

**ГЛУБИННОЕ УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ
ЦЕМЕНТОМ - СОВРЕМЕННЫЙ
СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ
ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ДЛЯ
ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ**

Инженерная Компания «НИИЖБ»

Если естественные свойства грунтов не позволяют достичь проектных требований предъявляемых к зданиям и сооружениям без дополнительных мер может быть принято решение о модификации естественных свойств грунтов.

Для решения задачи по предотвращению разжижения грунта вследствие сейсмического воздействия, и одновременному улучшению деформационных свойств грунтов, наиболее подходящими современными технологиями по усилению и улучшению свойств грунтов являются:

- технология струйной цементации («**Jet Grouting**»),
- технология глубинного смешивания («**Deep Soil Mixing**»).
- технология **WSM (Wet Speed Mixing)**

Технология «Jet Grouting»

Технология «Jet Grouting» – метод закрепления грунтов и увеличения их прочности путём частичного замещения высоконапорной струёй цементного раствора и частичного смешивания незамещенного грунта.

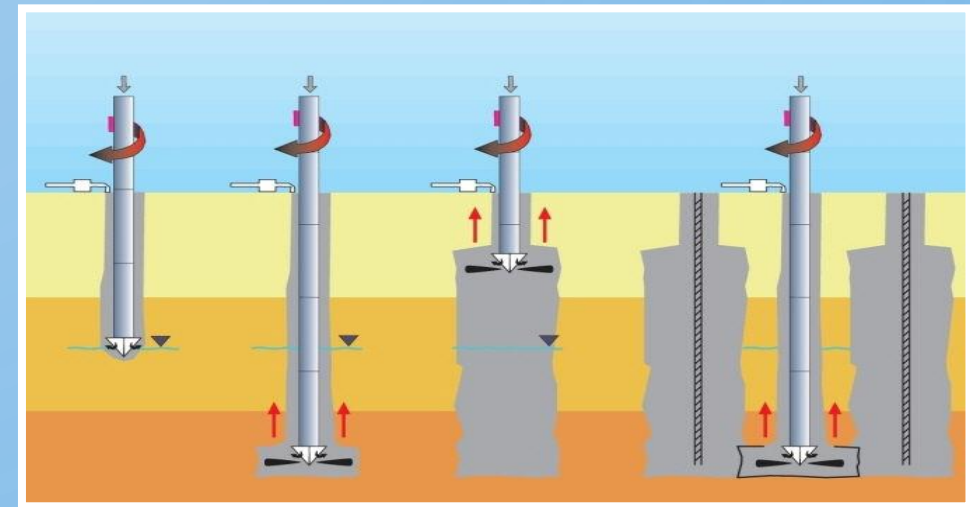
Устроенные с применением данной технологии сваи из цементного камня с примесью грунта, рассматриваются впоследствии как единый геотехнический массив.

Струйная цементация позволяет укреплять большой диапазон грунтов - от гравийных отложений до мелкодисперсных глин и илов.

К преимуществам данной технологии можно отнести:

- Высокая производительность работ;
- Отсутствие негативных ударных воздействий;
- Работа при сложных инженерно-геологических условиях, в слабых и водонасыщенных грунтах;

Применение данной технологии предполагает значительный расход цементного раствора, что при больших объемах работ, значительно влияет на общую стоимость работ.

