

19. ЗАЗДРАВЯВАНЕ В ДЪЛБОЧИНА С ХИДРОСТРУЙНА ТЕХНОЛОГИЯ

1. Уводни бележки

Прототип на разглежданата технология са методите, използващи режеща водна струя под високо налягане в подземния рудодобив. Нейният строителен вариант е изобретен в Обединеното кралство, но в сегашния си вид е развита и внедрена от корпорацията “Кажима” в Япония след 1973 г. В Европа навлиза широко от края на седемдесетте години на миналия век в Италия, Англия, Германия, бившия Съветски съюз, Австрия и др. страни.

В България технологията е експериментирана по средата на осемдесетте години и след това е внедрена от Хидрострой. Специално за льоса са извършени експерименти от Изследователската база по геотехника на БАН в гр. Русе със съдействието на Хидрострой (Евстатиев и Ангелова, ред.1993).

Хидроструйната технология е може би най-модерната технология за здравяване на кватернерни дисперсни почви. Тя се характеризира с икономическа ефективност, висока производителност, просто оборудване, възможност за получаване на здравени тела с различна форма на всякаква дълбочина, като наличието на сгради не е препятствие за нейното приложение.



Фиг. 19.1. Изглед на строителна площадка, на която се изпълнява хидроструйно здравяване

В дъното сондажната уредба, в ляво – смесителния център. В случая се прави предстроително укрепване на свода на тунел, чието трасе преминава на 30 м от повърхността (Рим, Италия)

Разработен е Европейски стандарт (European standard for the execution of the jet grouting works (CEN/TC288/WG7), в който е дадена същността на технологията и изискванията за нейното приложение.

Досега тази технология е прилагана в следните случаи:

- подготовка на земната основа чрез изграждане на колони и ламели от заздравена почва;
- увеличаване на носещата способност на земната основа под съществуващи сгради;
- построяване на стени от заздравена почва при прокарване на шахти;
- заздравяване на свода на тунели;
- укрепване на откоси срещу свличане;
- създаване на противифилтрационна преграда при изкопи;
- строителство на противифилтрационна завеса на язовирни стени;
- изолационна преграда при депа за опасни отпадъци.

2. Същност и приложения на хидроструйната технология

В сондажи с малък диаметър се вкарва сондажна тръба, в чийто долен край е навит монитор, съдържащ дюзи с малък диаметър, през които под налягане се подават вода, въздух и циментова суспензия.

Различават се два основни технологички варианта:

- **хидроструйно заздравяване**
- **хидроструйно заместване**

При двата варианта технологичката схема включва монитор, сондажна колона, помпа за високо налягане, смесителен център със складова база, тръбопровод за флуида, компресор за въздух и измерителни приспособления.

При **хидроструйното заздравяване** се различава *еднокомпонентен* и *двукомпонентен* начин. При първия начин от дюзите се подава само циментова суспензия (фиг. 19.2.).

При *двукомпонентния* начин циментовата суспензия е обхваната от въздушна струя, която ограничава разпръскването на течната струя и увеличава нейната режеща сила.

При двата начина заздравяването става в следния ред. С извличане на монитора към повърхността през дюзите се подава циментова суспензия, чието налягане може да достигне до 50 и повече МРа. Суспензията размива почвата и я смесва с цимента. В зависимост от движението на монитора към повърхността - въртливо или постъпателно напред - се образува колона (фиг. 19.3.) или секция с ивична форма от пластична циментопочва. В зависимост от вида на почвата (твърда или рохкава диаметърът на колоната е от 0,5 до 3,0 m. Секцията има ширина от 0,2 до 0,4 m.

Скоростта на въртене на монитора при изграждане на колони е 4–10 оборота за минута, а стъпката при изтеглянето му към повърхността – 0,03 – 0,8 метра за минута.



Фиг. 19.2. Изглед на уредба за хидроструйно заздравяване.
Виждат се уредбата със сондажната мачта, сондажната колона и монитора, през дюзите на който излиза под високо налягане циментова суспензия.



