

## ОСОБЕННОСТИ ГРУНТА ПОД МОСТАМИ ШВЕЙЦАРИИ

*Лучковский Олег Александрович, студент 2-го курса*

*кафедры «Мосты и тоннели»*

*(Научный руководитель – Козловская Л. В., старший преподаватель)*

Исследование местности и анализ грунтов занимает особое место в мостостроении в Швейцарии. Многолетняя история позволила разработать эффективные методы исследования и анализа структуры грунтов.

Мост Унтерторбрюкке (нем.: Мост Нижних ворот) — каменный арочный мост через реку Ааре в самой восточной точке полуострова Энге в городе Берн, Швейцария, соединяющий Маттек-квартал в Старом городе с районом Шос-Шальде. Построенный в своем нынешнем виде в 1461-89 годах, он является самым старым из бернских мостов Ааре и был единственным мостом города вплоть до середины 19 века. Это объект швейцарского наследия национального значения.

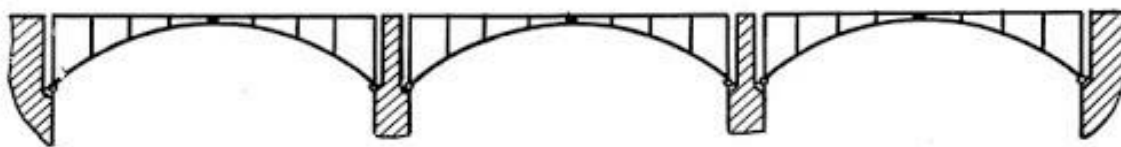


Рисунок 1 – Упрощенная схема моста

Многолетний мост был несколько раз перестроен и отремонтирован, в последний раз в 1982 году. Три арки с пролетами от 13 до 16 метров опираются на опоры и столбы из туфа и песчаника. Вода, проникающая через мост, все чаще приводила к повреждению сводов, которые были исправлены другим каменным материалом. Бетонная плита с гидроизоляцией защищает основание от проникновения с 1980 года. Кроме того, эта плита распределяет концентрированные нагрузки.

В качестве строительных материалов использовались юрский известняк и доломит, тогда как для украшения стен моста использовались миоценовые песчаники. Каменоломни Остермундиген, расположенные недалеко от Берна, действовали с 15 века. В настоящее время на стенках этих мостов образуются пятна минеральных осадков. Осадки имеют форму концентрических кругов вдоль первоначальных пластин песчаника.

Грунт в основании моста состоит из 5 основных составляющих: подзолистые почвы, лесные почвы, лёсс, аллювий, рендзина.

Преимущественно мосты в Швейцарии построены в Средние века, поэтому появляется необходимость поддерживать их состояние, защищать от разрушающих действий окружающей среды и времени. В первую очередь в защите нуждаются несущие конструкции, в частности обработка грунтов и почвы. Разработка технологий для этого занимает важную часть в подготовке специалистов в Швейцарии. Нарботки европейских специалистов уже используются у нас.

Технология защиты представляет собой процесс замещения ионов в гидратированной оболочке на поверхности глиняных частиц грунтов. В большинстве случаев грунт представляет собой микроскопическую пленку, которая удерживается на поверхности силами химического (связная вода) и электростатического (поверхностного) взаимодействий. Таким образом, за счет сил электростатического взаимодействия на поверхности частиц грунта регулярно образуется силой из отрицательно заряженных анионов, определяющих ее способность к смачиванию. Главной и заключительной операцией этой технологии стабилизации является уплотнение. При уплотнении обработанных частиц грунта происходит процесс сжатия и вытеснения связанной воды, при этом полифизикатор заполняет межзерновое пространство, прерывая таким образом капиллярный подъем воды. При правильном уплотнении грунт сжимается до состояния, когда начинают действовать силы межмолекулярного взаимодействия между частицами грунта. Как результат слой стабилизированного грунта приобретает дополнительную прочность и водонепроницаемость. Обработанный полифизикаторами грунт становится гидрофобным и препятствует капиллярной миграции влаги, а так же гравитационному просачиванию воды через поры, а построенные из него слои имеют более высокие модули упругости и несущую способность, а так же грунт приобретает водостойкость и ненабухаемость.

Мост Тейфельсбрюкке — мост, расположенный в Альпах, в ущелье Шёлемен. Является одним из «мостов дьявола». Впервые был построен в 1230 году. После этого мост, проходящий над рекой Ройс, перестраивался много раз, но до сих пор его части функционируют в общей логистической системе региона и близлежащих территорий.

Строительство моста было затруднено из-за необычной местности. Она представляет собой Аарский массив с автохтонными отложениями. В карьере обнажаются отложения триасового и юрского периодов. Река Ройс входит в кристаллический массив Аар, а вся область представляет собой позднеальпийский речной водораздел. Из-за особенностей рельефа инженерам

пришлось потратить большое количество времени на геодезические и геологические исследования местности.