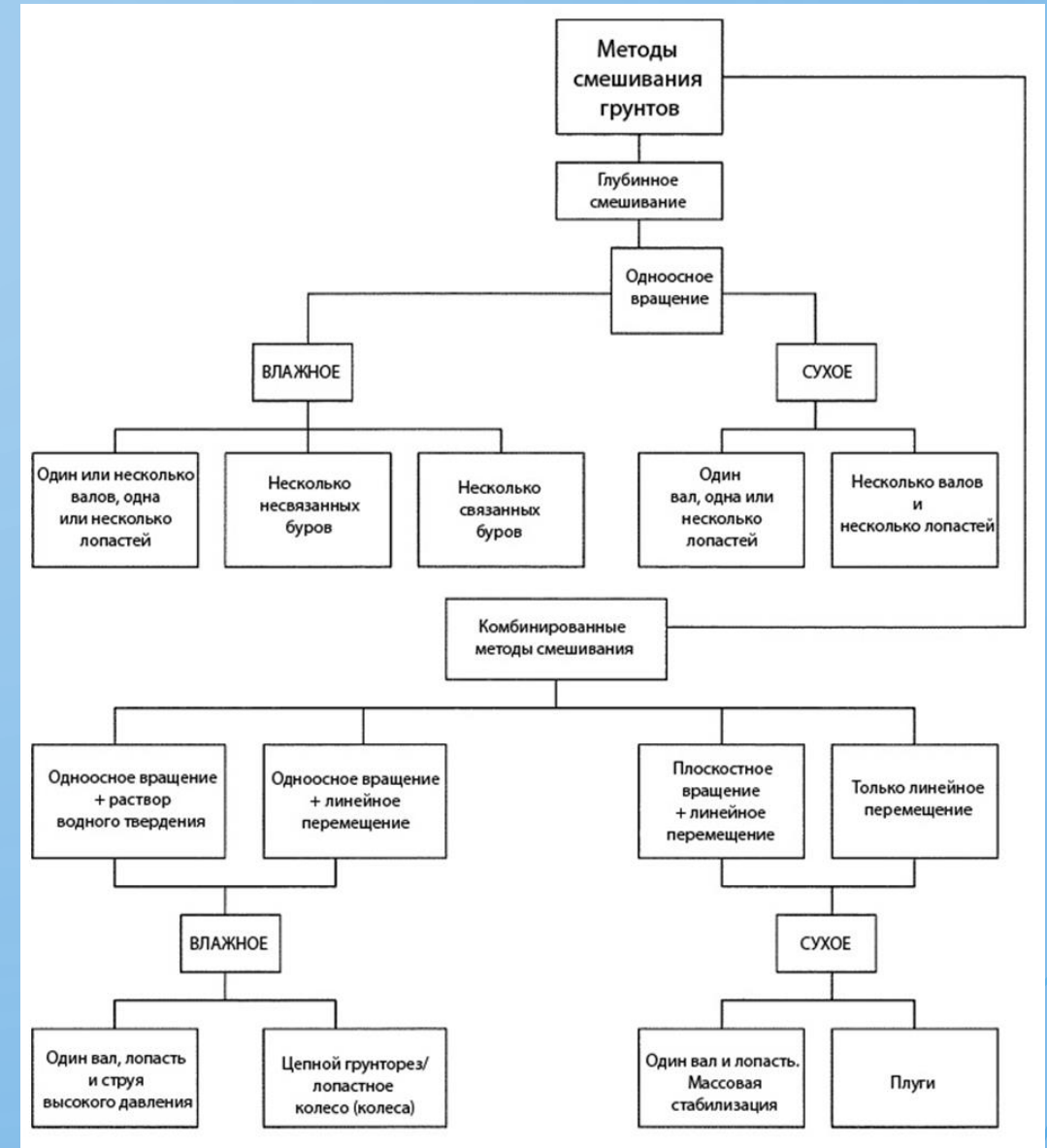


Технологии DSM («Deep Soil Mixing»)

Технология глубинного смешивания DSM («Deep Soil Mixing») широко применяется в мире для укрепления слабых грунтов. Технология глубинного смешивания грунта заключается в изготовлении грунтоцементных свай при помощи специального буросмесительного оборудования.

В процессе бурения происходит перемешивание и размельчение грунта с одновременной подачей цементного раствора или других реагентов (известь, зола, шлак, бентонит и др.), как сухих, так и жидких (как в случае технологии WSM – «Wet Speed Mixing») смесей вяжущих веществ. За счет смешивания происходит равномерное распределение вяжущих элементов в грунте и происходит реакция гидратации. Для достижения лучших результатов уплотнения грунтоцементных колонн, процесс перемешивания может повторяться несколько раз.

