



**ПРОТИВОКАРСТОВАЯ ЗАЩИТА ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА
И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ.
АВТОМАГИСТРАЛЬ М-12 «ВОСТОК» (5 ЭТАП)**

АЛЕКСАНДРОВ
Павел Анатольевич

Санкт-Петербург
2023

Главный конструктор
«ГЕОИЗОЛ Проект»

О компании

«ГЕОИЗОЛ Проект» специализируется на геотехническом проектировании.

Создана в 2009 году в составе Группы компаний «ГЕОИЗОЛ».

Компания стала основоположником направления «Инженерная защита территории» в России.

С 2013 года это одно из основных направлений работы.

Разработано около 700 проектов.

Все они прошли экспертизу и были приняты заказчиком.

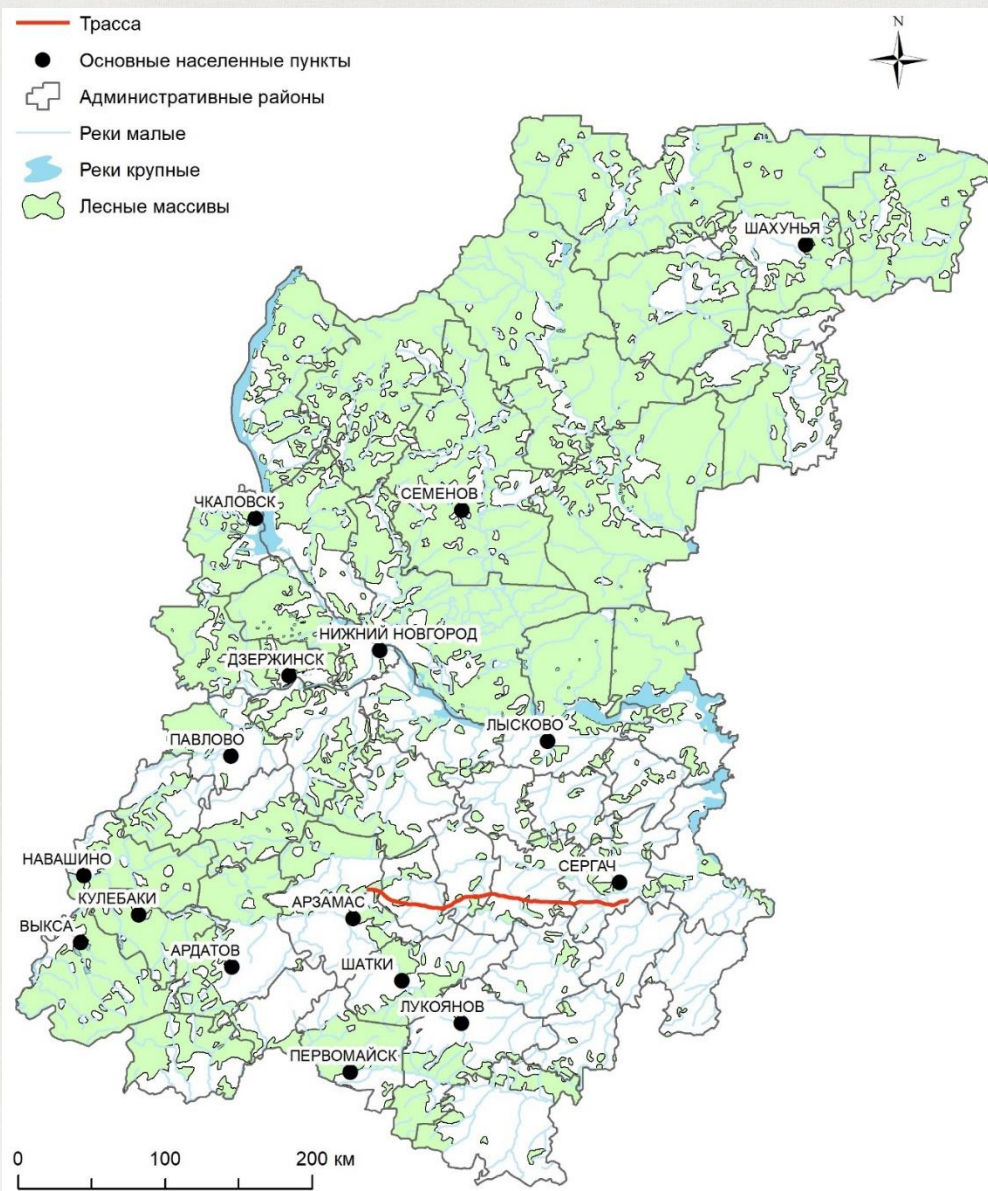


О компании

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

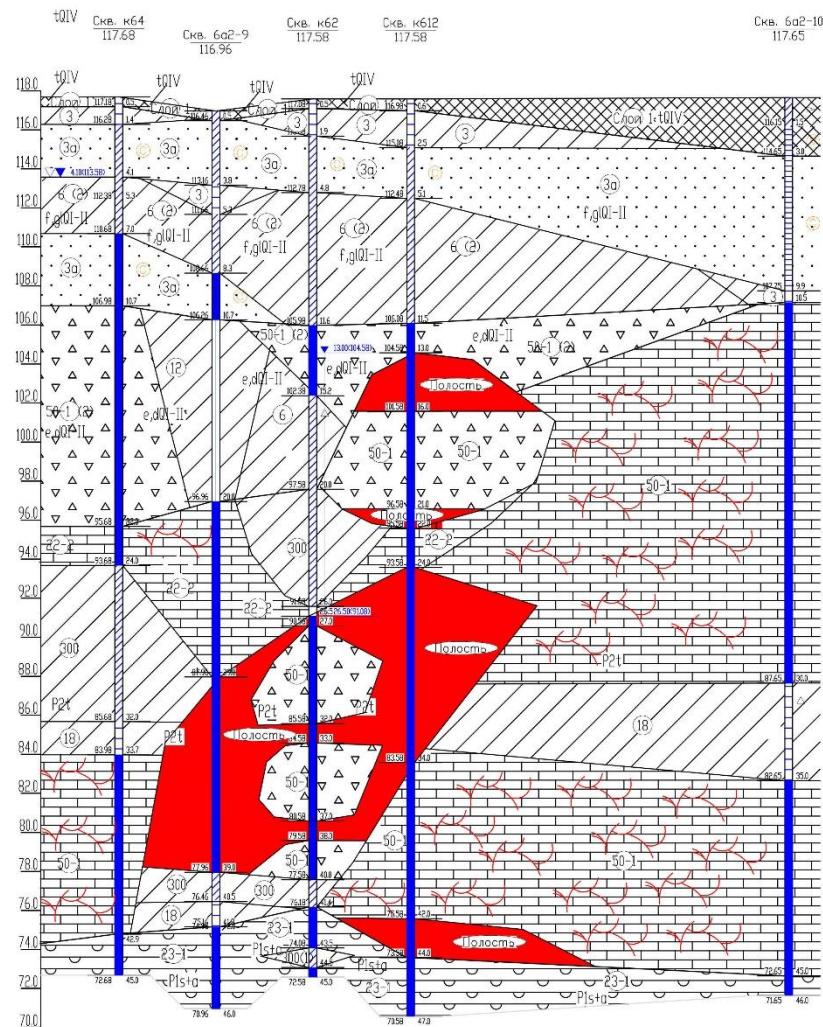
Территория прохождения трассы характеризуется интенсивным развитием современного карста.

Механизм развития деформаций на земной поверхности преимущественно карстово-суффозионный.



