

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНЫХ НАСЫПЕЙ НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ

В настоящее время перед российскими специалистами стоит задача усовершенствовать имеющийся опыт в строительстве автомобильных дорог, тем самым приблизить Россию к современному мировому уровню в строительной отрасли, и одно из направлений – применение новых технологий строительства дорог, в том числе на слабых основаниях. Технологии строительства облегченных насыпей на слабых грунтах заключаются в использовании легких материалов, например древесного волокна, доменного шлака, топочного шлака, керамзита, измельченных автомобильных шин и т. д. Внедрение в практику новых эффективных технологий строительства дорог с применением альтернативных материалов, таких как экспандированный пенополистирол в виде EPS-блоков, пенобетон, позволит усовершенствовать имеющийся опыт.

К существующим в настоящее время технологиям строительства дорожных насыпей на слабых грунтах в России относятся технологии Jet Grouting или закрепление слабых грунтов методом струйной цементации, возведение безосадочной насыпи на слабых грунтах с применением свай, ускорение осадки насыпей на слабых основаниях с применением ленточных геодрен, стабилизация слабых оснований геоматрасом, химическое закрепление грунтов и т. д.

Сущность технологии закрепления слабых грунтов методом струйной цементации (Jet Grouting) заключается в использовании энергии высоконапорной струи цементного раствора для разрушения и одновременного перемешивания грунта с цементным раствором. После твердения раствора образуется грунтобетон, обладающий высокими прочностными и деформационными характеристиками. Устройство свай из грунтобетона выполняются в два этапа – в процессе прямого и обратного хода буровой колонны. Во время прямого хода производят бурение лидерной скважины до проектной отметки.

В процессе обратного хода в сопла монитора, расположенного на нижнем конце буровой колонны, подают под высоким давлением цементный раствор и начинают подъем колонны с одновременным ее вращением. В результате в грунтовом массиве образуются цилиндрические колонны из нового материала – грунтоцемента. Данная технология применяется для закрепления слабых и обводненных грунтов в основании земляного полотна автомобильных дорог.

Эффективность применения технологии заключается в снижении вероятности возникновения неравномерных осадок. Технология позволяет закрепить слабые, обводненные грунты в основании земляного полотна автомобильных дорог, тем самым обеспечить устойчивость земляного полотна и исключить его дефор-

мацию в эксплуатационный период.

Распространение в строительстве насыпей получила технология закрепления слабых и обводненных грунтов в основании земляного полотна с применением свай (забивные, буронабивные). Основание насыпи устраивается в виде свай, опирающихся на малосжимаемые прочные грунты и объединенных по верху ростверком из высокопрочного геосинтетического материала. Конструкция насыпи на свайном основании с армогрунтовым ростверком позволяет разгрузить слабые грунты, залегающие в основании насыпи, и передать основную часть нагрузки на подстилающие прочные грунты.

Эффективность применения данной технологии с применением различного типа свай обеспечивает устойчивость земляного полотна и исключает его деформацию в эксплуатационный период, особенно при высоких темпах производства работ. Благодаря использованию различных типов свай обеспечивается устойчивость высоких насыпей на слабых грунтах и исключается деформация дорожного покрытия в эксплуатационный период. Непосредственно после отсыпки насыпи возможно устройство капитального покрытия. Важно отметить, что наблюдается незначительная осадка насыпи.

Применение технологии строительства на слабых грунтах с использованием ленточных геодрен позволяет ускорить консолидацию основания за счет сокращения пути фильтрации воды, отжимаемой из слабой толщи (рис. 1). Процесс заключается в вертикальном погружении геодрены в грунт с помощью специального устройства, навешиваемого на стрелу экскаватора.

Глубина погружения геодрен зависит от геологического строения основания насыпи. К нижнему концу геодрены прикрепляется специальное анкерное устройство, препятствующее выдергиванию геодрены из грунта при извлечении погружающей штанги. После извлечения погружающей штанги концы геодрен, выступающие над поверхностью основания насыпи, обрезаются с оставлением концов длиной 30 см. Поверх основания насыпи устраивается пластовый дренаж из хорошо дренирующего материала (щебня). При необходимости на пластовый дренаж укладывается разделительный слой из нетканого геосинтетического материала.

При недостаточной устойчивости насыпи в процессе ее возведения в качестве разделительного слоя используется высокопрочный нетканый геосинтетический материал, одновременно выполняющий разделительные и армирующие функции. Отсыпка земляного полотна производится по традиционной технологии. Ускорение осадки насыпи происходит за счет сокращения пути фильтрации воды, отжимаемой из слабого грунта под воздействием веса насыпи. В насыпях без геодрен вода из слоя слабого грунта отжимается на дневную поверхность, при этом время прохождения полной осадки насыпи может составлять несколько лет.