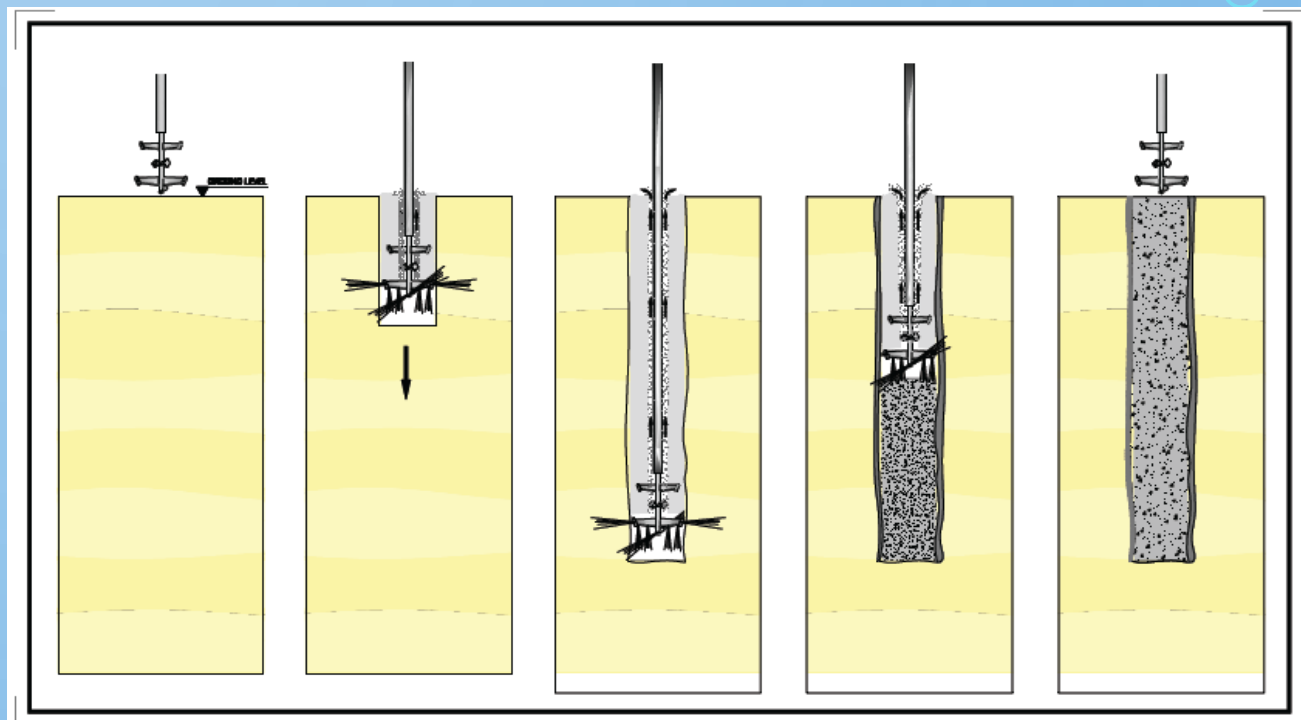
EN 14679/2005



Технология WSM (Wet Speed Mixing)

как разновидность буросмесительных технологий DSM представляет собой технологию быстрого смешивания грунта с цементной суспензией при помощи бурового оборудования с высоким крутящим моментом.

Рабочим инструментом является буровая головка, соединенная с буровым приводом посредством удлинительных штанг. Насос подает суспензию через вертлюг бурового привода к буровой головке и непосредственно в грунт при смешивании. Смешивание грунта происходит как при погружении, так и при извлечении буровой головки.



Технология WSM



К преимуществам данной технологии относится:

- Высокая производительность работ при сокращении сроков их выполнения;
- Отсутствие вибрации и низкий уровень шума при производстве работ;
- Сравнительная экономичность работ в связи с небольшим вяжущего;
- Применение технологии практически во всех видах дисперсных грунтов.



