



**КАСТОМ
ГЕО**
инженерная группа



**ЗАЩИТА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ И ЗЕМПОЛОТНА
ОТ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ
НА УЧАСТКАХ АВТОМАГИСТРАЛИ М-12 «МОСКВА – КАЗАНЬ»**

Санкт-Петербург
2026

Инженерная группа «КастомГео»

– это специализированная организация, предоставляющая услуги в области инжиниринга и проектирования.

Компания решает любые задачи, связанные со взаимодействием строительных конструкций с грунтовыми массивами.

Одно из ключевых направлений деятельности – инженерная защита территории. В том числе от карстовых процессов.



О компании

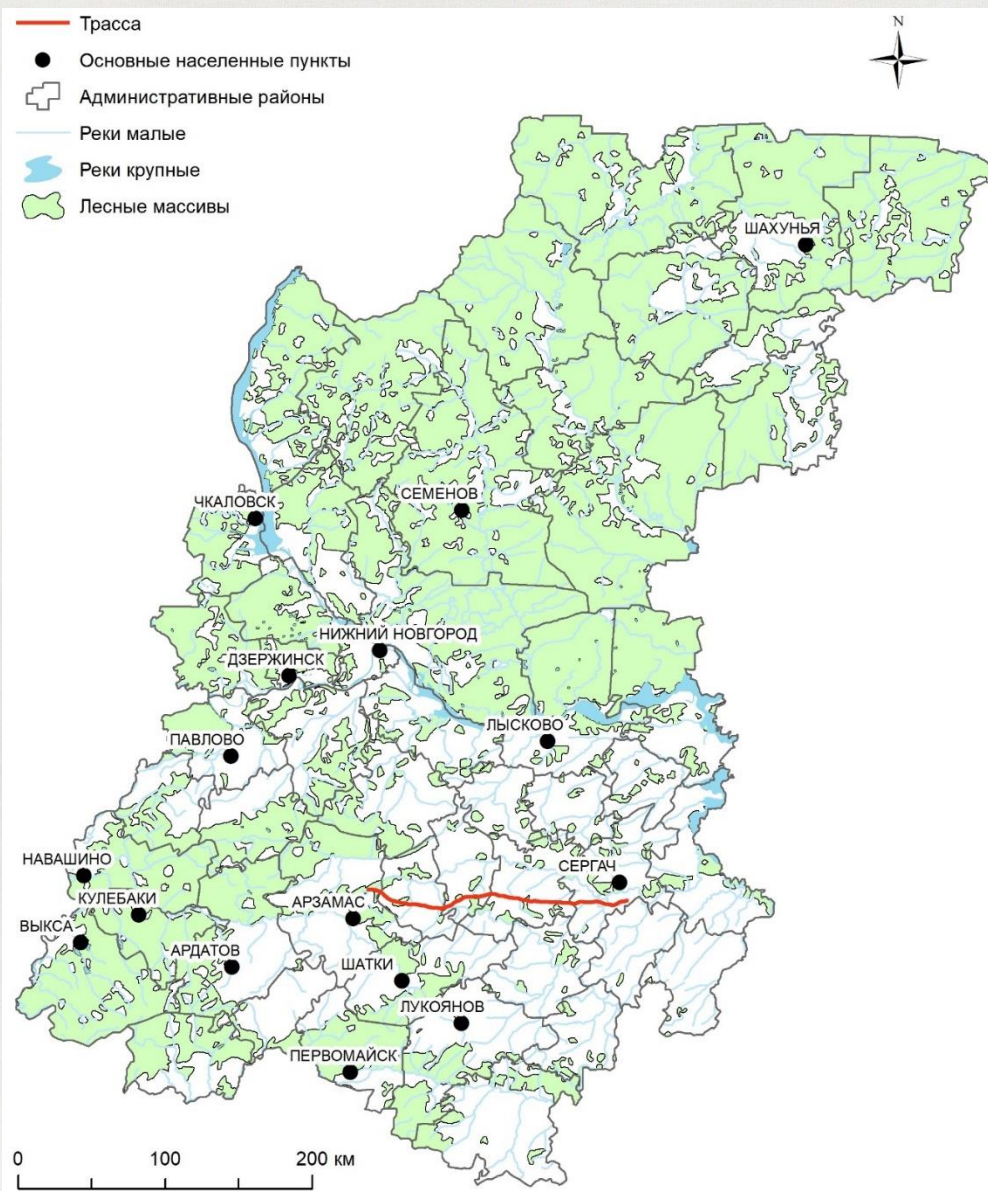


**КАСТОМ
ГЕО**
инженерная группа