При применении геодрен длина пути фильтрации воды значительно уменьшается и составляет половину расстояния между геодренами, что позволяет сократить время прохождения осадки до нескольких месяцев. Эффективность применения технологии обусловлена обеспечением устойчивости насыпи уже в процессе возведения, тем более что прохождение осадки насыпи обусловлено сроком от 2–3 лет до 6 месяцев.

При ограничении сроков строительства для ускоренной осадки насыпи возможно применение допол-

нительной пригрузки насыпи слоем грунта, который в последующем используется для отсыпки насыпи. При увеличении давления на основание насыпи осадка заданной величины может быть достигнута за более короткий срок.

В строительстве насыпей на слабых грунтах применяют технологию стабилизации слабых оснований с помощью пространственной конструкции из геосинтетических сеток – геоматрас. Данная технология является выгодным и оперативным способом строительства дорожных насыпей. Основание насыпи, устраиваемой на слабом грунте, армируется геоматрасом, способным воспринимать растягивающие усилия для обеспечения устойчивости насыпи, а также снижения неравномерности и абсолютной величины ее осадок. На спланированную поверхность рабочей платформы укладывается двухосная геосетка, к которой вертикально прикрепляются диафрагмы из одноосной геосетки шириной 1 м. При этом образуются ячейки треугольного сечения, заполняемые щебнем. Таким образом, формируется геоматрас толщиной 1,0 м из щебня, армированного геосетками. Типичная область применения – высокие насыпи (более 6 м), отсыпаемые непосредственно на слабый грунт.

При строительстве дорог, стабилизации плывунов и упрочнении слабых оснований, обнаруженных при инженерно-геологических изысканиях для проектируемых объектов, а также при эксплуатации сооружений может возникнуть необходимость применения инъекционного (химического) способа закрепления грунтов. Существует однорастворный и двухрастворный способ закрепления грунтов. В качестве упрочнителя применяются силикатизация, смолизация в сочетании с другими добавками. При силикатизации широко используется цементно-силикатные и глиносилкатные растворы в смеси с отвердителем. В качестве отвердителя применяется хлористый кальций, ортофосфорная или щавелевая кислота и т. д. Растворы нагнетаются под высоким давлением по трубе и выпускаются через инъекторы. Вид, концентрацию и рецептуру растворов выбирают в зависимости от физико-механических свойств грунтов и гидрогеологических условий закрепляемого слоя. При однорастворной силикатизации одновременно нагнетается гелеобразующая смесь из раствора силиката натрия с отвердителем. По этой же технологии нагнетаются цементно-силикатные и глиносилкатные растворы, состоящие из смеси цемента или бентонитовой глины и силиката натрия. Инъектор для вертикального инъектирования представляет собой колонну стальных бесшовных труб. Инъекционная колонна состоит из

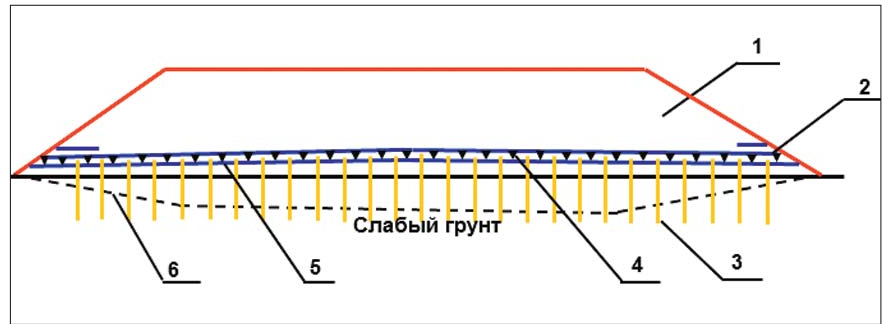


Рис. 1. Устройство геодрена: 1 – грунт насыпи; 2 – щебень; 3 – геодрены; 4 – синтетический тканый материал; 5 – фактически отсыпанная насыпь; 6 – осадка основания

инъектора, конического наконечника и участка цельнотянутой трубы, по периметру которой устраиваются отверстия диаметром 3 мм, расположенные в шахматном порядке. От засорения грунтом отверстия защищены резиновыми клапанами. Верхняя труба имеет штуцер для присоединения к нагнетательному шлангу и съемный наголовник для восприятия ударов при погружении колонны.