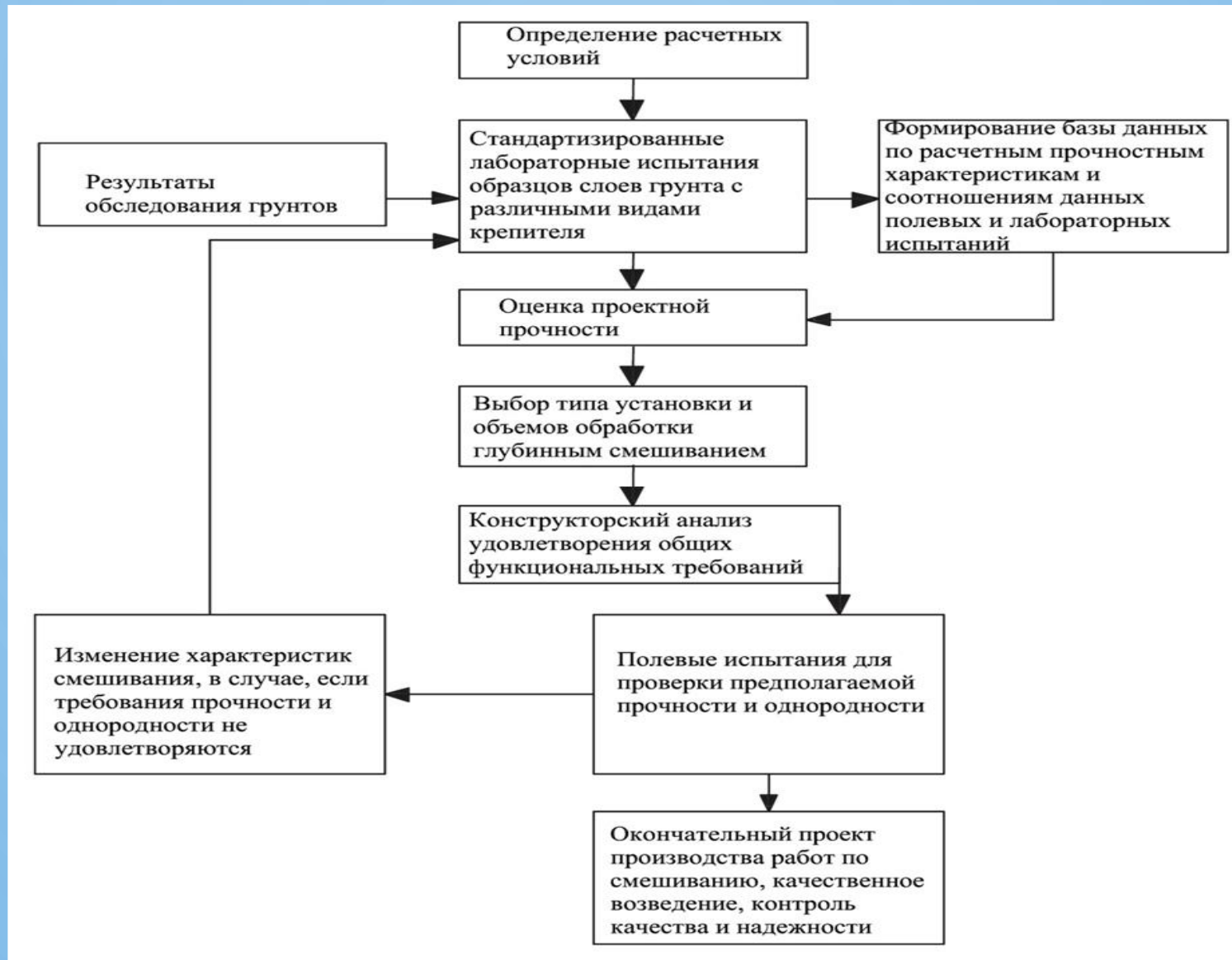
ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"

