

НОВЫЕ ГЕОТЕХНОЛОГИИ УЛУЧШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ.

Котихина А.Д., Котихина Е.Д.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Преснов О.М.

Сибирский федеральный университет

Вопрос улучшения свойств грунтов является наиболее актуальным при строительстве сооружений с использованием местных материалов, особенно в области гидротехнического и дорожного строительства, при возведении дамб, насыпей, подпорных стенок, устройстве котлованов, укреплении оснований. Широкое развитие получили методы закрепления грунтов основания с помощью различных вяжущих: битума, цемента, алюмосиликатов, различных полимерных материалов, на основе которых созданы новые материалы типа асфальтобетона, укатанного бетона, грунтополимера, грунтоцемента.

В зарубежной практике получило распространение еще одно направление, которое связано с улучшением свойств грунтов методом укрепления местного материала различными видами прозрачной, эластичной, некорродируемой арматуры из полосовой нержавеющей стали, геоткани, полимерных сеток, а также созданием новых конструкций на основе материалов, способных обеспечить экономичность и высокую надежность сооружений.

Принципы армирования грунта использовались очень давно. Об армировании глины или кирпичей тростником и соломой при сооружении жилья упоминается и в Библии. К наиболее ранним сооружениям армированного грунта относится Великая китайская стена. Некоторые из участков Великой китайской стены представляли собой армированный ветвями тамариска грунт в виде смеси глины с гравием. Известно, что римляне использовали методы армирования грунта: вдоль Тибра были построены земляные дамбы, армированные тростником.

Методы армирования грунта при сооружении объектов военного назначения были широко распространены. Значительный вклад был сделан английским полковником Песли в 1822 году, внедрившим армированный грунт при выполнении земляных работ в армии. На смену вышеприведенным материалам пришли новые уникальные по свойствам геоматериалы.

Применение геоматериалов в строительстве обусловлено их уникальными свойствами: водостойкость; биостойкость; стойкость к воздействию щелочных и кислотных сред; устойчивость к ультрафиолетовому излучению; температурная стойкость; механическая стойкость; устойчивость к циклам промерзания–оттаивания и самое важное свойство – долговечность. Срок службы данных материалов составляет до 120 лет.

В строительной практике широко применяются именно геосинтетические полимерные материалы, изготовленные из натуральных или синтетических полимеров в виде плоских форм, трехмерных структур или лент. Исходным сырьем для таких материалов в основном являются: полипропилен (PP), полиэтилен (PE), высокопрочный полиэтилен (HDPE), полиэфир (PET) (лавсан), полиамид (PA) (капрон).

Существует большое количество разновидностей геоматериалов, но мы выделим восемь основных видов: геотекстиль, георешетки, полимерные геосетки, стеклосетки, геоматы, геомембраны (геокомпозиты), сетконы, объемные георешетки.

Геотекстиль – один из видов геосинтетиков; геоткань (тканое полотно), а также нетканое полотно, изготавливаемые иглопробивным, термоскрепленным или

гидроскреплённым способами из полипропиленовых или полиэфирных нитей — из одной бесконечной нити (мононить), либо из обрезков 5—10 см (штапель). Плотность материала может варьировать от 10 г/м² до 600 г/м². Обладает морозостойкостью и выдерживает низкие температуры (-55⁰С) без изменения прочности, при введении специальных добавок может приобретать термостойкость до 130⁰С. Устойчив к воздействию воды, кислот и щелочей, имеет низкое водопоглощение, не гниет и неплесневеет, что способствует его длительному использованию. Плотность холста составляет от 100 до 900 г/см², причем с плотностью связана и толщина полотна - чем плотнее геотекстиль, тем он толще. Поскольку геотекстиль применяется не только в строительстве, то следует обратить внимание и на ширину рулона, которая должна быть не менее 3м. шириной 1,5 или 1,7м в геотехническом строительстве не применяется.

Георешетки – один из видов геосинтетиков, который представляет собой двухмерную или трехмерную сотовую структуру, изготовленную из полос полиэфирного иглопробивного полотна или полиэтиленовых и полипропиленовых лент, скрепленных между собой сварными швами высокой прочности. Материал не подвержен гниению, воздействию кислот, щелочей. Срок службы георешетки, геоячейки не менее 50 лет. Рабочий температурный диапазон –60⁰÷+60⁰ С.

Полимерные геосетки - рулонные материалы, имеющие ячеистую структуру, изготавливаются из полимерных нитей или лент. Сетки могут пропитываться специальным полимерным составом, который обеспечивает стабильность структуры сетки, высокую разрывную нагрузку. Геосетка производится различными способами: литьём, соединением узлами, переплетением нитей. Высокие механические характеристики и применение для создания армирующих прослоек. Стекловыми геосетками армируют верхние слои дорожных одежд из разного вида асфальтобетонов.