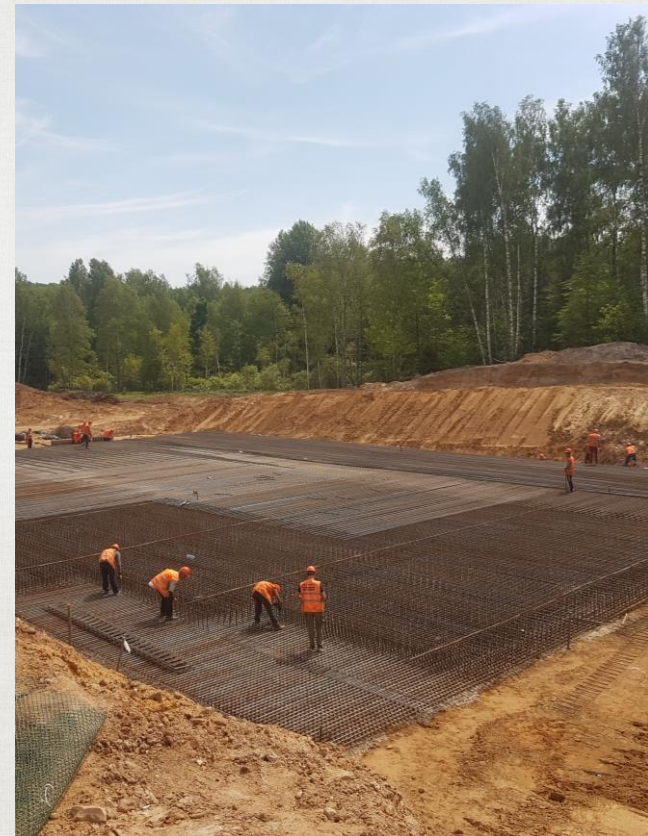
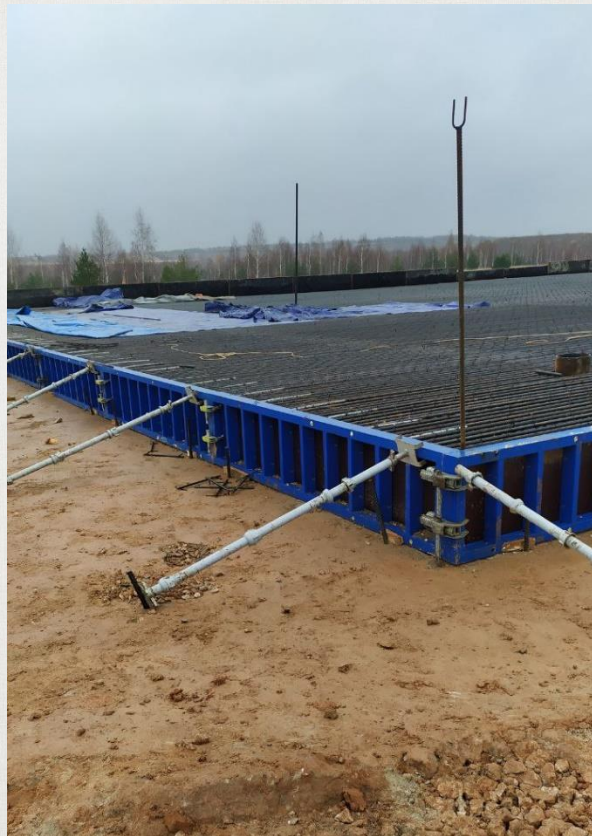
Инженерно-геологический разрез по линии 1

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»