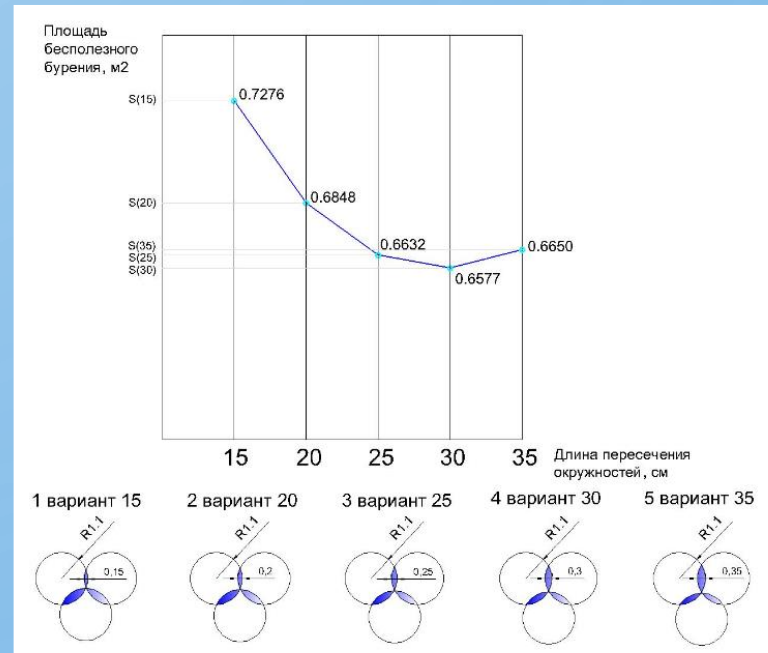
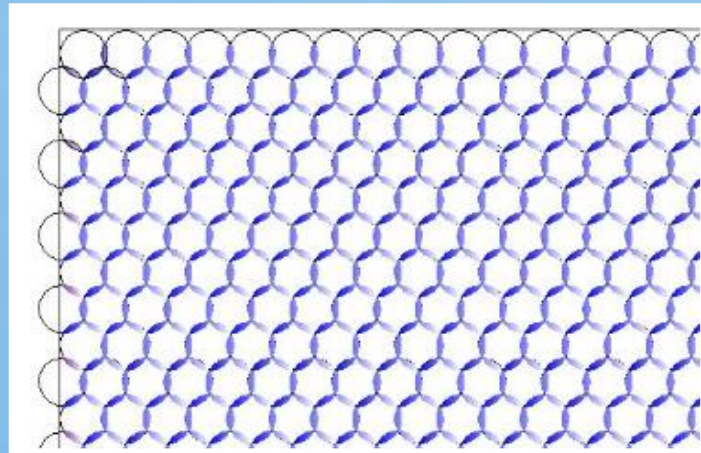
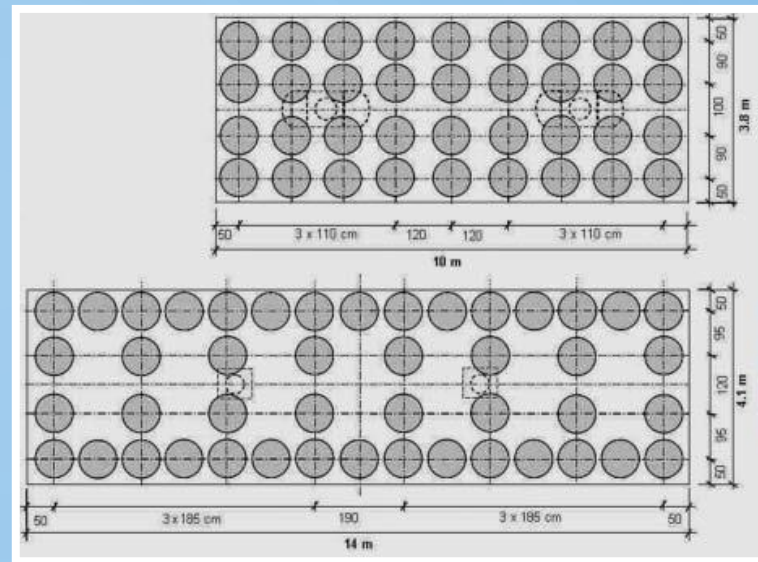
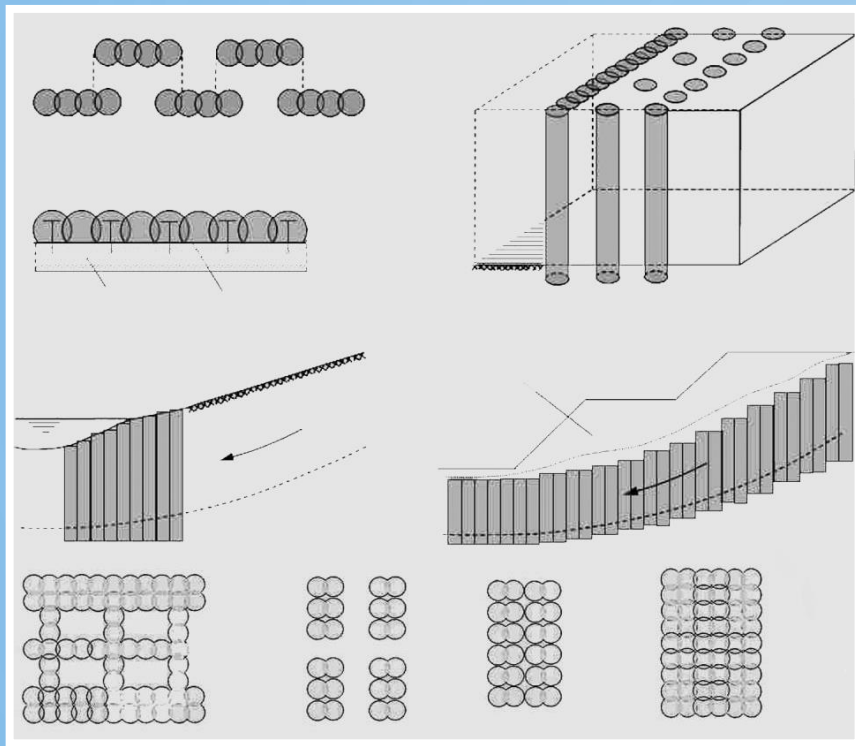


