

11. ЕКРАН И ОБЛИЦОВКА ОТ ЗАЗДРАВЕНА ПОЧВА

1. Уводни бележки

Първите експерименти с екран и облицовка от заздравена почва в хидромелиоративното строителство са извършени в САЩ и Австрия през 40-те години на XX век.

След 1948 г в СССР се провеждат лабораторни изпитвания и опити с малки басейни, като се установява, че циментопочвена и варопочвена смес имат водоплътност – $k_f=10^{-6}\div 10^{-7}$ cm/s при хидростатичен напор до 500 kPa и значителна трайност, когато са покрити със защитен слой, т.е. не са изложени на действието на мраза. Най-голяма якост, водоплътност, водо- и мразоустойчивост има екрана приготвен с оптимална зърнометрична смес, т.е. смес, съдържаща в определени съотношения пясък, прах и глина. С помощта на повърхностно активни вещества, k_f може да намалее до 10^{-8} cm/s.

Обаче, най-същественото приложение на циментопочва като противифилтрационно и противоабразионно средство се осъществява в САЩ след 1951 г. за изграждане на защитна облицовка на откоса откъм водната страна на земнонаситни язовирни стени (Holtz and Walker, 1962).

Първото приложение е направено през 1951 г. от Bureau of Reclamation на язовира „Бъни” в щата Колорадо, като е изградена циментопочвена облицовка от пясъчливо-глинеца почва, заздравена с 10÷12% портландцимент. Облицовката е с дължина 117 m и дебелина около 2,0 m. Сместа е уплътнена до $\rho_{d,s}=1,75\text{g/cm}^3$. На 28-ия ден тя е имала якост на натиск $6,0\div 8,0$ MPa, която се е увеличила до 19,5 MPa след 10 години.

Опитът получен от язовирната стена „Бъни” е послужил за построяване на циментопочвена облицовка на редица други земнонаситни язовирни стени – „Мерит” в северозападна Небраска, „Глен Ендър” в Канзас и др. В Калифорния е изградена цяла язовирна стена от циментопочва. Счита се, че последната е добър материал и за ядра на земнонаситни стени.

Циментопочвената защитна облицовка на язовирните стени се изгражда едновременно с насипването на отделните слоеве, като най-предните 1-3 m от тях се заздравяват с портландцимент по технологията “смесване на място”. Облицовката е с голям технико-икономически ефект в районите, където няма подходящ скален материал за противоабразионна защита на предната част на язовирната стена. Десетилетната експлоатация на язовирите е доказателство за устойчивостта на циментопочвената облицовка спрямо атмосферните въздействия и колебанията на водното ниво.

По-късно в САЩ се изграждат водосъбирателни басейни, т.нар. ”водни капани” за напояване във селскостопански ферми с противифилтрационна циментопочвена облицовка.

През шестдесетте и седемдесетте години на XX век в Северна България се разгръна мащабно хидромелиоративно строителство, което

влезе в конфликт с пропадъчността и голямата пропускливост на лъоса. Наред с другите мерки за преодоляване на тези процеси беше разработен и внедрен цименто- и варопочвен екран на водоизравнителите. Лабораторните изследвания и изпитванията на място се проведеха в периода 1961 – 1964 г. от Геологическия институт на БАН, а приложенията се осъществиха след 1965 г. (Минков и Евстатиев, 1975).

