

**В ведение добавки КАЛЬМАТРОН-Д ДЖЕТ  
при струйном инъецировании (JET GROUTING) грунтов**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

# СОДЕРЖАНИЕ

|     |                                              |    |
|-----|----------------------------------------------|----|
| 1.  | Область применения .....                     | 3  |
| 2.  | Нормативные документы .....                  | 4  |
| 3.  | Характеристики материала .....               | 5  |
| 4.  | Назначение .....                             | 5  |
| 5.  | Дозировка.....                               | 6  |
| 6.  | С хема введения добавки.....                 | 6  |
| 7.  | Оборудование .....                           | 7  |
| 8.  | ПОДГОТОВКА.....                              | 7  |
| 9.  | Приготовление смеси.....                     | 7  |
| 10. | Струйная цементация .....                    | 8  |
| 11. | Технологии JET-1, JET-2, JET-3 .....         | 8  |
| 12. | Рекомендуемые параметры инъектирования ..... | 9  |
| 13. | Последовательность производства работ .....  | 9  |
| 14. | Опытно-производственная отработка.....       | 10 |
| 15. | Контроль качества.....                       | 10 |
| 16. | Журнал струйной цементации.....              | 11 |
| 17. | Охрана труда.....                            | 12 |
| 18. | Хранение и транспортирование.....            | 12 |

|              |              |          |         |      |                                                                                     |         |                    |           |        |      |        |
|--------------|--------------|----------|---------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|-----------|--------|------|--------|
| Взам. инв. № | Подп. и дата |          |         |      |                                                                                     |         |                    |           |        |      |        |
|              |              |          |         |      |                                                                                     |         |                    |           |        |      |        |
| Инв. № подл. |              | Изм.     | Кол.    | Лист | № док.                                                                              | Подпись | Дата               | ЗАГОЛОВОК | Стадия | Лист | Листов |
|              |              | Выполнил | Травкин |      |  |         | П                  |           | 2      | 12   |        |
|              |              | Проверил | Букин   |      |  |         | ООО «КАЛЬМАТРОН-Н» |           |        |      |        |
|              |              |          |         |      |                                                                                     |         |                    |           |        |      |        |
|              |              |          |         |      |                                                                                     |         |                    |           |        |      |        |

## 1. Область применения

Широкий диапазон свойств добавки КАЛЬМАТРОН-Д ДЖЕТ позволяет применять ее при следующих видах работ методом струйной цементации грунтов при устройстве:

- буроинъекционных грунтовых анкеров, микросвай и нагелей методом струйной цементации (Jet Grouting);
- при цементировании обсадных скважин и выполнения качественного цементирования в условиях отрицательных температур;
- создании противofильтрационных завес (гидроизоляционные отсечки).

|              |              |              |      |      |      |        |         |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------|------|------|--------|---------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |      |      |        |         |      | Лист |
|              |              |              |      |      |      |        |         |      | 3    |
|              |              |              | Изм. | Кол. | Лист | № док. | Подпись | Дата |      |

## 2. Нормативные документы

| Документ                      | Назначение                                                                           |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| СП 45.13330.2017, раздел 16.5 | Струйная цементация грунтов, последовательность работ и технологические параметры.   |
| СП 22.13330.2016              | Основания зданий и сооружений, инженерно-геологические и расчетные требования.       |
| СП 291.1325800.2017           | Проектирование грунтоцементных конструкций, выполняемых методом струйной цементации. |
| ГОСТ 10180-2012               | Испытание прочности по контрольным образцам — в части применимой программы контроля. |
| ГОСТ 18105-2018               | Контроль и оценка прочности.                                                         |
| ГОСТ 12730.5-2018             | Определение водонепроницаемости.                                                     |
| ГОСТ 10060-2012               | Определение морозостойкости.                                                         |
| ГОСТ 12.3.002-2014            | Безопасность производственных процессов.                                             |

СП 45.13330.2017 действует; раздел 16.5 содержит требования к струйной цементации. СП 291.1325800.2017 действует; Росстандарт также фиксирует изменения к нему. Перед выпуском объекта в производство применять официальные действующие редакции документов.

|              |              |              |      |      |      |        |         |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------|------|------|--------|---------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |      |      |        |         |      | Лист |
|              |              |              |      |      |      |        |         |      | 4    |
|              |              |              | Изм. | Кол. | Лист | № док. | Подпись | Дата |      |

### 3. Характеристики материала

| Показатель                  | Значение из предоставленного описания |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Внешний вид                 | Порошок серого цвета                  |
| Влажность                   | $\leq 0,3$ % масс.                    |
| Насыпная плотность          | $1100 \pm 100$ кг/м <sup>3</sup>      |
| Расход                      | 1,0–3,0 % от массы цемента            |
| рН среды применения         | 3–11                                  |
| Водонепроницаемость колонны | повышение до 2 ступеней               |
| Прочность колонны           | повышение до 25 %                     |
| Ранняя прочность 1–2 суток  | повышение до 50 %                     |
| Хранение                    | На поддонах, в упаковке изготовителя  |
| Гарантийный срок            | 12 месяцев со дня изготовления        |
| Упаковка                    | Многослойные клапанные мешки по 20кг  |

Добавка - сухая смесь комплекса химически активных реагентов с эффектом ускорения схватывания и твердения, предназначенная для модифицирования грунтоцементных колонн.

