

## ТЕХНОЛОГИЯ РАССОЛЬНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРУНТОВ

*Пилюга Виктория Викторовна, студентка 4-го курса  
кафедры «Мосты и тоннели»  
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Для оптимизации движения магистралей Бундесштадт-Кёльн и Северный Рейн-Вестфалия был разработан тоннель в Германии в г. Кёльн с численностью населения 1 080 394 человека и пробками в 8 баллов (Рис. 1).

Также тоннель ведет в подземный комплекс, состоящий из торгового центра и паркинга (Рис. 2).

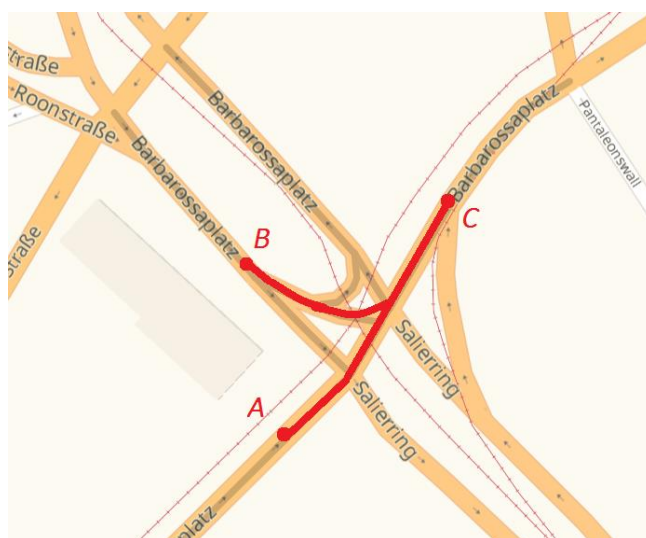


Рисунок 1 – Привязка к местности

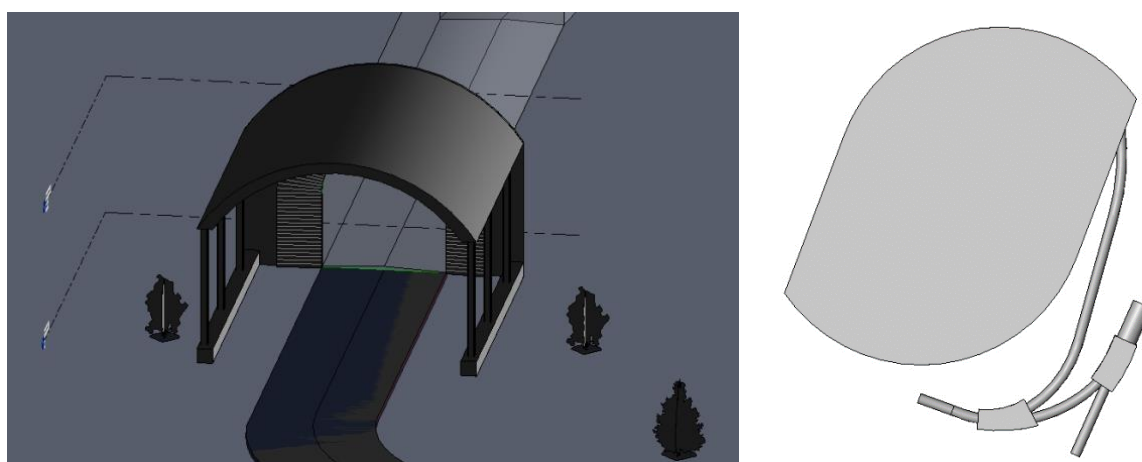


Рисунок 2 – Вид тоннеля: а) портал тоннеля, б) общий вид

При строительстве данного сооружения могут возникнуть проблемы, связанные со стабильностью грунта, так как в этом районе преобладают глинистые грунты. Поэтому для строительства тоннеля рекомендовано использование более оптимального способа производства работ - технология заморозки грунта.

Искусственное замораживание грунтов — это охлаждение грунтов в естественном залегании до отрицательных температур с целью их стабилизации и достижения водонепроницаемости.

Этот способ стабилизации грунтов создает прочное временное ограждение из замороженного грунта, которое препятствует проникновению в сооружаемую выработку грунтовой воды или водонасыщенных неустойчивых грунтов. Такое ограждение воспринимает давление грунта, окружающего выработку или котлован, а также гидростатический напор грунтовых вод.

В настоящее время применяют два способа искусственного замораживания грунтов: рассольный и безрассольный. В данной статье рассмотрим более универсальный способ – рассольный.

Суть технологии замораживания грунта рассольным способом состоит в применении для заморозки хладоносителя – водного раствора хлористого кальция (рассола). Также в качестве хладагента используют раствор хлористого натрия, хлористого лития, уголекислоту, фреон и др., которые как и  $\text{CaCl}_2$ , не замерзают при низких температурах и не оказывают вредного воздействия на стальные трубопроводы и аппаратуру. Этот раствор, охлажденный на замораживающей станции до температуры – 25 °С, по трубам попадает к замораживающим колонкам, находящимся в пробуренных скважинах. Все колонки при помощи труб, проходящих на поверхности, соединяются в единую систему. Через распределительный рассолопровод в каждую колонку подается охлажденный раствор, происходит теплообмен между окружающей колонку средой и рассолом. Нагреваясь, раствор возвращается обратно в холодильный агрегат для повторного охлаждения (Рис. 3).