Бяха налице редица обективни предпоставки за приложение на този екран при строителството на водоизравнителите в пропадъчен лъос:

- разширяване на напоителните системи в лъосовите плати с голяма пропадъчност на лъоса и висока пропускливост;
- съществената роля на водоизравнителите за увеличаване на КПД на напоителните системи. Без тях, голяма част от водата, подавана от помпените станции се завръща в реките без да бъде използвана. В изравнителите с площ до 40 декара и дълбочина до 3 m се събира неизползуваната за напояване вода и се подава когато има нужда;
- изравнителите се изграждат обикновено в най-високата част на платата, където лъосът е най-пропадъчен и най-водопрпусклив. Бетоновата облицовка не се оказва удачна, тъй като е тежка и се изгражда с фуги. Дори при добро уплътняване на фугите водата прониква през тях, предизвиква малко слягане и отваряне на фугите. В основата прониква вода и вследствие на това слягането се увеличава. Уплътнението на фугите още повече се нарушава и настъпва пропадане, което в крайна сметка разрушава облицовката;
- бетонът или материалите за него се превозват отдалече, което много ги оскъпява особено при лошо време;
- чуждестранният опит и извършените опитно производствени проверки у нас дадоха основание да се приеме, че покритият дънен екран от заздравена почва, който се изгражда без фуги е добро решение на проблема.

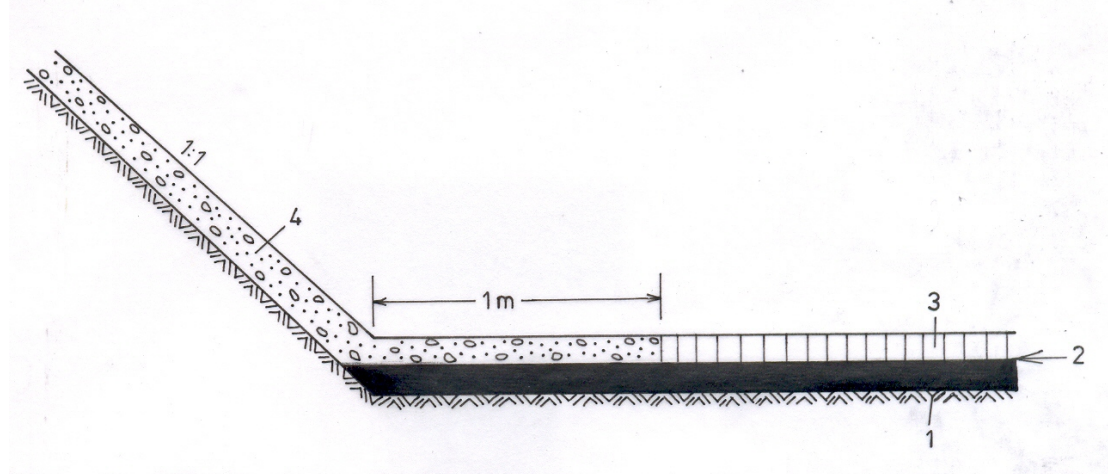
Екран от заздравена почва беше приложен на около 20 водоизравнителите, по голямата част от които са в Северна България. Използуван е екран от корава циментопочва, пластична циментопочва и варопочва. През 1974 г. са изготвени “Указания за проектиране на водоизравнителите с циментопочвен противифилтрационен екран”, утвърдени от Научния съвет на Института по водни проблеми при БАН и приети като ведомствена норма на тогавашния “Водпроект”. В тези указания екраните са част от по-широк кръг мерки за осигуряване на безаварийната експлоатация на изравнителите, изградени в пропадъчен лъос.

През последното десетилетие, в гр. Русе и Силистра циментопочвен екран е използван за изолация на дъната на новите градски сметища, построени в лъос.

2. Екран от пластична циментопочва

Този екран е използван при 2 водоизравнителя – единият е на Земеделската опитна станция (ЗОС) в гр. Лом, а другият до с. Разград, Монтанско. Двата изравнителя са построени на лъсоча основа от II тип със сумарно пропадане при геоложки товар 0,5 – 0,6 m. С повече данни се разполага за първия от тях.

Изравнителят на ЗОС “Лом” има площ 1200 m² и полезен обем 2500 m³. Построен е в полуизкоп и полунасип. Циментопочвеният екран е изграден през 1965 г. само по дъното. По откосите е положена бетонова облицовка (фиг. 11.1.).