Менее распространенной альтернативой общепринятым технологиям укрепления слабых грунтов является уменьшение веса насыпи, применяя вместо грунта более легкий материал. При этом прочность и сжимаемость естественного слабого основания насыпи улучшатся не требуется. Насыпь, построенная согласно данной конструкции, может оказаться технически более эффективной и экономичной, т. к. нет необходимости прибегать к дорогим техническим приемам укрепления грунта основания.

В дорожном строительстве для усиления конструкции насыпей на слабых грунтах применяют геосинтетические материалы, что позволяет значительно сократить сроки до устройства покрытия, повысить эксплуатационную надежность и т. д. Основные функции геосинтетических материалов – ускорение консолидации основания насыпи за счет улучшения условий отвода воды, сохранение механических свойств материалов за счет предотвращения взаимопроникания грунта насыпи и материалов основания, усиление основания, откосов.

В российской практике нет пока опыта внедрения данной технологии, так же нет и нормативного документа по расчету и проектированию насыпей на слабом грунте с применением легких материалов, например, EPS-блоков. Однако Франция, Германия, Япония, Норвегия (с 1972 г.), Великобритания работают в этом направлении; в США существует руководство с общим описанием принципов расчета и проектирования облегченных насыпей.

Технология строительства на слабом грунте, основанная на уменьшении нагрузки на слабое основание за счет уменьшения веса насыпи, стала альтернативой известным освоенным российскими дорожниками решениям. Снижение веса насыпи может быть достигнуто применением для устройства материалов, имеющих значительную меньшую плотность, чем грунт. Существует множество легких материалов, которые потенциально могут использоваться в дорожных насыпях.

Наибольшее распространение и рекомендации к применению в дорожных насыпях получил жесткий пенопласт – пенополистирол, обладающий низкой удельной плотностью, достаточной прочностью и долговечностью. Однако насыпь из пенополистирольных блоков подвержена влиянию негативных факторов, таких как гидростатическое всплытие, разрушение грызунами, вандалами, ультрафиолетово излучение и т. д.

Избежать данных негативных факторов возможно при строительстве комбинированной дорожной насыпи на слабых грунтах.

Технология возведения комбинированной насыпи на слабых грунтах состоит из этапов:

- конструирование нижнего слоя из пенобетона;
- укладка первого массива EPS-блоков;
- конструирование промежуточного слоя из пенобетона;
- укладка второго массива EPS-блоков;
- конструирование пеножелезобетонной плиты;
- устройством закладных деталей для инженерных сооружений;
- выравнивание откосов комбинированной насыпи;
- строительство конструкции дорожной одежды;
- устройство инженерных сооружений.

Эффективность применения технологии строительства комбинированной дорожной насыпи на слабом грунте заключается в следующем: возведение легкой конструкции приведет к уменьшению нагрузки на слабое грунтовое основание; наличие

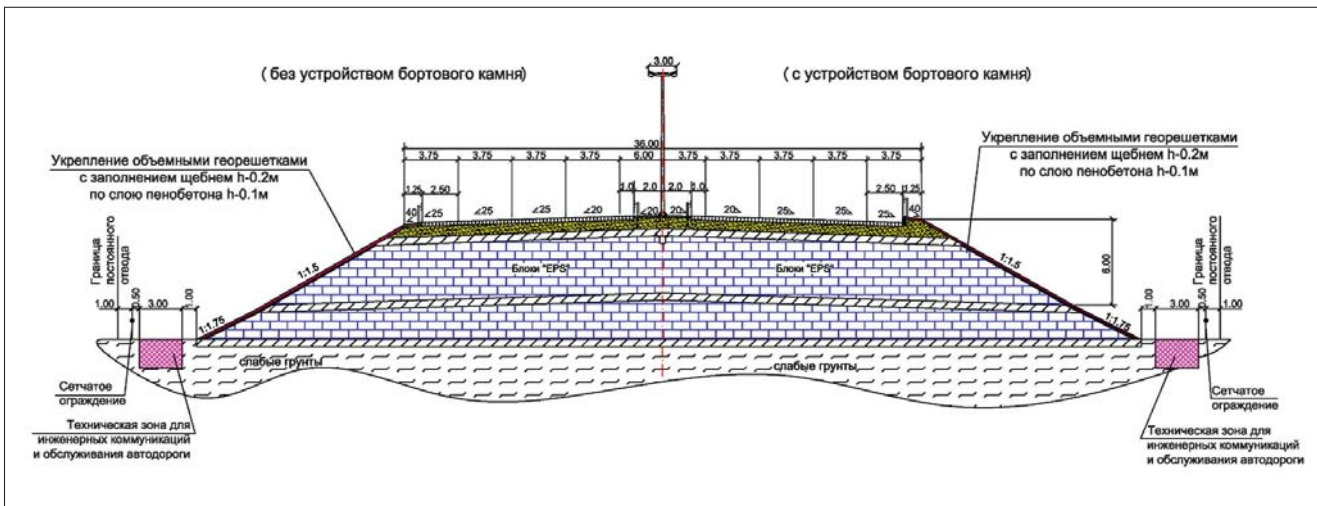


Рис. 2. Схема комбинированной дорожной насыпи на слабых грунтах с применением EPS-блоков и пенобетона