География проектов включает все регионы России и некоторые страны ближнего зарубежья, включая Грузию, Киргизию и Казахстан.

Проектируем в любых климатических зонах и на всех формах рельефа, включая горные территории и зону вечной мерзлоты.





Строительство скоростной автомобильной дороги Москва – Нижний Новгород – Казань, 5 этап км 347 – км 454, Нижегородская область.

Разработка комплекса противокарстовых мероприятий, для защиты полотна автодороги и опор искусственных сооружений: путепроводов и экодучек (на свайном основании).

Условия

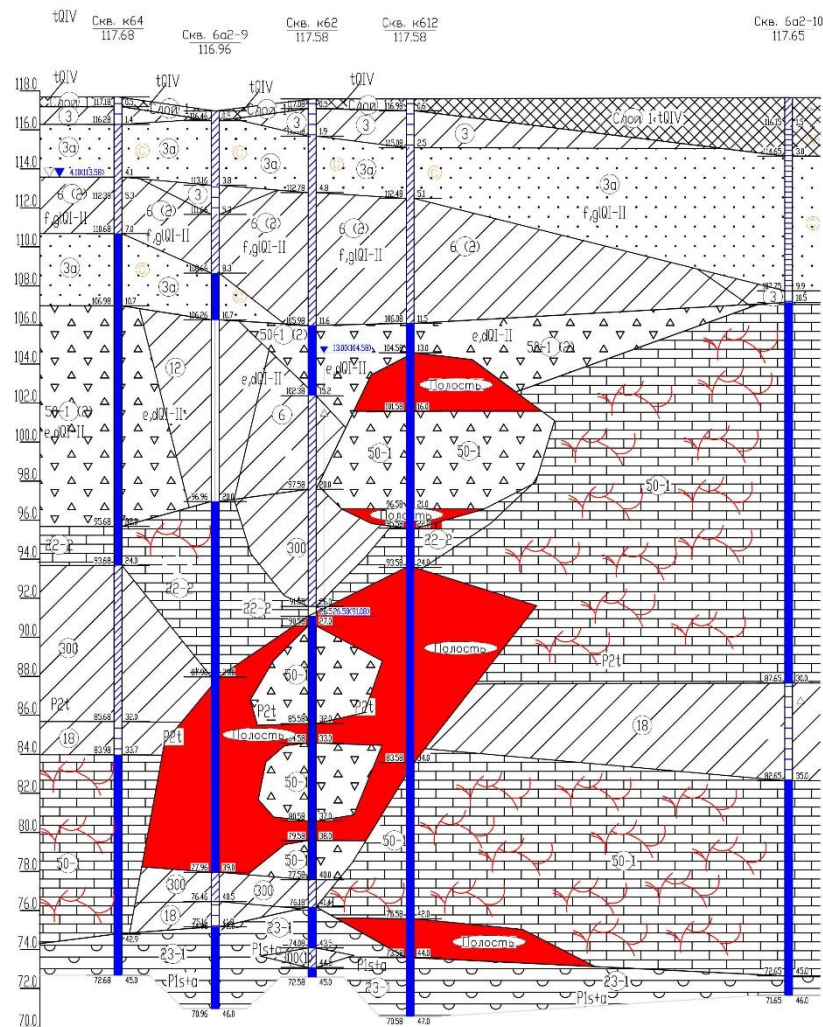
Территория прохождения трассы характеризуется интенсивным развитием современного карста.

Механизм развития деформаций на земной поверхности преимущественно карстово-суффозионный.