Фиг. 11.1. Ъглов детайл от облицовката и дънния екран.

- 1 – екран от пластична циментопочва,
- 2 – полиетиленово фолио, 3 – почвено покритие,
- 4 – бетонова облицовка

Циментопочвата е направена от карбонатната зона на съвременната почва ($I_p=14$, карбонатно съдържание 21%), смесена в бетонобъркачка с 10% цимент и 30-32% вода. Сместа по дъното на изравнителя е уплътнена с плосък вибратор до $\rho_d=1,55 \text{ g/cm}^3$. Якостта на едноосен натиск на циментопочвата след отлежаване 1 месец е $R_c=1,2 - 1,3 \text{ МПа}$. След 10 цикли на замразяване и размразяване R_c намалява до 0,7 – 0,8 МПа, поради което екранът е защитен с 15 cm почвен слой.

След 5 годишна експлоатация изравнителят, поради препълване с вода, прелива и в единия ъгъл на оградния насип настъпва пропадане, което засяга и част от екрана. Направен е ремонт, който включва временно снемане на защитното почвено покритие, полагане на непрекъснатата полиетиленова мембрана върху циментопочвата, след което почвеното покритие е възстановено.

След описания ремонт, изравнителят е в непрекъсната експлоатация. Понижаването на водното ниво за 24 часа след напълването му, отчитано с градуирани рейки е 2-3 cm. Тук се включва просмукването през бетоновата облицовка на откосите и изпарението.

Екранът е изследван през 1986 г. т.е. 21 година след неговото изграждане, чрез отстраняване в малък участък на почвеното и

полиетиленовото покритие, оглед на повърхността на екрана и вземане на проби за изпитване на якост на едноосен натиск, за определяне на количеството на цимента, на плътността и на структурните изменения в циментопочвата с течение на времето (Карастанев, 1988).

Два са най-съществените резултати от това изследване:

- якостта на екрана след отлежаване 21 година се е увеличила около 10 пъти, достигайки до стойност $R_c=12,1$ МПа, независимо от климатичните въздействия и непрекъснатата експлоатация на изравнителя;
- екранът е монолитен, без пукнатини по повърхността. В него са настъпили благоприятни микроструктурни и фазови изменения (вж. гл. 9), с които се обяснява увеличението на плътността и якостта;
- циментопочвеният екран с покритие от полимерно платно има добри перспективи за приложение, особено при условията на пропадъчен лъос.

3. Екран от корава циментопочва

Коравата циментопочва се приготвя чрез смесване на почвата и цимента на място при водно съдържание $w=w_{opt}$ и уплътняване с валяк до достигане на ρ_{ds} . Екранът от корава циментопочва е използван при 17 изравнителя в пропадъчен лъос, два при нелъсова почва и при изграждане на две санитарни сметища. Екранът има дебелина 15 – 25 cm с почвено покритие от 15 cm.

При лъосова основа от II тип, преди изграждане на екрана, лъосът е уплътняван с предварително намокряне. Такъв е случаят с изравнителя на помпената станция “Софрониево” – Врачанско, който има дължина 246 m, ширина 61 m и дълбочина на водата 2,0 m. Площта на дъното му е около 16 дка. Пропадащата зона от геоложки товар е с дебелина 12 m. След извършване на изкопните работи и изграждане на дигите лъосът е уплътнен с предварително намокряне, като 4 месеца е поддържан воден стълб от 0,5 до 0,8 m (фиг. 11.2.) до затихване на деформациите на основата.

Пропадането на основата, измерено по геодезичен път, се изменя от 0,3 до 0,8 m като пропадъчните пукнатини се разпространяват до 35 m от оста на дигите, т.е. до 3 пъти дебелината на пропадъчната зона.

