



УДК: 21474

*S.A. Ишутина*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОСТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ**

*Аннотация:* в данной статье проведен анализ применения гидроструйных технологий. Автором рассмотрены принципы работы и виды рабочего инструмента.

*Ключевые слова:* гидроструйная цементация, рабочий инструмент, технология.

*S.A. Ishutina*

## **THE USE OF WATER-JET GROUTING**

*Abstract:* this article analyzes the application of water-jet technology. The operation principles and types of working tool.

*Keywords:* water-jet grouting, work tool, technology.

Для повышения прочности оснований из глинистых грунтов с малыми коэффициентами фильтрации по всему объему необходимо полное разрушение структуры грунта с обеспечением его перемешивания с твердеющим составом. Наиболее перспективной технологией, обеспечивающей получение грунтобетона в любых заданных соотношениях является струйная технология (jet grouting). Сущность струйной технологии с использованием цементной суспензии (гидроструйная цементация (ГСЦ) заключается в использовании кинетической энергии высокоскоростной суспензионной водоцементной струи, погруженной в грутовый массив и врачающейся в плоскости, перпендикулярной оси скважины с одновременным подъемом вверх. В результате разрушения и перемешивания грунта с цементной суспензией образуется закрепленный массив цилиндрической формы (грунтоцементная свая) [2].

Рабочим инструментом для образования грунтобетонного массива является струйный монитор с горизонтальными форсунками диаметром 0,8–3,0 мм. Це-

ментная суспензия подается под давлением до 100 МПа. В современных струйных установках бурение скважины диаметром 73–120 мм осуществляется с применением стандартного бурового инструмента с промывкой скважины водой или глинистым раствором, который подается при бурении через одну торцевую (вертикальную) форсунку под давлением до 5 МПа. После достижения проектной глубины через буровой став в струйный монитор начинается подача цементной суспензии под высоким давлением с одновременным поднятием и вращением монитора. Диаметр получаемого грунтоцементного массива зависит от размера рабочего давления и составляет 0,5–3 м. Прочность грунтобетонного массива зависит от типа закрепляемого грунта и технических характеристик применяемой установки. Ориентировочные значения прочности приведены в таблице 1.

Таблица 1

| № п/п | Исходный вид грунта | Прочность закрепленного массива, МПа |
|-------|---------------------|--------------------------------------|
| 1     | торф                | 0,5–2                                |
| 2     | глина               | 3–7                                  |
| 3     | суглинок            | 3–10                                 |
| 4     | супесь              | 5–14                                 |
| 5     | песок               | 15–20                                |
| 6     | гравий              | 20–30                                |

В современных установках используют три типа струйных мониторов:

*Однокомпонентная технология (JET 1).* Монитор имеет две форсунки, через которые подается цементная суспензия под давлением до 80 МПа (рис. 1.1), которая поступает по одному каналу в буровой штанге. Диаметр закрепленного массива, как правило, составляет 0,5–0,8 м.

*Двухкомпонентная технология (JET 2).* Цементная суспензия подается также из двух форсунок под давлением до 50 МПА с дополнительной защитой воздушными струями, истекающими из кольцевых форсунок по периметру основных под давлением 0,6–1,2 МПа (рис. 1.2). Воздушная защита увеличивает диаметр закрепленного массива и способствует лучшему перемешиванию рас-

твора и разрушенной породы. Диаметры закрепленных массивов в данном случае составляют 0,8–1,5 м [1]. Буровая штанга в этом случае имеет два отдельных канала для подачи суспензии и воздуха.

*Трехкомпонентная технология (JET 3).* Кроме форсунок для подачи суспензии (давление до 70 МПа) и воздуха монитор имеет в верхней части дополнительную форсунку, через которую в процессе закрепления подается вода под давлением 20–30 МПа (рис. 1.3). Данная технология позволяет снизить потери цементной суспензии и получать диаметры закрепленного массива до 2,5 м при высокой однородности грунтобетона.

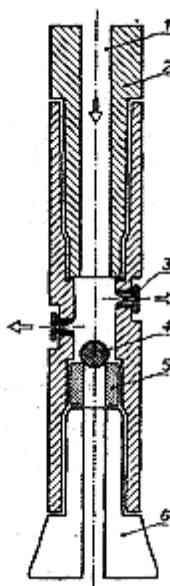


Рис. 1.1. Конструкция однокомпонентного монитора итальянской компании «Родио»: 1 – цементный раствор; 2 – бурильная штанга; 3 – струйная насадка; 4 – шарик; 5 – гнездо клапана; 6 – буровой снаряд.

