възглавници се използват за основи на фундаменти на сгради и съоръжения. Първоначално лъосът се разрушава, смесва се с цимента и се добавя вода. След това сместа се уплътнява и се изчаква да се втвърди. При уплътняването се достига до цименто-лъсови възглавници с различна якост.

Освен чрез заздравяване при пропадъчните почви може да се предприемат конструктивни и други мерки, които да предпазят фундаментите на конструкциите от слягания. При строителството трябва да се ограничат до минимум течовете от водопроводи, канализации и топлотехнически съоръжения. Това става като тези проводи не се изграждат в зоните на пропадъчните почви, а се разполагат над подовите плочи. Ако се налага да бъдат изградени в пропадъчни почви, се вземат мерки за изолацията им. Други водозащитни мероприятия, които се прилагат са недопускане на дъждовни води, като се изграждат водоплътни настилки и водоплътни прегради в почвите. Вертикалната планировка се прави така, че да осигури бързо оттичане на атмосферните води. Отговорни сгради и съоръжения се изграждат в зони с по-ниска пропадъчност и др.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията са дадени особеностите на фундиране в лъсови почви. Разгледано е приложението на различни методи на заздравяване в зависимост от сградите и съоръженията, които ще се фундират. Разгледани са методите в зависимост от тяхната ефективност и целесъобразност. Можем да обобщим, че в някои случаи най-ефективно може да се окаже прилагането на повече от един метод за подобряване на земната основа, или с други думи да се прилага комплексен подход при фундиране в пропадъчни почви.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Наредба № 1 за проектиране на плоско фундиране, 1996
- [2] http://bgd.bg/REVIEW_BGS/REVIEW_BGD_2019_3/PDF/58_Tchakalova_GeoSci_2019.pdf
- [3] http://gis.mrrb.government.bg/KGR/02%20maps/Pril_3-HAZARD/3.7-CL-hazard.pdf
- [4] Картографиране на геоложкия риск, БАН, 2016
- [5] Дингозов Г., и др. Фундиране в слаби почви, Техника, София, 1980

STRENGTHENING OF COLLAPCIBLE SOILS

Stoyna Kostova

kostova.stoyna@gmail.com

***Todor Kableshkov University of Transport,
158 Geo Milev str. Sofia,
THE REPUBLIC OF BULGARIA***

Key words: *collapsible soils, loess, methods of strengthening and improvement, settlement, macropores.*

Abstract: *The article shows the distribution of collapsible soils on the territory of the Republic of Bulgaria. The types of loess soils are given. The distribution of different types of loess soils and their division depending on their settlement on the territory of our country is shown on the map.*

According to the Bulgarian standards for flat foundations, two types of earth foundations are distinguished according to the failure of the soil's own weight [1]. The reasons for the failure of loess and other types of settling down soils is due to their structure and way of formation. Their main characteristic is the large settlement and uneven deformations. Large settlements are obtained with additional external loading and wetting afterwards. The main features of foundations in collapsible soils are reviewed. The methods for strengthening and improving the properties of collapsible soils, such as mechanical strengthening, surface and deep strengthening, are described. Improvement of the quality of these soils can be done by adding chemical and mechanical mixtures and substances. Use of cement-loess cushions for foundations in collapsible soils. Types of measures for foundation - constructive and waterproof - to reduce and prevent the settlement of buildings and facilities built on collapsible soils. In conclusion, it is pointed out that for the best results, a complex approach is needed in the implementation of the different types of measures for the improvement of collapsible soils.