### 4. Назначение

Добавка предназначена для:

- повышение прочностных характеристик грунтоцементной колонны за счет снижения В/Ц при заданной подвижности;
- ускорение набора ранней прочности;
- повышение водонепроницаемости, морозостойкости и коррозионной стойкости;
- улучшение перемещения цементного теста по трубопроводам и снижение абразивного воздействия — заявленное свойство;
- возможность введения непосредственно на рабочей площадке;
- совместимость с другими добавками — требует проверки на конкретных составах.
- сокращение сроков прокачивания состава за счет высокой текучести, что в свою очередь сокращает сроки проведения работ;
- стабилизация цементного раствора позволят получить прогнозируемые сроки схватывания грунто-цементной смеси;

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

5

Изм. Кол. Лист № док. Подпись Дата

Указанные значения достигаются при использовании цемента марки ПЦ 500 Д0 и/или цемента И52,5Н с нормальными сроками схватывания. При использовании иных марок цемента требуется дополнительные испытания.

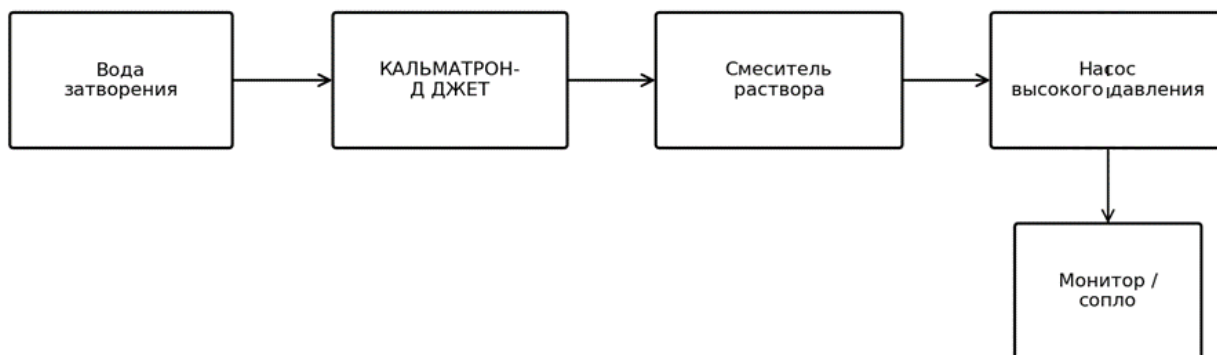
## 5. Дозировка

По исходному описанию добавка вводится в воду затворения перед приготовлением цементного теста в количестве 1,0–3,0 % от массы цемента.

| Тип грунта | Дозировка в исходном описании | Рабочее решение карты                                    |
|------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Каменистые | 1,0–1,5 %                     | Опытная отработка в пределах до 3 %                      |
| Песчаные   | 1–20 %                        | Требуется письменного уточнения; выше 3 % не принимается |
| Глинистые  | 2,5–3,0 %                     | Опытная отработка в пределах до 3 %                      |

**КРИТИЧЕСКОЕ ЗАМЕЧАНИЕ:** диапазон 1–20% для песчаных грунтов не принимается до официального подтверждения изготовителя.

## 6. Схема введения добавки



Добавка вводится в воду затворения до приготовления цементного теста

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |      |        |         |      |
|------|------|------|--------|---------|------|
|      |      |      |        |         |      |
| Изм. | Кол. | Лист | № док. | Подпись | Дата |

Лист

## 7. Оборудование

- буровая установка и буровой став с монитором;
- растворосмесительная установка;
- емкость воды затворения;
- весы/дозатор добавки;
- насос высокого давления и трубопроводы;
- компрессор для Jet-2/Jet-3;
- водяной насос высокого давления для Jet-3;
- манометры, расходомеры и система регистрации;
- оборудование отбора проб и контроля грунтоцемента.