Стеклосетки – полотно с множеством прямоугольных ячеек, образовавшихся путём переплетения стеклянных комплексных нитей с дальнейшим нанесением полимерного покрытия и термообработкой, что обеспечивает стабильность стеклосетки и высокую нагрузку на разрыв. Прочность стеклосеток сопоставима с полимерами, удлинение при разрыве меньше, а ползучесть и вовсе отсутствует. При этом температурная стойкость стекломатериалов, в отличие от полимеров, может достигать 300⁰С положительной и 60⁰С отрицательной температуры, к тому же эти материалы стоят недорого. Механическая повреждаемость для разных условий работы и способов укладки от 35 до 85 % при 25000-ных циклах нарушений происходит за счет истирания и изломов волокон стекломатериала. Стекловолокна, применяемые в качестве сырья для производства геосеток, не являются экологически безвредным материалом. Они способствуют развитию в организме человека онкологических заболеваний.

Геоматы – это рулонный материал, представляющий собой композит, который состоит из геосетки и искусственного полимерного материала объемной формы. Полотно является высокопрочной объемной конструкцией с хорошим качеством драпировки, это позволяет конструкции не разрушаться и находиться в постоянном контакте с грунтовым профилем; геомат устойчив к ультрафиолетовому излучению. Устойчив к воде - не теряет свои свойства в пресной и соленой воде. Устойчив к химическим воздействиям, к воздействию микроорганизмов, к воздействию температур - от -60⁰С до 100⁰С. Устойчив к воспламеняемости - низкий уровень огнеопасности и низкий уровень дымообразования; разрешен для применения при устройстве отделок тоннелей. Нетоксичен (можно применять в контакте с питьевой водой).

Геомембраны (геокомпозиты) – геосинтетик, изолирующий материал, применяющийся в строительстве для гидроизоляции. Химический состав геомембран разнообразен.

Как правило, это битум-содержащие мембраны (GSB), полимеры (PVC, PIB, ECV, CPE и др.) и эластомеры (EPDM, Butil, и др.). Из-за высокой эластичности и водонепроницаемости EPDM-мембраны используют в качестве гидроизоляционного материала для создания водоемов, тоннелей, каналов, полигонов ТБО, навозохранилищ, в строительстве для гидроизоляции крыш и фундаментов. Материал, как правило, поставляется в рулонах. Ширина стандартного рулона 2-12 метров, длина 2-150 метров, толщина 0,65-6,0мм, рабочий температурный диапазон - $-60...+100$ °С.

Сетки - это синтетический верёвочный сетчатый контейнер, изготавливаемый из полипропиленовых канатов. Сетчатые контейнеры подразделяются по форме и размерам на 3 типа: плоские; цилиндрические, сферические.

Объемные георешетки - гибкий компактный модуль, состоящий из скрепленных между собой полимерных лент, образующих в растянутом положении объемную ячеистую конструкцию с заданными геометрическими параметрами. Основными характеристиками являются разрывная нагрузка ленты и прочность шва в процентах от прочности ленты. Материал не подвержен гниению, воздействию кислот, щелочей. Срок службы георешетки, геоячейки не менее 50 лет. Для фиксации модуля объемной георешетки применяются пластиковые анкера, металлические анкера длиной 500 мм, 800 мм или железная арматура. Материал поставляется в модулях, покрываемая площадь $10\div 25$ м², высота ячейки $50\div 300$ мм, диагональ ячейки $150\div 300$ мм, толщина стенки ленты $1,1\div 4,5$ мм, цвет материала черный, белый (синтетическая лента), рабочий температурный диапазон $-60\div +60$ °С.

Выявили положительные свойства вышеперечисленных материалов.

Усиление слабых оснований. При строительстве на слабых грунтах применение геоматериалов позволяет сокращать либо количество материала обломочных горных пород, как правило, требуемого для распределения нагрузки, либо объем заменяемого грунта за счет внедрения армирующих прослоек. Применяются двухосные геосетки, георешетки, высокопрочный геотекстиль, объемные георешетки.

Армирование подпорных стен и откосов. Способствует распределению растягивающих усилий в грунтовом массиве; позволяет образовывать вертикальные структуры или устраивать откосы с любым углом заложения. Применяются одноосные георешетки, геосетки, тканый геотекстиль.

Дренаж. Фильтрация. Способствует сбору и транспортировке поверхностного стока, грунтовых вод и других жидкостей, сокращает сроки консолидации. Пористая структура придает материалу высокие водопропускные способности, удерживая движущиеся под действием гидродинамических сил потока жидкости мелкие частицы, препятствует коьматажу дренажных устройств. Применяются геотекстиль, геокомпозиты.

Разделение. Препятствует смешиванию грунтов или материалов, имеющих различную крупность (песок и щебень). Применяются геотекстили, высокопрочные геотекстили, георешетки.

Изоляция. Защита от грунтовых вод подземных сооружений, подвалов, устройство защитных экранов для нефтехранилищ и полигонов ТБО, а также каналов и прудов; инженерная обработка мест захоронения отходов. Применяются геомембраны.

По результатам исследования новых технологий улучшения строительных свойств были определены области применения геоматериалов.