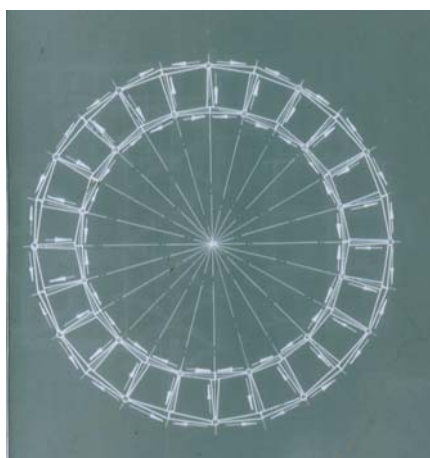
Фиг. 19.3. Изглед на разкопани колони от циментопочва след тяхното втвърдяване

Циментопочвените колони могат да се застъпват, при което се образува стена или диафрагма от заздравена почва. Такъв случай е показан на фиг. 19.4., на която се виждат заздравените стени на шахта при строителството на Миланското метро в Италия.



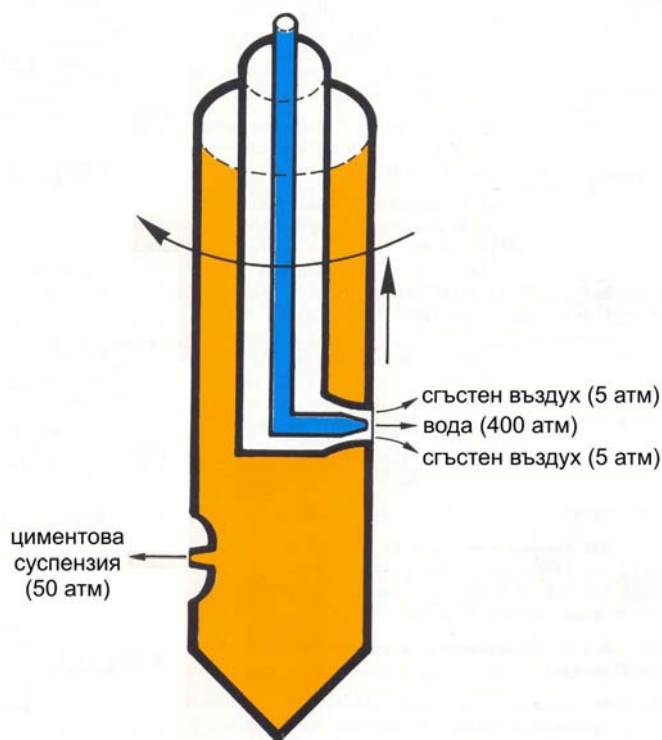
Фиг. 19.4. Укрепване на стените на шахта посредством застъпващи се циментопочвени колони

Ивичните тела от заздравена почва също могат да се застъпват, което позволява изграждане на противифилтрационни прегради или строителство на различни по форма елементи от заздравена почва за нуждите на фундирането (фиг. 19.5).



Фиг. 19.5. Цилиндрично тяло от заздравена почва, формирано от застъпващи се ивични елементи

Хидроструйното заместване се осъществява посредством *трикомпонентна технология*, която се различава от двукомпонентната с наличието на отвор с диаметър 7 mm в долния край на монитора, през който се подава циментобентонитова суспензия под налягане 5 МРа (фиг. 19.6.).