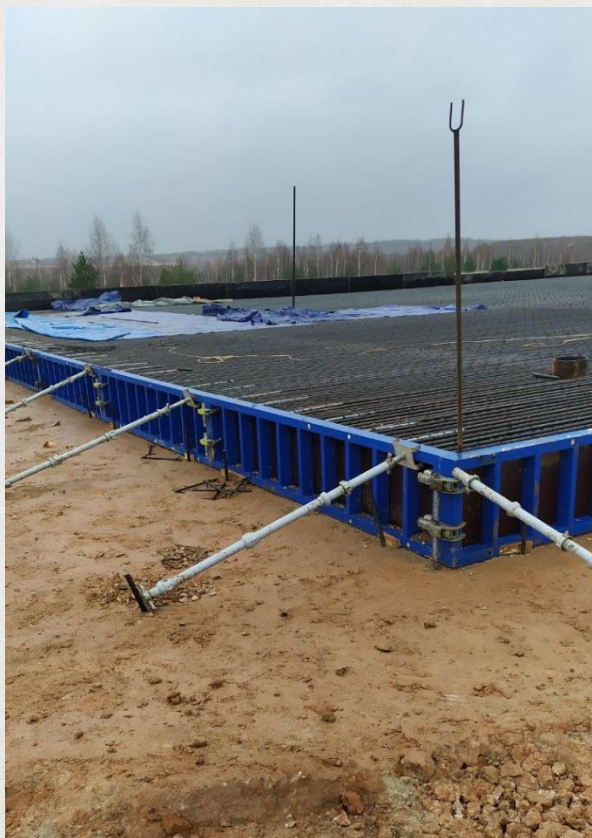
Инженерно-геологический разрез по линии 1

Масштаб: горизонтальный 1:200
вертикальный 1:200



Технические решения

Земляное полотно



Конструктивные мероприятия для защиты земляного полотна:

- армирование дорожного полотна геотекстилем;
- устройство железобетонных плит в теле насыпи.



Мероприятие	Диаметр воронки, м.
Геотекстиль ПЭФ прочностью при растяжении 150/150 кН/м в один ряд	до 2.1
Геотекстиль ПЭФ прочностью при растяжении 250/250 кН/м в один ряд	2.7-4.3
Геотекстиль ПЭФ прочностью при растяжении 300/300 кН/м в один ряд	4,0-4,3
Геотекстиль ПЭФ прочностью при растяжении 300/300 кН/м в три ряда	до 6.4
Геотекстиль ПЭФ прочностью при растяжении 350/350 кН/м в три ряда	7.1-7.8
Ж/б плита толщиной 600 мм.	8.2-10.2
Ж/б ребристая плита 300-530 мм. Продольные балки 900х1500 мм, поперечные балки 900х1300 мм.	до 26 м
Ж/б ребристая плита 300-530 мм. Продольные балки 900х2000 мм, поперечные балки 900х1800 мм.	до 33 м