Циментопочвеният екран ($q=10\%$) е изграден чрез смесване на място с роторна фреза и уплътняване с пътен валяк след завършване на водоналиването и прекратяване на пропадъчните деформации. Сместа е уплътнена с $w_{opt}=17\%$ до $\rho_d=1,67$ g/cm³. След изграждането на изравнителя тя има $k_f=1,6 \cdot 10^{-6}$ cm/s и $R_c=1,9$ МПа, а след 20 години $R_c=4,4$ МПа (Карастанев, 1988).

При водоизравнителите с лъосова основа от I тип или друга непропадъчна основа не се прави предварително водоналиване, а след подравняване на дъното се пристъпва към изграждане на циментопочвения екран (фиг. 11.3.).



Фиг. 11.2. Уплътняване с водоналиване на пропадъчната
лъсочна основа на водоизравнителя “Софрониево”.
На преден план се вижда рейката за измерване на водното ниво



Фиг. 11.3. Момент от изграждане на циментопочвения екран на
водоизравнителя при с Руманя от напоителната система
“Стара Загора”

4. Екран от варопочва

Почвата с високо глинесто съдържание се заздравява по-лесно с вар, отколкото с портландцимент (вж. гл. 9). При някои почви са получени добри резултати и с предварителна обработка с малко количество вар - 1-2%, след което се пристъпва към заздравяване с портландцимент.

Изравнителят “Василовци” от напоителната система “Лом –запад” попада в зоната на глинестия льос (съдържание на глинеста фракция 25 %) и по тази причина е използван екран от варопочва.

Изравнителят има площ 7000 m², обем 15 000 m³, попада в наклонен терен, поради което едната му част е в изкоп, а другата в насип с височина 3-4 m. Льосът под изравнителя заедно с основната льосовидна глина има дебелина 7 m и представлява основа от I тип. Пропадане от допълнителен товар е възможно под насипа.

Във връзка с това приложение бяха извършени лабораторни изпитвания за изясняване на влиянието на различни фактори върху устойчивостта, тъй като варопочвен екран се прилагаше за първи път в хидромелиоративното строителство. Бе установено, че почва от дъното на изравнителя, смесена с 6% негасена вар при $w_{opt}=20\%$, уплътнена до $\rho_d=1,60 \text{ g/cm}^3$ има $R_c=21,0 \text{ МПа}$ след отлежаване 50 дни и коефициент на филтрация $k_f=2,0 \cdot 10^{-7} \text{ cm/s}$.

Самият екран (с дебелина 12 – 15 cm) е приготвен със 7% негасена вар по следния начин. Дъното на изравнителя е разделено на участъци с площ 2000 m². На всеки от участъците след подравняване на дъното е приложена една и съща технологична схема: разстилане на негасената вар в количество 10 – 12 kg/m²; смесване на ворта с почвата с тежък дисков плуг; добавяне на вода до достигане на w_{opt} и повторно смесване с плуга; престояване на сместа едно денонощие, уплътняване с пътен валяк, насипване на защитен почвен слой и уплътняване на този слой също с валяк.

След 20 годишна експлоатация беше изследвано състоянието на екрана. Бе установено, че наред с участъците, в които той е запазен, съществуват и такива, в които състоянието му не е добро (Карастанев, 1988). Причината за тази нееднородност трябва да се търси в недостатъци в технологията: използване на не смляна негасена вар, приготвяне на сместа с дисков плуг, неравномерно уплътняване поради невъзможност да се осигури еднакво водно съдържание.

При пробите, взети от участъците със запазен екран, се получиха стойности на $R_c=6,8 \text{ МПа}$.

Въпреки недостатъчно убедителните данни за състоянието на варопочвения екран на изравнителя “Василовци” считаме, че този екран е перспективен за районите изградени от глинест льос. Необходимо е да се подобри технологията и се използва негасена вар на прах.

С широкото навлизане на геосинтетичните мембрани в строителството (вж гл. 22) се откриват възможности за изграждане на по-ефективни екрани на водни басейни в льос чрез различни комбинации на тези мембрани с циментопочвени и варопочвени смеси.