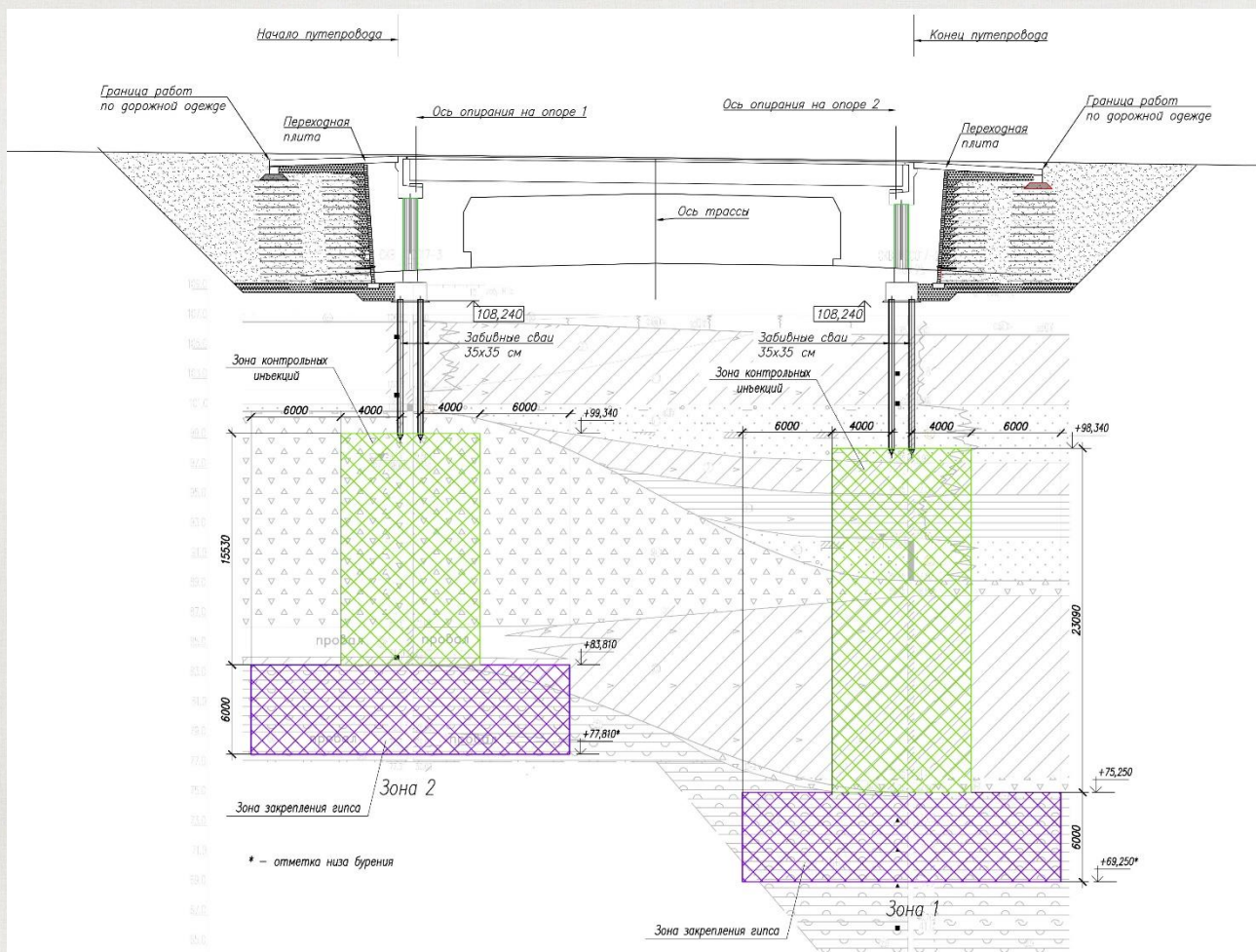


ГЕОИЗОЛ
проект

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

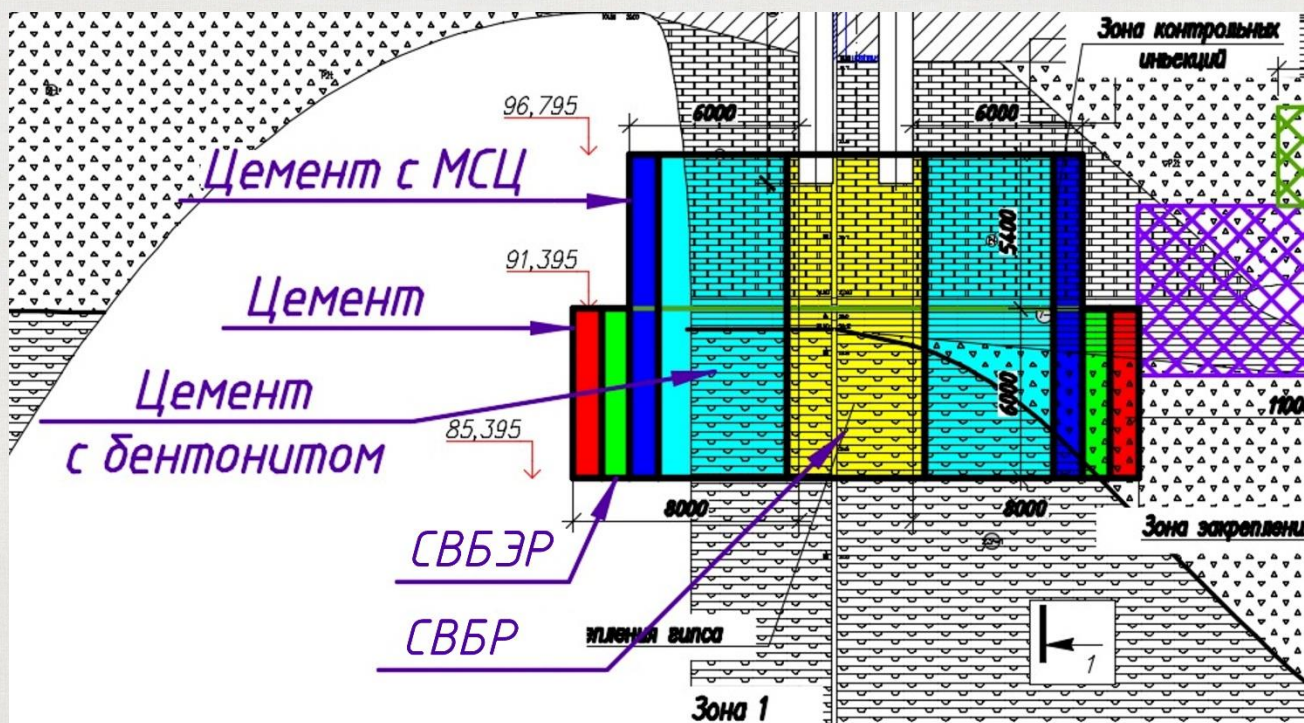
Искусственные сооружения

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

Имеет значительно более высокую скорость производства работ по сравнению с классической манжетной технологией.

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

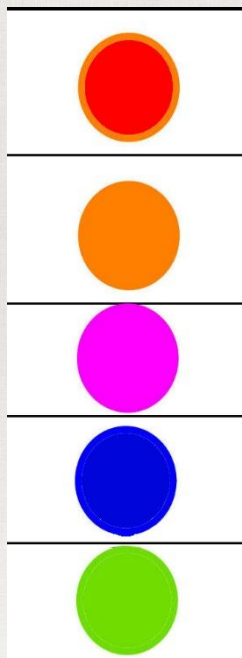


Требования к специальным модифицированным цементным растворам:

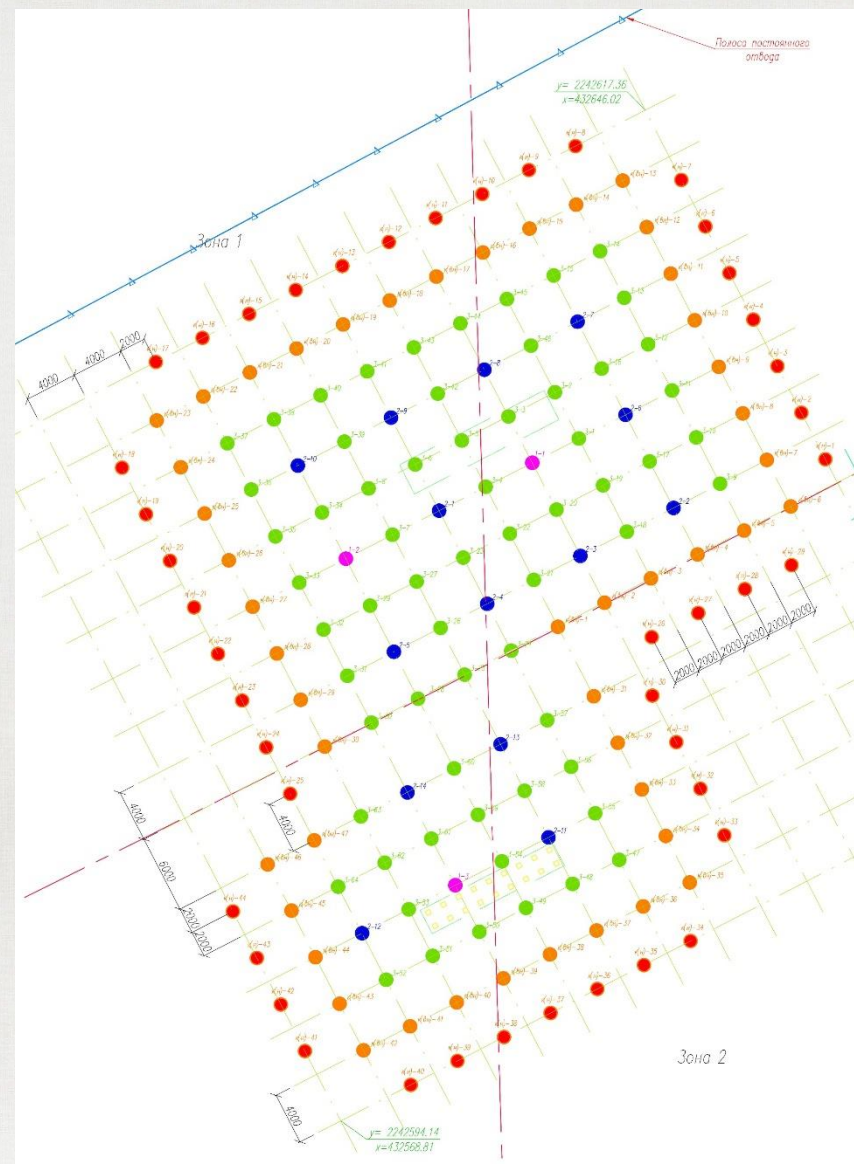
- стабильность (сохранение консистенции без разложения на фракции);
- текучесть ($B/C 0,8 \dots 1,0$) с необходимыми параметрами прочности;
- высокая первичная скорость схватывания (образование первичной структуры через 15 минут после нагнетания).

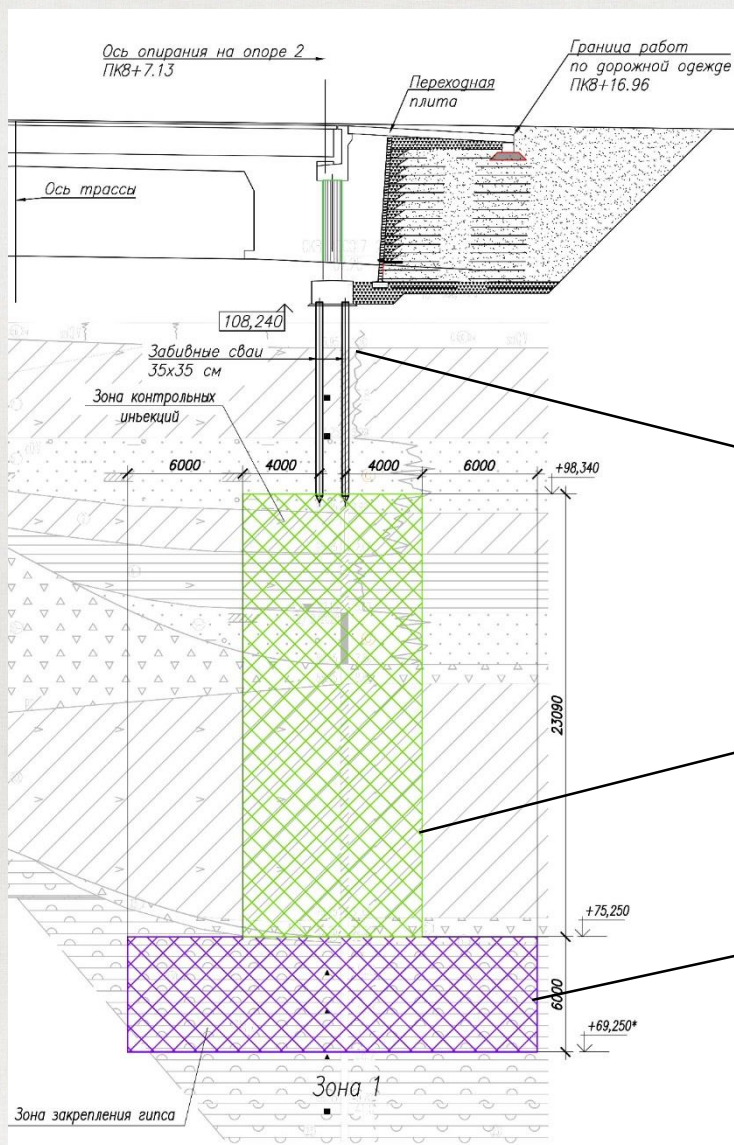
Инъекирование выполнялось в несколько этапов:

- устройство непроницаемого барьера по периметру закрепляемой зоны (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

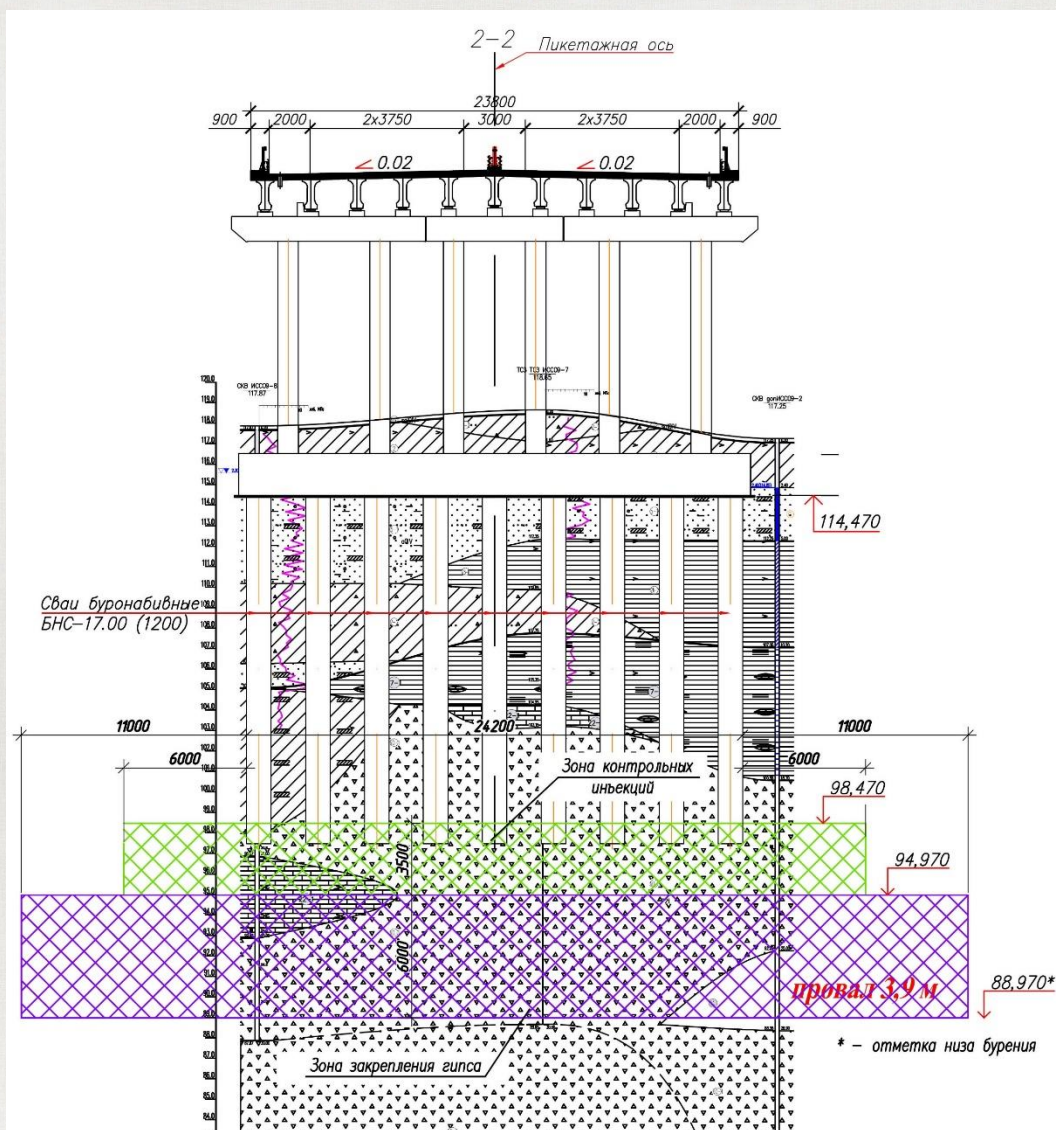
Зона контрольных инъекций
(восстановление разуплотненной покровной толщи)