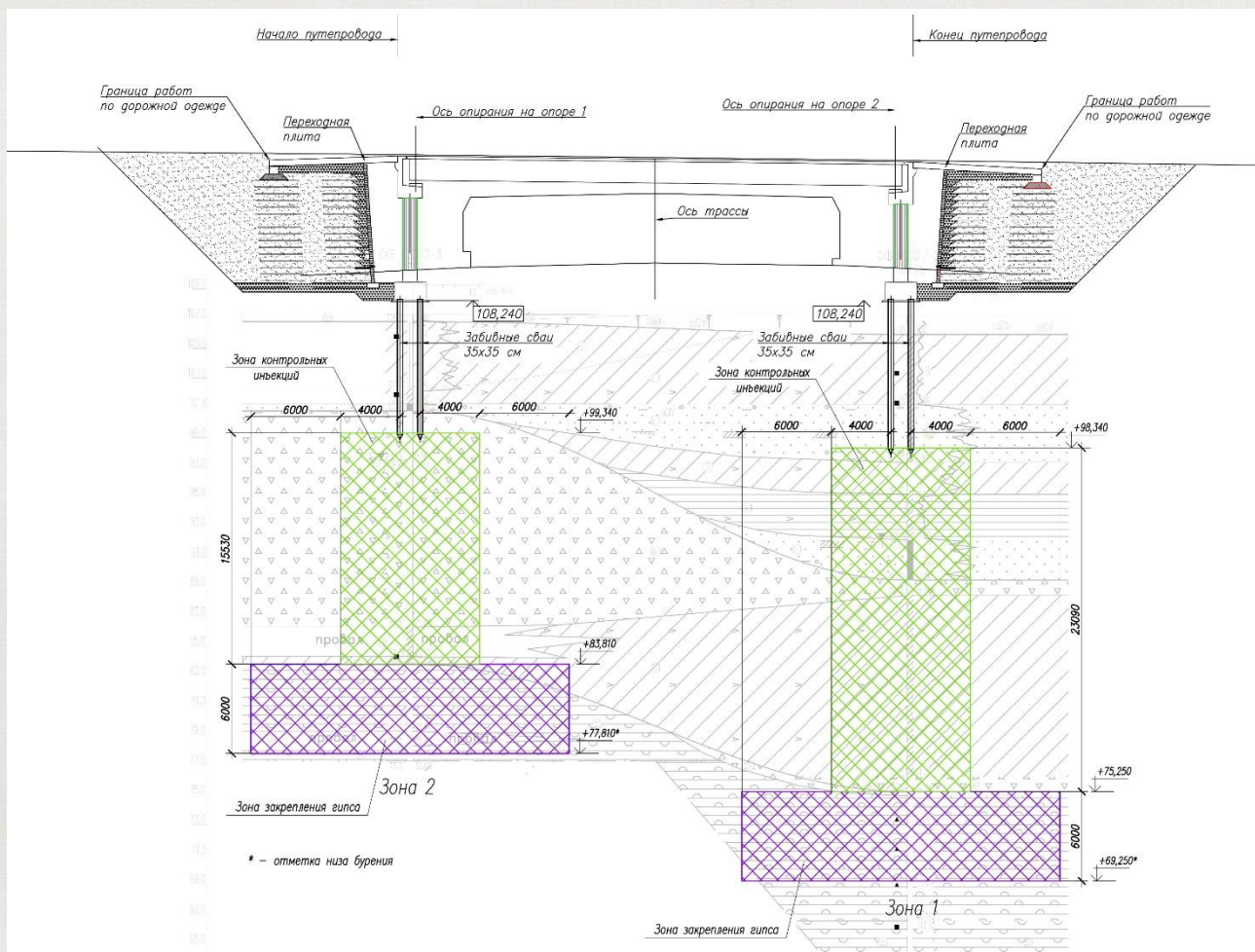
Технические решения

Дорожное полотно. «Спящие мосты»

На двух протяженных участках с высокой карстовой опасностью и вероятностью возникновения карстовых воронок диаметром более 20-30 метров выполнены «спящие мосты» — ребристые железобетонные плиты в основании дорожной одежды протяженностью 1260 и 1040 метров.

При возникновении карстового провала «спящий мост» включается в работу и за счет высокой жесткости плиты действует по принципу пролетного строения моста.





Защита искусственных сооружений предусматривала защитные мероприятия в виде инъекции специальных составов на основе цемента в покровную зону и в зону карстующихся пород.