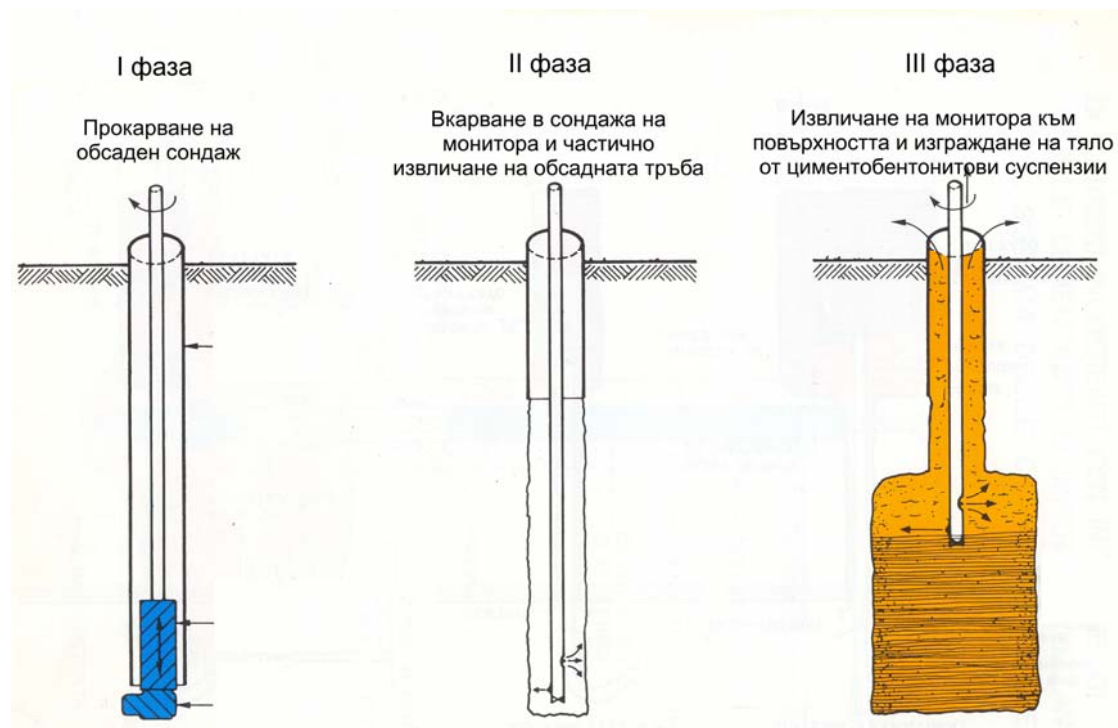


Фиг. 19.6. Принципна схема на монитора , използван при хидроструйното заместване

Хидроструйното заместване се изпълнява в следния ред (фиг. 19.7.). Най-напред се прокарва обсаден сондаж (I фаза). В сондажа се спуска тръбата с монитора, след което се изтегля обсадната колона (фаза II). След това от монитора се подава водна струя под налягане 40 МРа, ограничена срещу разпръскване с въздушна струя под налягане 0,5 МРа (фаза 3). Водната струя размива почвата и шламът се изкарва на повърхността. Едновременно с това от долния отвор се подава циментобентонитова суспензия под налягане 5 МРа, която запълва получения отвор. При въртене на монитора (3 – 6 оборота за минута, стъпка при изтеглянето му – 0,04 – 0,1 метра за минута) се получава циментобентонитова колона, а при движението му постъпателно напред – ивично тяло (ламела).

Хидроструйното заместване се използва при изграждане на противофилтрационни завеси и прегради срещу разпространение на замърсители в почвата по пътя на движение на подземната вода.

Технологията е достатъчно производителна – 100 - 300 m² завеса за една смяна.



19.7. Принципна схема на хидроструйното заместване

3. Експерименти и приложения на хидроструйната технология в България

Изграждане на противофилтрационна завеса

Експериментите започват през 1985 г., когато Хидрострой и Машинният електротехнически институт със съдействие на БАН проектират и изработват трикомпонентен монитор със следните параметри:

- работна дължина на тръбите и монитора – 12 m;
- външен диаметър 112 mm;
- налягане – до 60 МРа;
- маса – 300 kg]

Мониторът е със сменяеми металокерамични дюзи за инжектиране на циментова суспензия, вода и въздух. За захранване на водната струя се използва бутална помпа с налягане до 30 МРа и дебит 1,25 l/s. Стъстеният въздух се подава с бутален компресор с налягане 0,7 МРа и дебит 10 m³/min. Използува се проучвателна сонда с допълнителни приспособления.