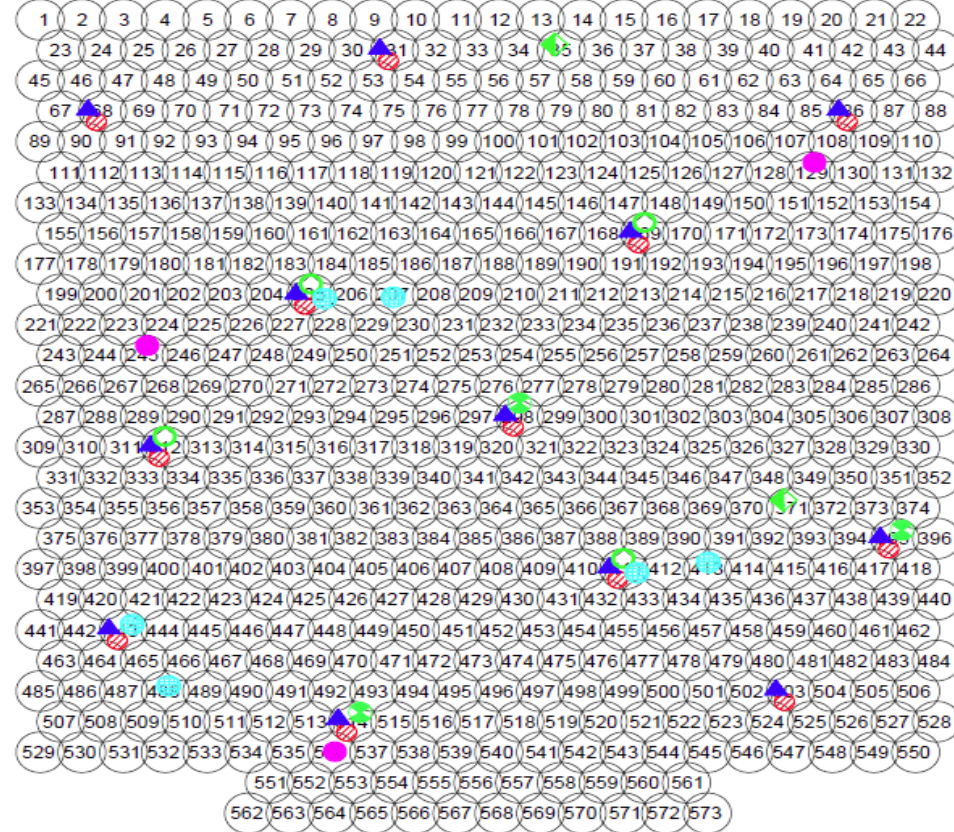
ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"








	Ограждающие конструкции (стена в грунте)	Несущие конструкции (опорные сваи)
Прочность, МПа	0,5-2,0	5-15
Коэффициент фильтрации, м/сек	$1 \cdot 10^{-6}$	-
Расход цемента, кг/м ³	100-200	200-450









-  - (CS) Core sampling / Отбор кернов
-  - (PM) Pressuremeter / Прессиометрические испытания
-  - (GS) Geophysical survey (cross-hole) / Геофизические изыскания (кросс-хол)
-  - (UCS) Uniaxial compression test / Испытание кернов на прочность при одноосном сжатии
-  - (PN-CS) Pin Hole test
-  - (PL) Plate load test / Испытание штампом
-  - (TXT) Triaxial test / Трёхосные испытания

Remarks / Примечания:

1. Geophysical survey (cross-hole) to be done between 2 control piles /
 Геофизические изыскания (кросс-хол) проводятся между 2мя контрольными скважинами

ЗАВОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ



ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"



ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"



ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"