Технические решения

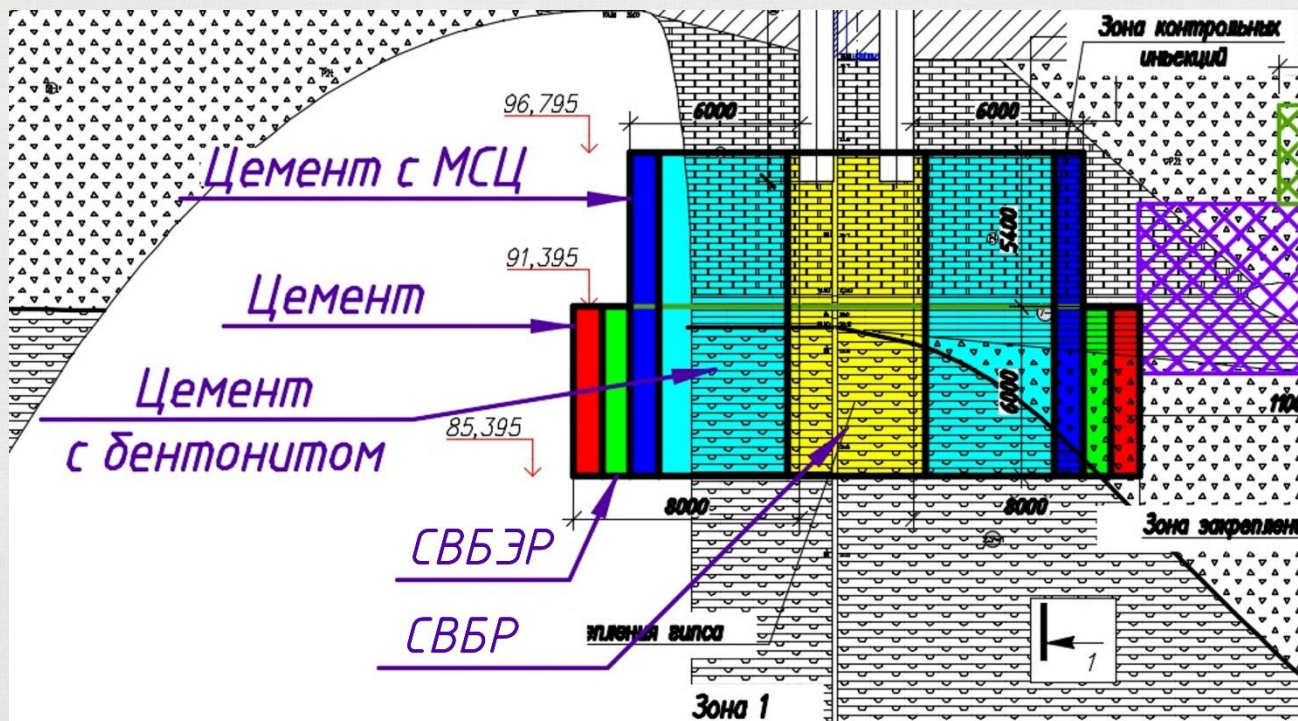
Искусственные сооружения

Для выполнения инъектирования применялось оборудование для струйной цементации (Jet Grouting).

Технология сочетает высокую скорость производства работ с надежностью результата.

Учитывая сжатые сроки строительства, такое решение было единственно возможным вариантом.





В дополнение к цементному раствору применялись **специальные составы** с комплексом модифицирующих добавок:

- стабильный высокоподвижный экранирующий быстросхватывающийся раствор (**СВЭЭР**) для контурных скважин;
- стабильный высокоподвижный быстросхватывающийся раствор (**СВБР**) для инъекций внутри закрепляемого объема.

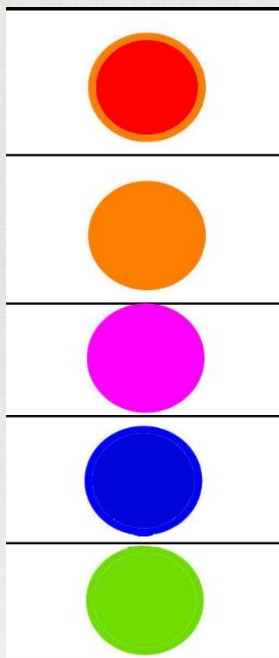


Требования к специальным модифицированным цементным растворам:

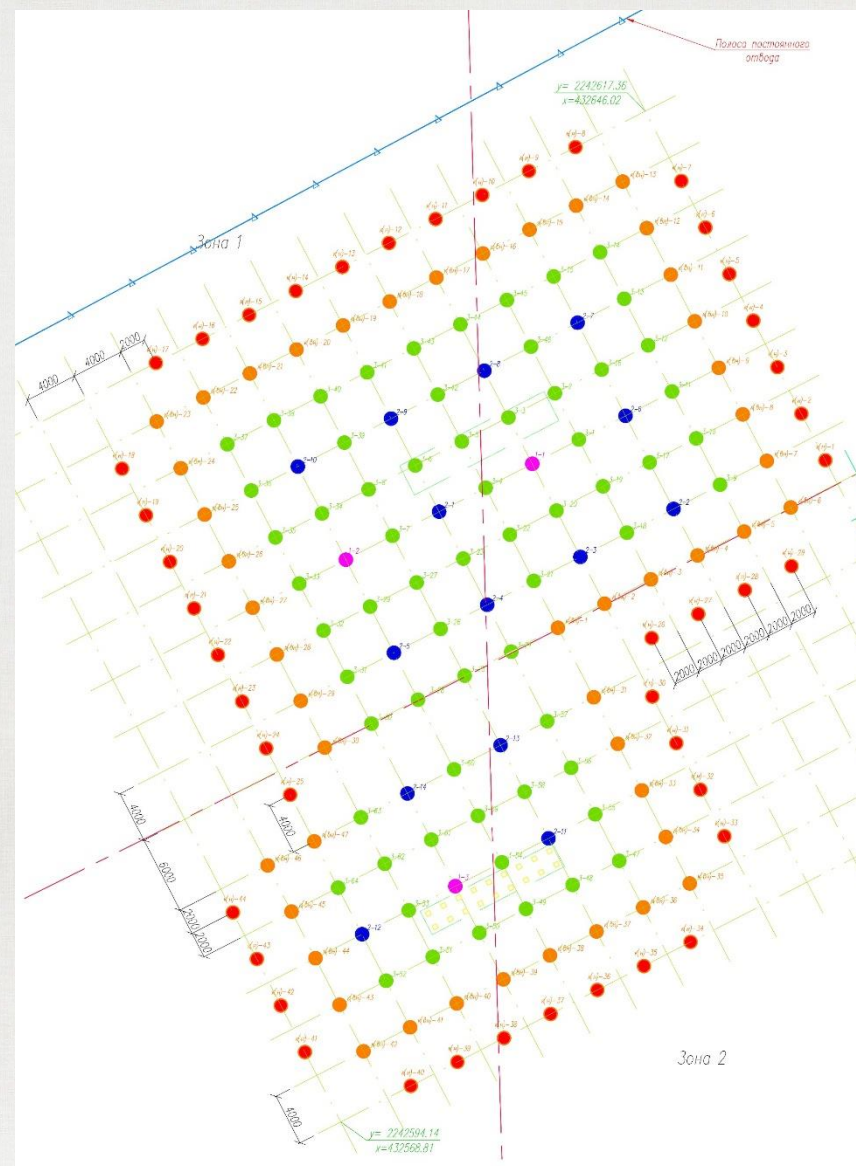
- стабильность (сохранение консистенции без разложения на фракции);
- текучесть ($B/C 0,8 \dots 1,0$) с необходимыми параметрами прочности;
- высокая первичная скорость схватывания (образование первичной структуры через 15 минут после нагнетания).