## 8. ПОДГОТОВКА

1. Изучить рабочую документацию и инженерно-геологические данные.
2. Проверить оборудование, сопла, трубопроводы и приборы контроля.
3. Проверить цемент, воду и добавку по маркировке, упаковке и сроку хранения.
4. Подготовить площадку приготовления раствора, защищенную от влаги и загрязнения.
5. Определить программу опытных элементов и критерии приемки.

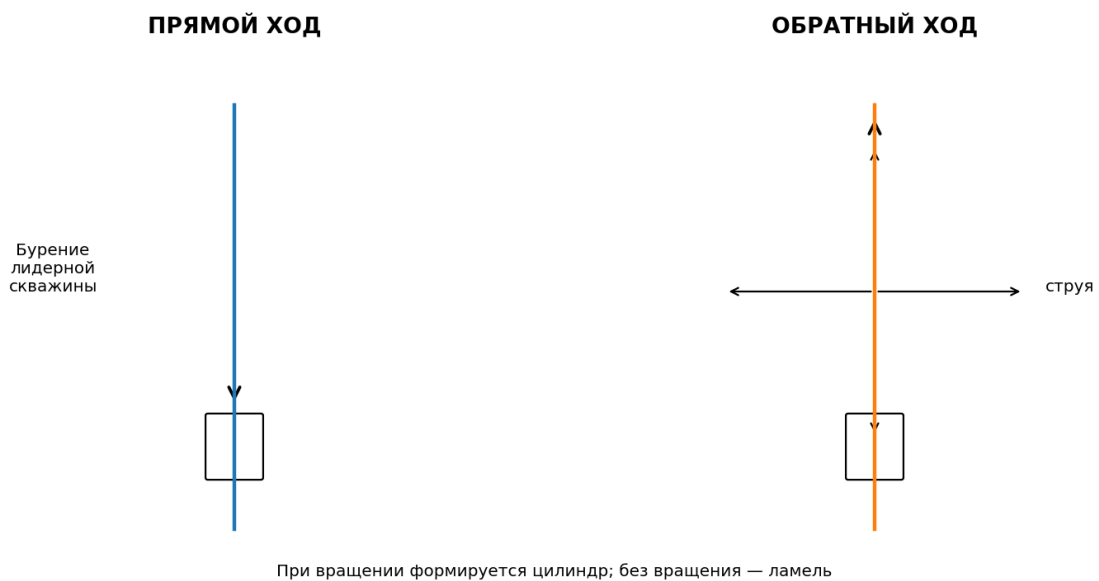
## 9. Приготовление смеси

1. Отмерить воду затворения по утвержденному составу.
2. Отвесить добавку по принятой дозировке.
3. Ввести КАЛЬМАТРОН-Д ДЖЕТ в воду до приготовления цементного теста.
4. Перемешать до равномерного распределения добавки.
5. Приготовить цементный раствор по рабочей рецептуре.
6. Проверить однородность и параметры раствора.
7. Подать раствор к насосу высокого давления.

|              |              |              |      |      |      |        |         |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------|------|------|--------|---------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |      |      |        |         |      | Лист |
|              |              |              |      |      |      |        |         |      | 7    |
|              |              |              | Изм. | Кол. | Лист | № док. | Подпись | Дата |      |

## 10. Струйная цементация

СП 45.13330.2017 определяет струйную цементацию как использование энергии высоконапорной струи цементного раствора либо воды с воздушным потоком для разрушения и одновременного перемешивания грунта с цементным раствором. Работы выполняются прямым и обратным ходом: бурение лидерной скважины, затем подъем монитора с разрушением и перемешиванием грунта.



При подъеме монитора с вращением формируется цилиндрический элемент; без вращения — плоский элемент (ламель).

## 11. Технологии JET-1, JET-2, JET-3

| Технология | Рабочая струя                                       | Принцип                                                                                          |
|------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jet-1      | Цементный раствор                                   | Разрушение и смешение грунта высоконапорной струей раствора.                                     |
| Jet-2      | Цементный раствор + воздух                          | Струя раствора работает в потоке воздуха.                                                        |
| Jet-3      | Вода + воздух + отдельная струя цементного раствора | Вода разрушает грунт в воздушном потоке; цементный/цементно-глинистый раствор подается отдельно. |

|      |      |      |        |         |      |  |      |
|------|------|------|--------|---------|------|--|------|
|      |      |      |        |         |      |  | Лист |
|      |      |      |        |         |      |  | 8    |
| Изм. | Кол. | Лист | № док. | Подпись | Дата |  |      |

## 12.Рекомендуемые параметры инъектирования

| Параметр               | Jet-1  | Jet-2   | Jet-3   |
|------------------------|--------|---------|---------|
| Давление раствора, МПа | 20–60  | 40–60   | 30–70   |
| Расход раствора, л/мин | 60–450 | 60–450  | 70–200  |
| Давление воздуха, МПа  | —      | 0,6–1,2 | 0,6–1,2 |
| Расход воздуха, м³/мин | —      | 3–12    | 3–12    |
| Давление воды, МПа     | —      | —       | 20–60   |
| Расход воды, л/мин     | —      | —       | 70–150  |
| Вращение, об/мин       | 10–30  | 7–15    | 5–15    |
| Подъем, см/мин         | 10–50  | 7–30    | 5–30    |

Диапазоны приведены по таблице 16.4 СП 45.13330.2017. Это не универсальный режим: рабочие значения должны быть подтверждены опытными элементами с учетом оборудования, грунта и состава раствора.