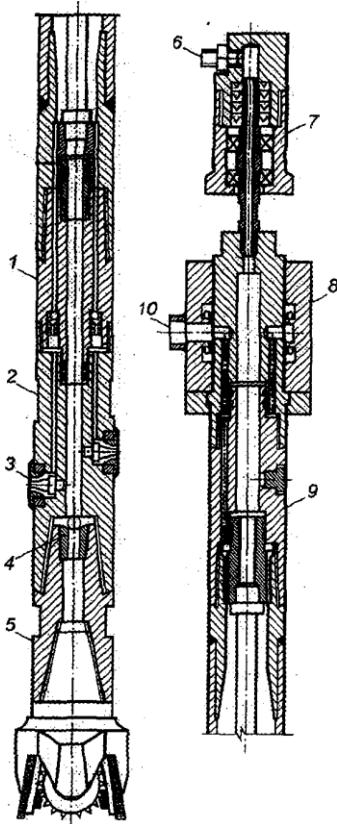


Рис. 1.2. Конструкция двухкомпонентного струйного монитора  
итальянской компании «Казагранде»

Головка монитора и двухкомпонентный вертлюг:

1 – соединительная секция с воздушным клапаном одностороннего действия; 2 – головка струйного монитора; 3 – концентричные растворная и воздушная насадки; 4 – автоматический или шариковый клапан; 5 – буровой снаряд; 6 – раствор; 7 – вертлюг для раствора; 8 – вертлюг для сжатого воздуха; 9 – соединительная секция; 10 – сжатый воздух.

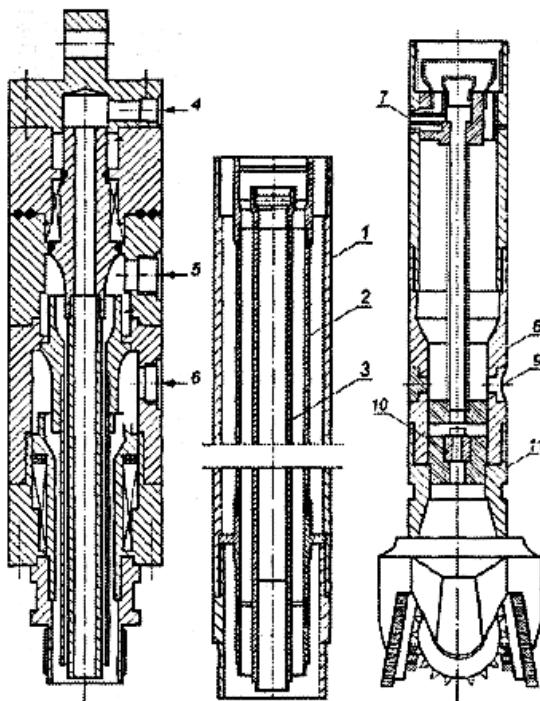


Рис. 1.3. Конструкция трехкомпонентного струйного монитора итальянской компании «Казагранде»

Головка монитора, трехкомпонентный вертлюг и секция концентрических труб для подвода рабочих компонентов:

1 – труба для раствора; 2 – труба для сжатого воздуха; 5 – труба для воды: 4 – вода; 5 – сжатый воздух; 6 – раствор; 7 – концентрические водяная и воздушная струйные насадки; 8 – растворная секция монитора; 9 – растворная насадка; 10 – автоматический клапан; 11 – буровой снаряд.

Разновидностью технологии ГСЦ грунтов является устройство плоских грунтобетонных конструкций, когда монитор перемещается по предварительно пробуренной скважине лишь поступательно не совершая вращательного движения. Конструкция такого монитора разработана в ЦНИИОМТП и успешно использовалась при реконструкции подземных сооружений.

### ***Список литературы***

1. Афонин И.А. Технология и организация монтажа специальных сооружений / И.А. Афонин, Г.И. Евстратов, Т.М. Штоль. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Брод И.И. Струйная геотехнология. – М.: АСВ, 2004.

---

**Ишутина Софья Александровна** – аспирант, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Россия, Тула.

**Ishutin Sofia Aleksandrovna** – graduate student, Tula State University, Russia, Tula.

---