Pile-No.: 1AB2 Soil-Mixing 10.03.06 11:00:34a

Depth: -32.85 Dmax: -58.12
Speed: 12ft/min

RPM: 35 RPM **P: 152 bar**

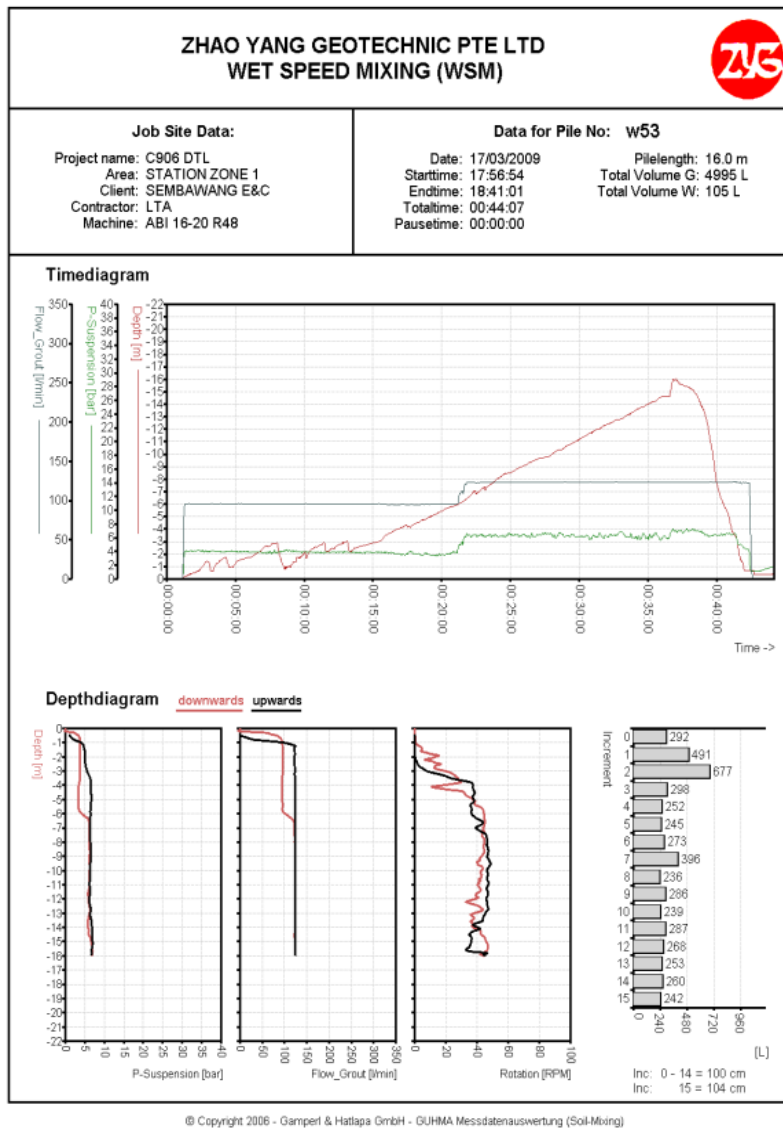
P-Susp. : 34 psi

Q-Susp. : 98 gal/min

Increment	Volume
24-27ft	7.0 qft
27-30ft	7.4 qft
30-33ft	6.1 qft
33-36ft	9.3 qft
36-39ft	9.1 qft
Total Volume: 124.8 qft	

X-Axis: Y-Axis:

RecTime: 06:13



WET SPEED MIXING (WSM)

GROUND IMPROVEMENT WORK – WSM METHOD



CLIENT: LTA	PROJECT: C902	Bore No: CH2	DATE: 15.12.2009
CORE NUMBER		DEPTH	TCR (%)
CR7	25.359	- 26.859	100%
CR8	26.859	- 28.359	100%
CR9	28.359	- 29.859	100%



КОМИССИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ БАНГЛАДЕШ



АЭС «РУППУР» ЭНЕРГОБЛОКИ 1,2

Отчёт по безопасности стабилизации
грунтового массива в основании здания
Административного корпуса 00УУС

2018



ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"

Применение комплексных химических добавок в технологии укрепления грунтов цементом WSM позволяет:

- Обеспечить устройство ограждающих конструкций с прочностью 0,5-2,0 МПа при расходе цемента до 200 кг/м³ и несущих конструкций с прочностью до 15,0 МПа при расходе цемента до 450 кг/м³, динамически устойчивые основания под фундаменты зданий и сооружений в т.ч. из водонасыщенных пылеватых песков и глинистых грунтов на сейсмически активных участках;
- Снизить водоцементное отношение и повысить прочность, коррозионную стойкость грунтобетона;
- Обеспечить устройство основания на обводненных участках без увеличения расхода цемента;
- Повысить производительность работ за счет снижения вязкости обрабатываемого грунта, повысить однородность распределения цемента в грунте и однородность прочности основания по площади и снизить износ рабочих органов оборудования.