## 13.Последовательность производства работ

1. Разметить сетку инъекторов.
2. Пробурить направляющую скважину до проектной отметки.
3. Проверить глубину и положение монитора.
4. Вывести подачу раствора/воздуха/воды на заданный режим.
5. Выполнить обратный ход с установленными скоростью подъема и вращением.
6. Зарегистрировать параметры по всему элементу.
7. Завершить элемент и промыть оборудование по инструкции производителя.
8. При проектном армировании установить арматуру до начала схватывания грунтоцементной смеси.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

9

|      |      |      |        |         |      |
|------|------|------|--------|---------|------|
| Изм. | Кол. | Лист | № док. | Подпись | Дата |
|------|------|------|--------|---------|------|

## 14.Опытно-производственная отработка



- дозировка добавки;
- состав цементного раствора и В/Ц;
- давление и расход струй;
- скорость подъема и вращения;
- фактический диаметр и форма элемента;
- характер выхода грунтового шлама;
- прочность в проектные сроки;
- водонепроницаемость/морозостойкость — если заданы проектом.

## 15.Контроль качества

| Этап                        | Что контролировать                                       | Документирование                   |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Входной                     | цемент, вода, КАЛЬМАТРОН-Д ДЖЕТ, упаковка, срок хранения | паспорта, журнал входного контроля |
| Дозирование                 | масса цемента и добавки                                  | взвешивание, журнал замесов        |
| Раствор                     | состав, однородность, технологические свойства           | операционный контроль              |
| Бурение                     | положение и глубина                                      | журнал бурения                     |
| Jet grouting                | давление, расход, подъем, вращение, глубина              | журнал/автоматическая регистрация  |
| Грунтоцемент                | диаметр, форма, прочность и другие показатели            | программа испытаний                |
| Исполнительная документация | номер элемента, координаты, отметки, режим               | исполнительная схема и журнал      |

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |      |        |         |      |
|------|------|------|--------|---------|------|
|      |      |      |        |         |      |
|      |      |      |        |         |      |
| Изм. | Кол. | Лист | № док. | Подпись | Дата |

Лист

10

16.Журнал струйной цементации

| Дата | № | Глубина, м | Цемент, кг | КАЛЬМАТРОН-Д<br>ДЖЕТ, кг | Р, МПа | Q, л/мин | Подъем, см/мин | Об/мин |
|------|---|------------|------------|--------------------------|--------|----------|----------------|--------|
|      |   |            |            |                          |        |          |                |        |
|      |   |            |            |                          |        |          |                |        |
|      |   |            |            |                          |        |          |                |        |
|      |   |            |            |                          |        |          |                |        |

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

|      |      |      |        |         |      |  |
|------|------|------|--------|---------|------|--|
|      |      |      |        |         |      |  |
|      |      |      |        |         |      |  |
| Изм. | Кол. | Лист | № док. | Подпись | Дата |  |

## 17. Охрана труда

- Работы выполнять обученным персоналом.
- Оградить зону насоса высокого давления, трубопроводов и монитора.
- Не находиться в зоне возможного выброса раствора.
- Не разбирать соединения при наличии давления.
- Перед работой проверять герметичность и исправность арматуры и приборов.
- При работе с сухой добавкой применять предусмотренные СИЗ.
- Исключить попадание цементного раствора на кожу и в глаза.
- Соблюдать ГОСТ 12.3.002-2014 и локальные инструкции.

## 18. Хранение и транспортирование

Хранить на поддонах в упаковке предприятия-изготовителя, защищая от влаги и загрязнений. Транспортировать крытыми транспортными средствами. Гарантийный срок хранения по предоставленному описанию — 12 месяцев со дня изготовления.

|              |              |              |      |      |      |        |         |      |      |
|--------------|--------------|--------------|------|------|------|--------|---------|------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |      |      |        |         |      | Лист |
|              |              |              |      |      |      |        |         |      | 12   |
|              |              |              | Изм. | Кол. | Лист | № док. | Подпись | Дата |      |