нижнего слоя из пенобетона позволит выровнять основание для укладки EPS-блоков; защита EPS-блоков пенобетоном по откосам от ультрафиолетового излучения, грызунов, вандалов и т. д.; комбинированная насыпь является пожароустойчивой конструкцией; исключается гидростатическое всплытие; сокращение сроков и простая технология строительства; низкая экономическая стоимость технологии, позволяющая отказаться от традиционных дорогостоящих материалов

и применения тяжелой техники. Применение в дорожной отрасли современных технологий возведения дорожных насыпей на слабых грунтах внесло значительный вклад в развитие строительства автомобильных дорог. Эффективность технологий обусловлена увеличением срока службы дорожной насыпи, повышением безопасности дорожного движения, также повышением экологической безопасности и т. д. Эффект при технологиях строительства дорожных насыпей, ис-

пользующих легкие материалы значителен, т. к. пенополистирол и пенобетон – технически и экономически выгодные заполнители, создающие относительно меньшую осадку, эксплуатационные затраты, обладающие большой долговечностью.

Е. П. Медрес,
ЗАО «Петербург-Дорсервис»;
С. А. Евтюков, д. т. н.,
проф., СПбГАСУ

НОВОСТИ

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТА

Впервые в практике новгородского дорожного строительства был произведен капитальный ремонт с элементами реконструкции автодороги общего пользования муниципального значения, при котором использовалась стабилизация грунтов с применением новых технологий. В 2012 г. работы проводились в рамках реализации областной целевой программы «Развитие и совершенствование автомобильных дорог общего пользования (за исключением автомобильных дорог федерального значения) на 2011–2012 г. за счет средств дорожного фонда Новгородской области.

В результате ремонтной дороги занялась новгородская компания (русско-немецкое предприятие) «Современные Дорожные Технологии», которая специализируется на стабилизации грунтов по технологии NovoCrete.

При производстве ремонтных работ по данной автомобильной дороге были использованы современные технологии экспериментального типа. В основу технологии заложен метод укрепления грунтов основания существующей дороги при помощи це-

НОВОСТИ

НОВОСТИ

мента с добавкой NovoCrete (минеральная добавка, разработанная немецкими специалистами, не имеющая аналогов) взамен дорогостоящих каменных материалов, используемых при ремонте. Использование данной технологии защищает основание дорожной одежды и земляного полотна автомобильной дороги от поступлений влаги к материалам земляного полотна сверху через дорожную одежду, что увеличивает морозостойкость основания дорожной одежды. Применение вышеупомянутой технологии при ремонте автомобильной дороги общего пользования межмуниципального значения Сергово – Завал км 0 + 000 – км 3 + 000 в Новгородском муниципальном районе Новгородской области существенно продлевает межремонтные сроки с гарантией на 10 лет.

СТРОИТЕЛЬСТВО В НОВОСИБИРСКЕ

В Новосибирске состоялась стыковка металлоконструкций пролетных строений третьего моста, соединивших правый и левый берега реки Обь. В целом работы планируется завершить в 2014 г. Уже завершены строительно-монтажные работы на

НОВОСТИ

всех 30 опорах моста. В 2013 г. состоится монтаж и надвигка свода арки пролетного строения (протяженность арки – 380 м), также запланировано устройство монолитной плиты проезжей части моста и ряд других работ.

Не менее важным для активно развивающейся столицы Сибири является строительство Восточного обхода города Новосибирска. Федеральное управление автомобильных дорог «Сибирь» ведет работы по подготовке территорий для строительства первого этапа Восточного обхода, которое начнется в 2014 г.

Срок реализации проекта – 58 месяцев, протяженность – 20 км. В проекте первого этапа семь искусственных сооружений (два моста и пять путепроводов) общей протяженностью 1189 погонных метров, три транспортных развязки.

Решение о строительстве Восточного обхода Новосибирска было принято Росавтодором в связи с тем, что данный участок трассы М-52 «Чуйский тракт», построенный в 50-х годах прошлого века, не справляется с растущей интенсивностью движения, которая уже сейчас составляет около 40 тыс. автомобилей в сутки.

НОВОСТИ