При повторении цикла вокруг каждой колонки происходит намораживание льда в виде цилиндра. Постепенно их диаметр увеличивается, и они срастаются между собой, образуя цельную ледяную перегородку, требуемой геометрии (Рис. 4). Время замораживания грунта зависит от гидрогеологических условий, температуры рассола, количества колонок, их расстояния друг от друга и требуемой толщины льдогрунтовой перемычки.

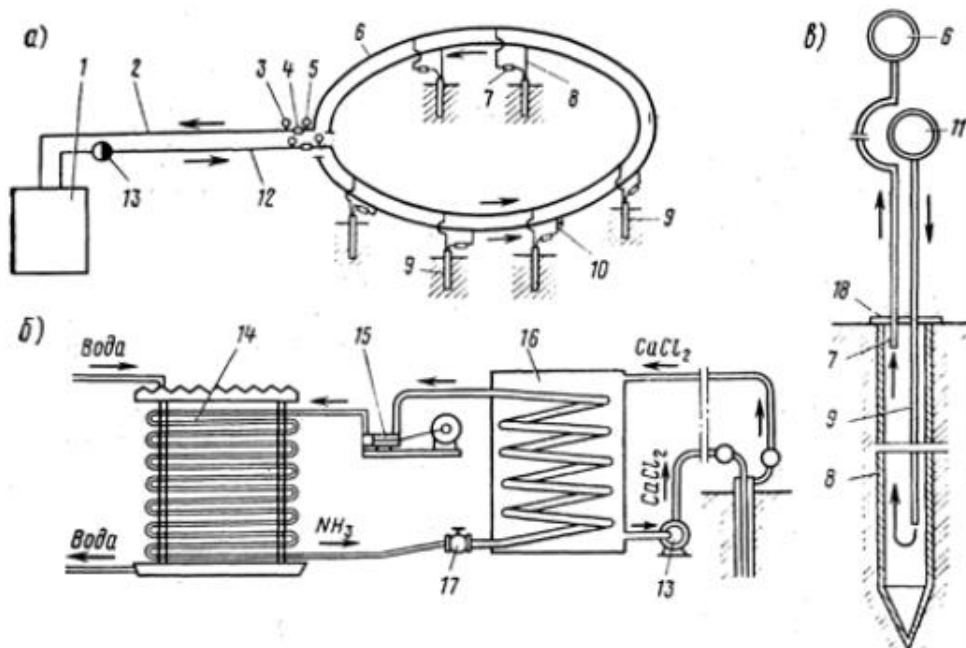


Рисунок 3 – Установка для замораживания грунтов рассольным методом: а) — схема циркуляции раствора; б) — схема замораживающей станции; в) — конструкция замораживающей колонки; 1 — рассольный бак; 2 — обратный рассолопровод; 3 — термометр; 4 — водомер; 5 — манометр; 6 — коллекторное кольцо; 7 — отводящая труба; 8 — замораживающие колонки; 9 — питающая труба; 10 — кран; 11 — распределительный рассолопровод; 12 — прямой рассолопровод; 13 — насос; 14 — конденсатор; 15 — аммиачный компрессор; 16 — испаритель; 17 — регулирующий вентиль; 18 — головка замораживающей колонки

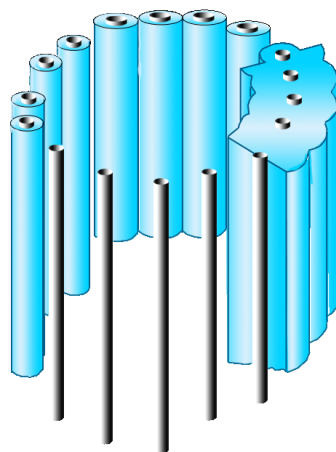


Рисунок 4 – Схема намораживания льда вокруг колонок

Этот способ имеет ряд преимуществ:

- возможность применения в водоносных грунтах любого характера (глинистые породы грунта или кавернозными грунтами);
- после прекращения работ, грунт возвращается в естественное состояние без изменений;
- возможен при любых глубинах.

Недостатки данного способа в следующем:

- длительность процесса;
- сильное переувлажнение и пучение грунта;
- необходимость применения способа только в герметичных трубах, иначе произойдет экологическое загрязнение;
- необходимость защиты грунта от солнечных лучей;
- необходимо защитить уже существующие сооружения и коммуникации, попадающие в зону работ.

#### Литература:

1. Анализ вариативных способов заморозки грунта [Электронный ресурс] // Moluch. – Режим доступа: <https://moluch.ru/th/8/archive/76/2855/> – Дата доступа: 20.04.2019.
2. Заморозка грунта при строительстве [Электронный ресурс] // akvilon-holod. Режим доступа: <http://akvilon-holod.ru/zamorozka-grunta/zamorozka-grunta-pri-stroitelstve/>. – Дата доступа: 20.04.2019.
3. Искусственное замораживание грунта [Электронный ресурс] // StudFiles. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4378817/page:36/> – Дата доступа: 20.04.2019.
4. Опыт и перспективы развития ресурсосберегающих технологий замораживания грунтов в городском подземном строительстве [Электронный ресурс] / Cyberleninka. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/opyt-i-perspektivy-razvitiya-resursosberegayuschih-tehnologiy-zamorazhivaniya-gruntov-v-gorodskom-podzemnom-stroitelstve/> – Дата доступа: 20.04.2019.