№ опыта, дата	масса цемента,г	масса воды,г	масса суспензии,г	масса грунта,г	Соотноше- ние грунт / суспензия	% цемента в смеси	Подвижность по конусу СтройЦНИЛ см	Прочность, МПа
1	500	500	300	600	2:1	17	7	7,26
2	500	500	208	500	2,4:1	15	5	5,38
3	500	750	300	900	3:1	10	7	2,90
4	500	750	350	900	2,6:1	11	10	3,45
5	750	500	400	900	2,25:1	18	2	6,07
6	750	500	500	900	1,8:1	21	7	11,62



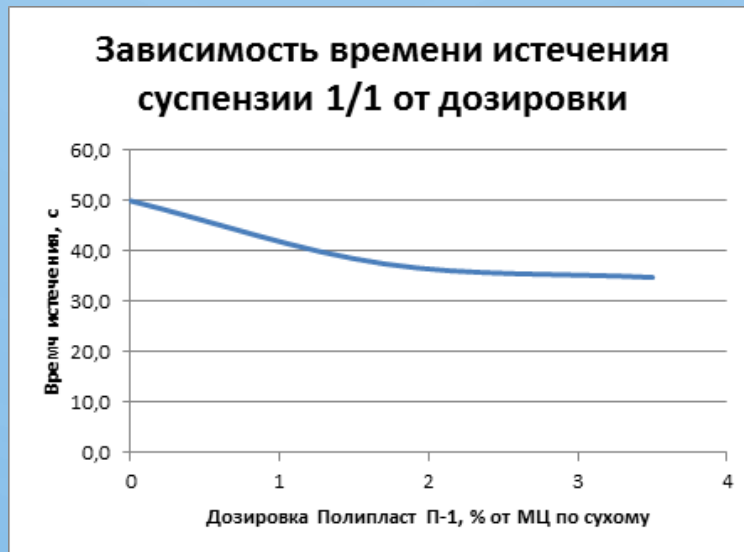
ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"

№ № п/п	Содержание цемента ¹⁾ - водной суспензии в грунтобетонной смеси (грунт ²⁾ : суспензия)	В/Ц	Содержание добавки Полипласт СП-3, % от массы цемента по сухому веществу	Подвижность по конусу СтройЦНИЛ, см	Плотность смеси кг/м ³	Прочность грунтобетона на сжатие, МПа в возрасте 14 суток ²⁾
7	2,0:1,0	0,47	0,0	Пк = 3,5	2188	9,1
8	2,0:1,0	0,47	0,6	Пк = 7,5	2180	8,9
9	2,0:1,0	0,42	0,6	Пк = 3,0	2216	10,7

№ № п/п	Содержание цемента ¹⁾ - водной суспензии в грунтобетонной смеси (грунт ²⁾ : суспензия)	В/Ц	Содержание добавки, % от массы цемента по сухому веществу	Подвижность по конусу СтройЦНИЛ, см
10	3,0:1,0	0,7	0	Пк = 3,0
11	3,0:1,0	0,7	Полипласт СП-1 Нафталинсульфонат 1 % по сухому	Пк = 5,2
12	3,0:1,0	0,7	ЛСТ 0,55 % по сухому	Пк = 5,0
13	3,0:1,0	0,7	ЛСТ 1,1 % по сухому	Пк = 7,0
14	3,0:1,0	0,7	ПКБ 0,66 % по сухому	Пк = 7,0
15	3,0:1,0	0,7	ЛСТ + ПКБ 0,83 (80/20)	Пк = 5,0

ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"

№ № п/п	Содержание цементно-водной суспензии в грунтобетонной смеси (грунт: суспензия)	В/Ц	Содержание добавки, % от массы цемента по сухому веществу	Подвижность по конусу СтройЦНИЛ, см	Время истечения суспензии, с
1	2,0:1,0	1:1	0	Пк = 9,0	49,9
2	2.5:1,0	1:1	Полипласт П-1 1.7 % по сухому	Пк = 8,5	37,4
3	3,0:1,0	1:1	Полипласт П-1 3,5 % по сухому	Пк = 9,0	34,7
4	2.5:1,0	1:1	Полипласт СП-1 1.8 % по сухому	Пк = 9,0	-



ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"

Глубинное смешивание грунта с вяжущими позволяет обеспечить решение проблем, касающихся следующего:

- обеспечение стабильности (строений и дамб);
- укрепление откосов и котлованов;
- обеспечение прочности грунтового основания на грунтах естественного залегания;
- повышение несущей способности грунтового основания до 15-20 МПа,
- обеспечение динамической устойчивости грунтов естественного залегания (напр., в сейсмоактивных регионах);
- предотвращение усадки основания под циклическими нагрузками;
- обездвижение и/ или локализация хранилищ отходов или загрязненных участков грунта;
- возведение удерживающих сооружений;
- снижение вибраций.



ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"



ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"



ООО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ "НИИЖБ"