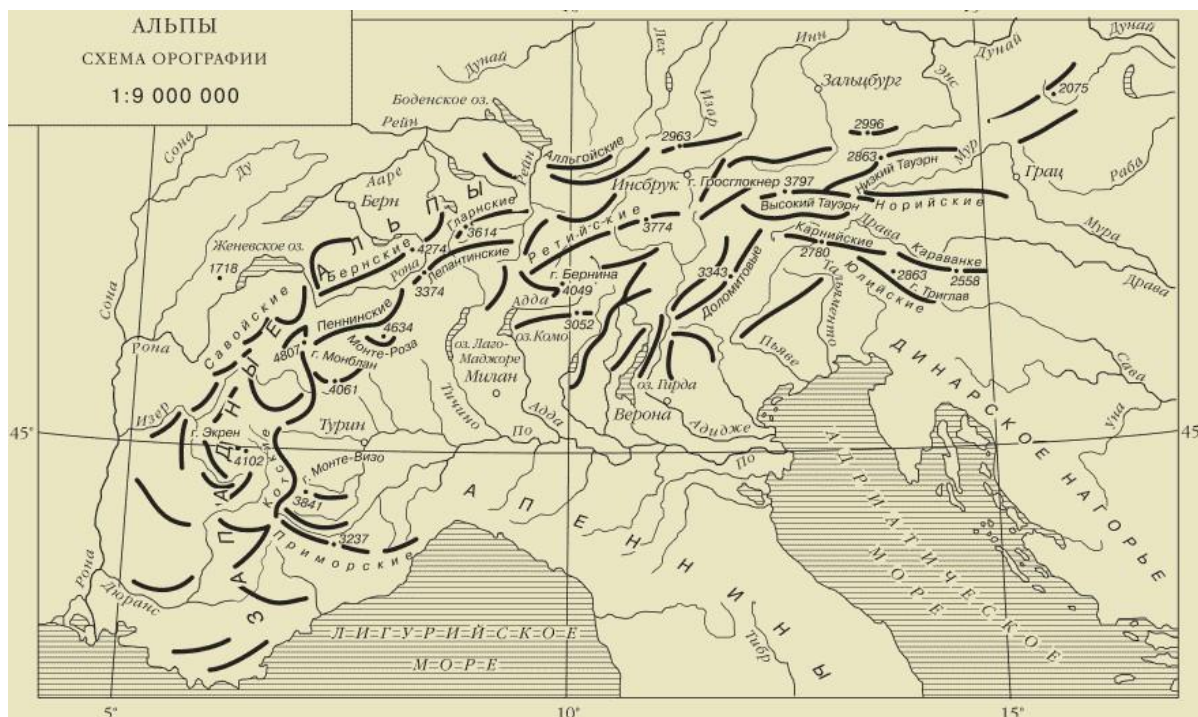


Рисунок 2 – схема орографии Альп

Основной вывод, который можно получить из приведенной выше информации, это то, что важным аспектом строительства мостов является анализ и подготовка грунтов. Даже после завершения строительства необходимо следить за их состоянием, поддерживать в надлежащем виде при помощи новых технологий и материалов. Разработка и внедрение новых методов обработки грунтов является актуальным вопросом для современных инженеров и специалистов строительной сферы.

#### Литература:

1. Стабилизация грунтов полифилизаторами: <https://clck.ru/UV7V3>
2. О технологии стабилизации грунтов: <http://md-systems.ru/technology/>
3. Строительство конструктивных слоев дорожных одежд из грунтов, укрепленных вяжущими материалами: <https://files.stroyinf.ru/Data1/52/52596/index.htm#i21894>
4. Andreja Neve Repe, Ales Polijanec, Borut Vrscaj “Soil management practices in the Alps”: <https://www.alpine-space.eu/projects/links4soils/case-studies/soil-management-practices-in-the-alps---e-book-portrait-web.pdf>
5. Elisabeth Schaber, Clements Geitner “Available spatial soil information in the Alps”: [https://www.alpine-space.eu/projects/links4soils/projectresults/reports/dt221\\_soil\\_information\\_report.pdf](https://www.alpine-space.eu/projects/links4soils/projectresults/reports/dt221_soil_information_report.pdf)

6. Milosz Huber, Stan Halas “Geochemical study of precipitates in the architectural surfaces from Bern, Switzerland: [https://www.researchgate.net/publication/308393858\\_GEOCHEMICAL\\_STUDY\\_OF\\_PRECIPITATES\\_IN\\_THE\\_ARCHITECTURAL\\_SURFACES\\_FROM\\_BERN\\_SWITZERLAND](https://www.researchgate.net/publication/308393858_GEOCHEMICAL_STUDY_OF_PRECIPITATES_IN_THE_ARCHITECTURAL_SURFACES_FROM_BERN_SWITZERLAND)
7. Статья в Википедии: <https://de.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%B6llenen>
8. Статья на научнопопулярном ресурсе: <https://novate.ru/blogs/271118/48557/>