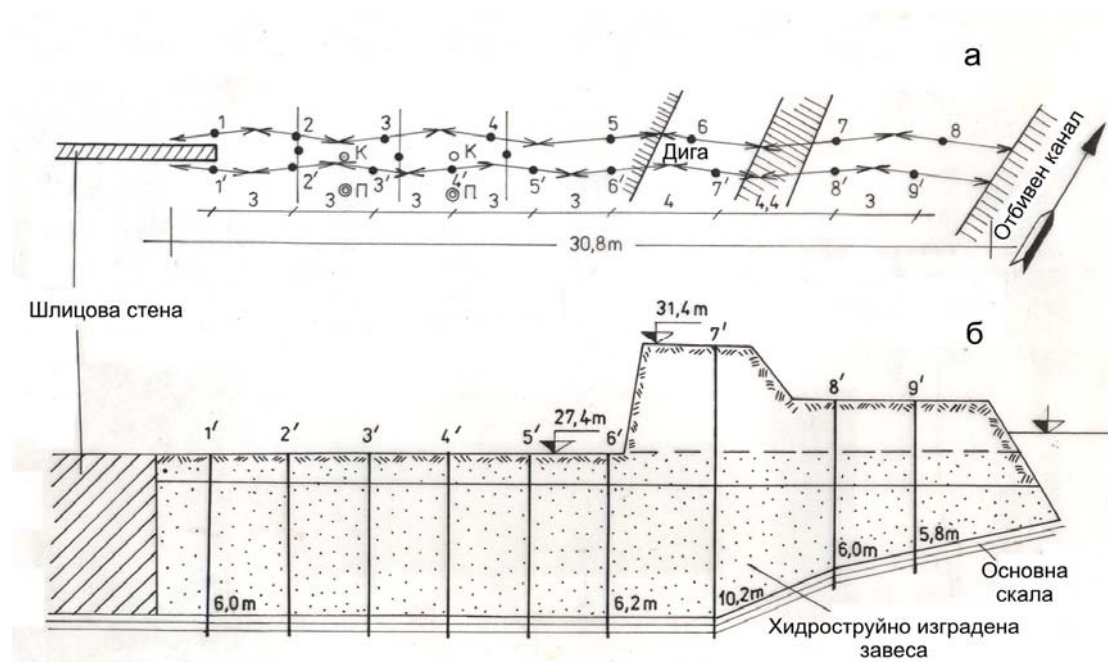
След опитна проверка на терасата на р. Дунав при Видин хидроструйната технология е приложена за изграждане на противофилтрационна завеса на язовир “Раков дол”, Бургаска област (Томов в Евстатиев и Ангелова, ред.,1993). Завесата е предназначена за

спиране на филтрацията през алувия на р. Факийска Тя е двуредова с дебелина на всеки ред 0,20 m (фиг. 19.8.). Ламелите са разположени зигзагообразно, като са изградени през една.

Завесата има следните характеристики:

- зигзагообразно разположение на ламелите, като изпълнението им е през една;
- първо са изградени всички направляващи сондажи, след което са изработени ламелите;
- Запълващата суспензия съдържа 300 kg портландцимент, 40 kg активиран бентонит и 880 l вода на 1 m³;
- Дължина на ламелите – 3-4 m;
- Производителност при скорост на повдигане на монитора 10 cm/min – 100 m² на смяна;
- Водопропускливост 10⁻⁶ cm/s;
- Стойността на завесата е три пъти по-ниска в сравнение със шлицова стена.

Хидроструйната технология е експериментирана от Хидрострой за изграждане на дънен екран на воден басейн, изграден в силно пропускливи алувиални материали в с. Долна Малина.



Фиг. 19.8. План (а) и надлъжен профил на изградената по хидроструйна технология завеса на язовир “Раков дол”

К – водочерпателен кладенец; П – пиезометричен сондаж; 1, 2, 3.....8 и 1', 2', 3'.....9' сондажи за хидроструйната технология

Експериментиране на технологията при пропадъчен льос

От Изследователската база на БАН в гр. Русе и Хидрострой са направени предварителни опити за уплътняване и заздравяване на пропадъчен льос. Опитите включват три варианта:

- изграждане на колона от нарушен лъос с помощта на водна струя – целта е да се ликвидира макропорестостта на лъоса и по този начин да се елиминира пропадането;
- изграждане на колона от пластична циментопочва;
- изграждане на колона от силикатизиран лъос.

От експериментите са получени добри резултати, но по-нататъшната работа ще продължи след набавяне на необходимата техника. Използването на проучвателна сонда с вградена въртяща се глава за високо налягане не гарантира безопасност на труда и производителност на заздравителните работи.