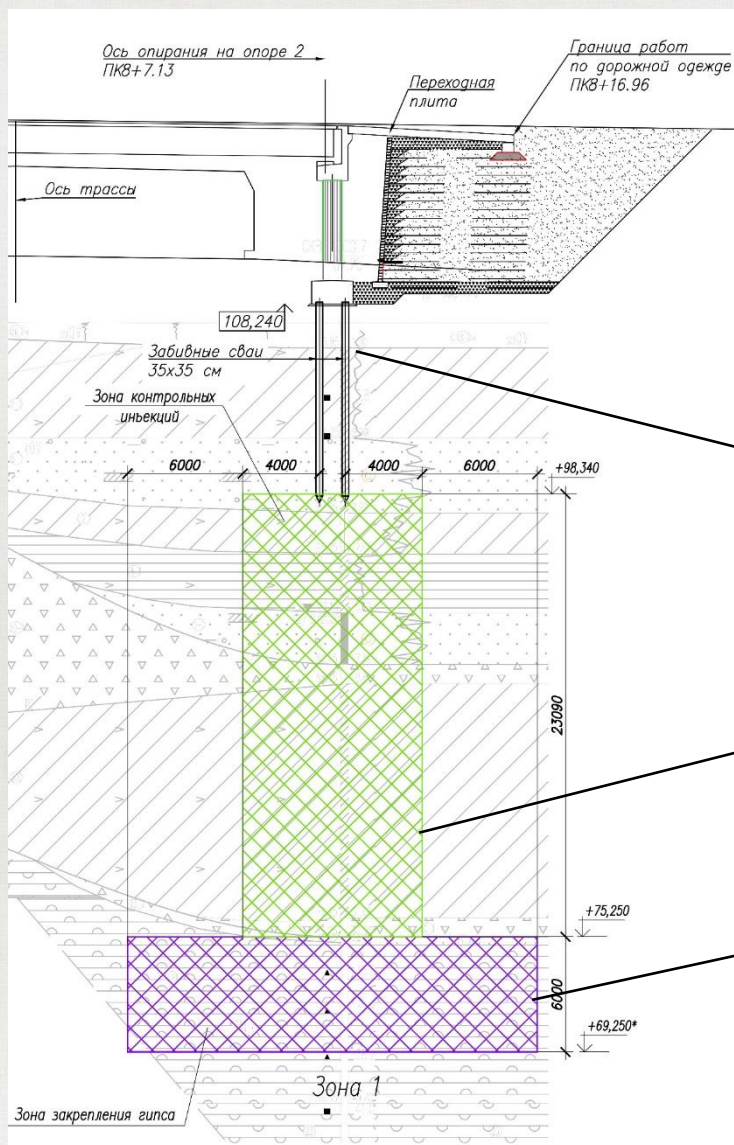
Инъекирование выполнялось в несколько этапов:

- устройство непроницаемого барьера (контурные скважины);
- инъекция с поэтапным сгущением сетки скважин.



- контурные скважины
наружного контура;
- контурные скважины
внутреннего контура;
- скважины 1 очереди;
- скважины 2 очереди;
- скважины 3 очереди;





Контрольные инъекции покровной толщи необходимы для предотвращения разуплотнения и сохранения исходных физико-механических характеристик массива при потенциальном развитии карстовых явлений.