Зона закрепления карстовых пород



Расчеты апробированы на опытной площадке:

- в контрольных скважинах обнаружены инъекционные материалы (наличие пустот и их заполнение, 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, до менее 1 м/сут. после сгущения сетки скважин.



Эффективность метода высоконапорного инъецирования 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 «Восток» Москва – Нижний Новгород – Казань.

Благодарим за внимание!



ООО «ГЕОИЗОЛ»
197046, Санкт-Петербург,
Большая Посадская ул., 12
БЦ «Крюммельхаус»
Телефон: +7 (812) 337 53 13
E-mail: info@geoizol.ru
www.geoizol.ru



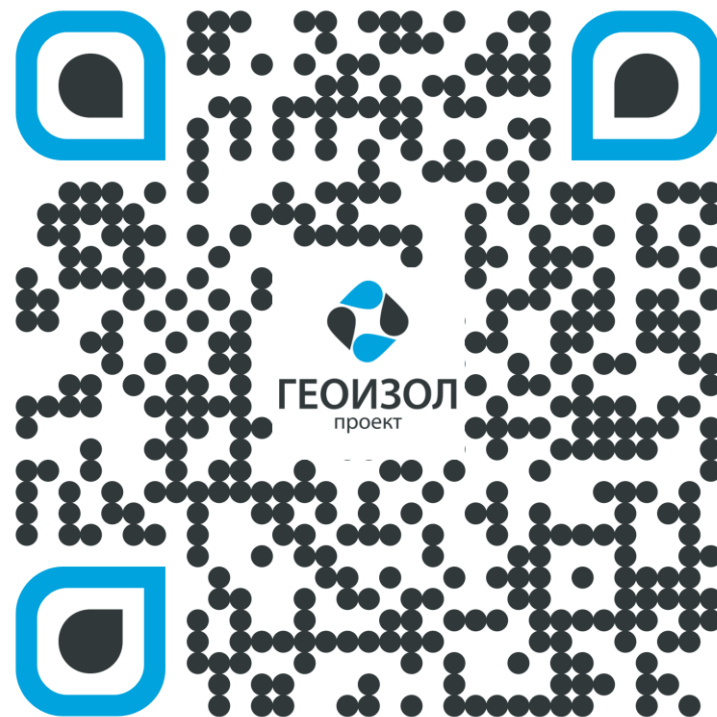
ООО «ГЕОИЗОЛ Проект»
197046, Санкт-Петербург,
Большая Посадская ул., 12
БЦ «Крюммельхаус», оф. 312
Телефон: +7 (812) 416 30 28
Телефон: +7 (921) 339 25 76
E-mail: info@geoizolproject.ru
www.geoizolproject.ru



ООО «УМ ГЕОИЗОЛ»
196600, Санкт-Петербург,
Пушкин, Новодеревенская ул., 17
Телефон: +7 (812) 640 79 93
E-mail: um@geoizol.ru
www.geoizol.ru



ООО «Пушкинский
машиностроительный завод»
196600, Санкт-Петербург,
Пушкин, Новодеревенская ул., 17
Телефон: +7 (812) 640 79 95
E-mail: pmz@geoizol.ru
www.pmzspb.ru



Мы в соцсетях
[@geoizolproject](https://www.instagram.com/geoizolproject)