Защищаемый объект

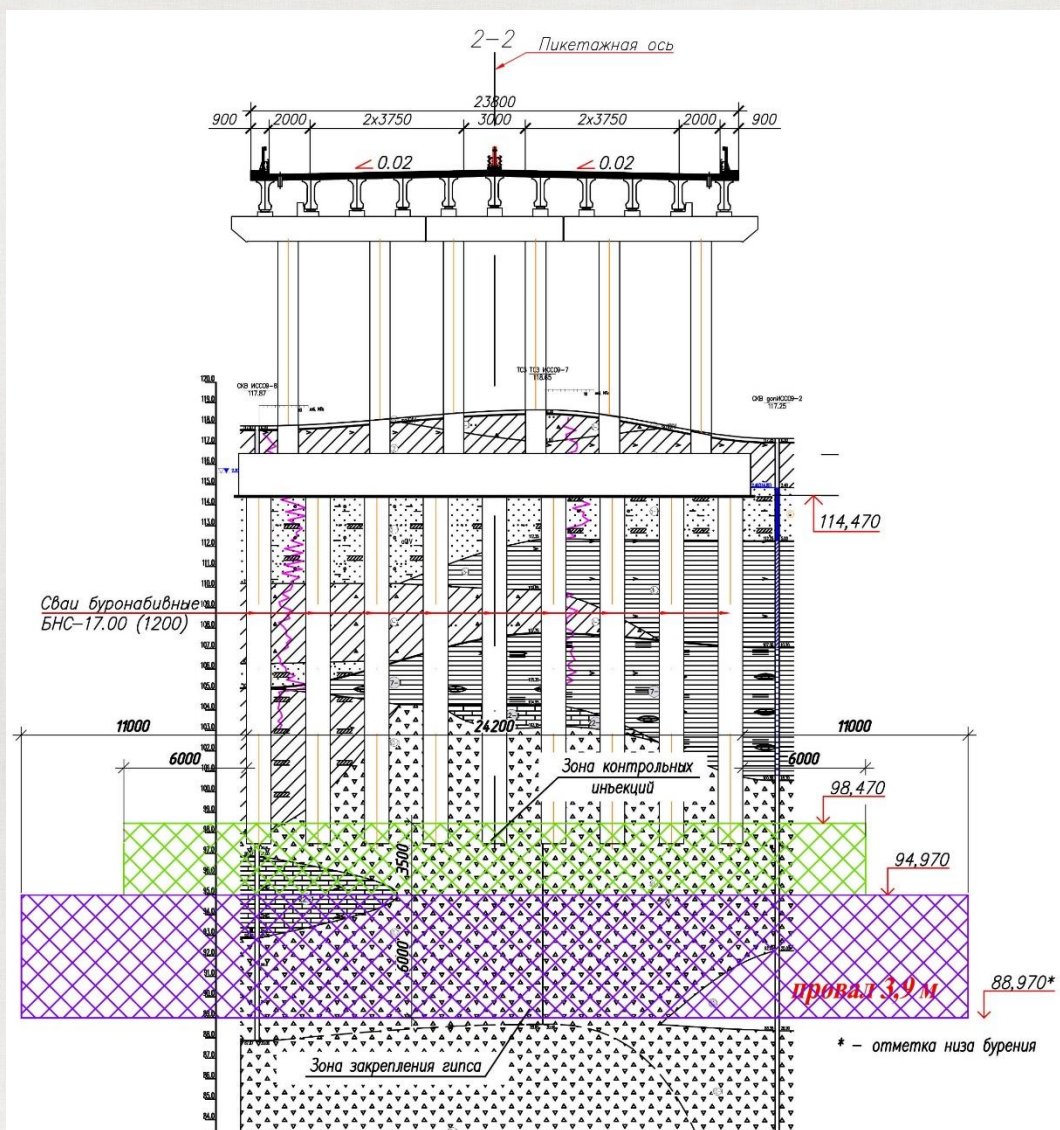
Зона контрольных инъекций
(восстановление разуплотненной покровной толщи)

Зона закрепления карстовых пород



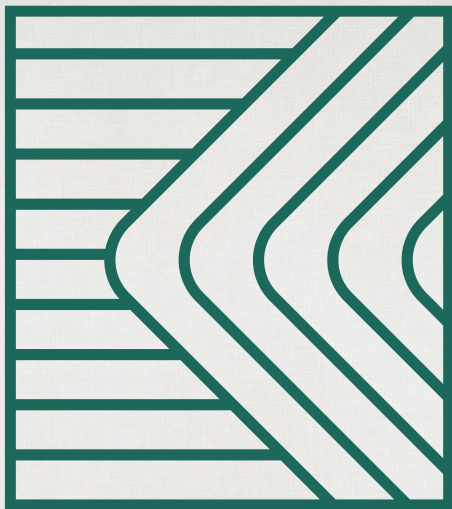
Результаты работ на опытной площадке:

- в контрольных скважинах обнаружены инъекционные материалы (наличие пустот, их заполнение и высокая проникающая способность растворов);
- скорости распространения упругих волн увеличились в среднем на 20%;
- снижение коэффициентов фильтрации с 154 – 299 м/сут. до 34 – 57 м/сут. (на первом этапе) и до значений 1 м/сут. после сгущения сетки скважин.



Эффективность метода
высоконапорного
инъектирования
с использованием комплекса
оборудования Jet Grouting
доказана практикой.

Расчетные параметры, принятые
проектом, подтверждены
контролем качества,
проводимого для каждого
защищаемого сооружения
в рамках строительства трассы
М-12 «Москва – Казань».



КАСТОМ ГЕО

инженерная группа



ООО «КастомГео»
197046, г. Санкт-Петербург,
ул. Большая Посадская, д. 12,
лит. А, пом. 77-Н
ИНН 7813441822
ОГРН 1097847097721



+7 (812) 416-30-28



+7 (921) 339-25-76



info@customgeo.ru



customgeo.ru