

А.М. ИНШАКОВ, технический директор
Н.В. УСАЧЕВ, руководитель проектной группы
(ООО «Габбионы Маккаферри СНГ»)

ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ ИЗ АРМОГРУНТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ: БЫЛОЕ И ДУМЫ

Проблема улучшения физико-механических свойств грунтов с давних пор владеет умами инженеров. Еще в древние времена строители использовали принципы закрепления грунтов, такие как: сооружения из кирпича, гравия, песка, чередующиеся ветвями деревьев, тростниковыми матами и пр.



Рис.1. Разобранная армогрунтовая стена во Владивостоке



Рис.2. Армогрунтовое сооружение высотой 74 м в Индии

MACCAFERRI

Москва, ул. Шарикоподшипниковская, 13, стр.1
Тел. +7 (495) 108-58-84
info@maccaferri.ru
www.maccaferri.ru

В современной истории этому вопросу уделит большое внимание французский инженер А. Видаль. Он отметил, что грунт с арматурой оказался отличным строительным материалом. Это послужило дальнейшему развитию методики укрепления грунта. Получившийся в итоге композитный материал был запатентован и получил впоследствии название «армированный грунт».

Принцип армирования грунта основан на том, что армирующие элементы воспринимают нагрузки вследствие возникновения трения между ними и частицами грунта. Грунт, который не находится в непосредственном соприкосновении с арматурой, передает на нее усилия, благодаря арочному эффекту, по линиям равных давлений, которые образуются между соседними лентами арматуры. В армогрунтовых сооружениях слои насыпного, как правило, несвязного грунта чередуются слоями армирующих материалов, укладываемых в направлении растягивающих напряжений, возникающих под действием собственного веса и внешних нагрузок — транспортных, сейсмических, гидростатических и т.д.

Принцип работы армированного грунта прекрасно иллюстрируется примером разобранной во Владивостоке стенки высотой до 10 м, где облицовка из бетонных блоков Макволл была полностью удалена, а насыпь продолжала удерживаться за счет армопанелей из георешетки Макгрид WG (рис.1).

В современной России методика армирования грунта, хотя и была известна достаточно давно, активно стала применяться только в нынешнем столетии. В первую очередь это было связано с отставанием высшей школы в обучении студентов данному предмету и, как следствие, недостатком квалифицированных специалистов. Этому в большой степени способствовало недофинансирование научных исследований в отрас-

левых НИИ, отвечающих за внедрение инновационных технологий в проектировании и строительстве. Как следствие, часть крупных институтов либо прекратили свое существование вообще, либо сократились до размеров отдельных лабораторий. Конечно, это не могло не сказаться на теоретическом развитии этой важной темы применительно к российским условиям.

Вместе с тем, армирование грунта позволяет успешно решать многие сложные инженерные задачи, а именно:

- устройство насыпей на слабых грунтах;
- защита от опасных геологических процессов;
- устройство искусственных сооружений в стесненных условиях неограниченной высоты.

Опыт зарубежного строительства подтвердил возможность возведения армогрунтовых стен высотой до 70 м. Так, в 2012 году компания *Officine Maccaferri S.p.a.* победила в номинации «Лучший международный проект года» престижной премии *Ground Engineering Award* в Лондоне. Проектом-победителем стало устройство армогрунтовой подпорной стены высотой 74 м для возведения взлетно-посадочной полосы в сейсмоопасном штате Сикким в Индии. Это самая высокая армогрунтовая конструкция в мире на данный момент (рис. 2).

К сожалению, сейчас в России нет ни одного нормативного документа, который бы серьезно рассматривал данную тему. Правда, в 2012 году вышел в свет ОДМ 218.2.0272012 по расчету и проектированию армогрунтовых подпорных стен на автомобильных дорогах, однако, он носит рекомендательный характер и требует более детальной проработки, поскольку не затрагивает множества аспектов как проектирования, так и строительства армогрунтовых конструкций. Так или иначе, многие документы, относящиеся к данной теме, разрабатывались на основе стандарта BS 8006:1995 или ссылались на него, в том числе и программные продукты, с помощью которых инженеры-проектировщики рассчитывают параметры и надежность сооружений.

Компания «Габрионы Маккаферри СНГ» одной из первых в России стала внедрять армогрунтовые конструкции при проектировании искусственных сооружений. Работы с армогрунтами начались в 2001 году, и с тех пор реализовано более 800 проектов в области армирования грунта. Наши армогрунтовые сооружения работают в различных климатических и сейсмических зонах и имеют разную высоту. Самая высокая из них



Рис. 3. Подпорная стена на Михеевском ГОКе

— подпорная стена возле башни грубого дробления породы на Михеевском ГОКе в Челябинской области, высотой 33 м. Она рассчитана под нагрузку от карьерных самосвалов весом 350 т (рис. 3).

Мы следим за такими уникальными объектами, периодически получаем информацию от заказчиков об их поведении в процессе эксплуатации. Как правило, если сооружения построены с применением наших рекомендаций и материалов, которые заложены в проект, то каких-либо деформаций не наблюдается.

За свою 17-летнюю практику мы адаптировали к российскому рынку три типа армогрунтовых систем. Они высокоэффективны, но в силу своих особенностей применяются в различных условиях.

Две системы из трех выполнены на основе сетки двойного кручения — Террамеш и Зеленый Террамеш. Система Террамеш практически не имеет ограничений по высоте. Использование каменного материала в облицовке позволяет использовать ее в гидротехническом строительстве.

Если необходимо сократить стоимость работ за счет использования местного грунта обратной засыпки, мы предлагаем использовать Систему Зеленый Террамеш (рис. 4). Эта конструкция получила распространение в южных регионах России и СНГ, где климат влажный и теплый, что способствует быстрому озеленению лицевой грани.

Развитие третьего типа — Системы Макволл — началось 9 лет назад, когда на рынке возникла потребность в использовании альтернативы дорогостоящим железобетонным подпорным стенам в ограниченном городском пространстве (рис. 6). При этом конструкция должна иметь эстетичный внешний



Рис. 4. Система Зеленый Террамеш



Рис. 5. Укрепление конуса моста с помощью Системы Макволл

вид и возводиться быстро. В лицевой грани Системы Макволл находятся бетонные блоки небольшого размера, весом всего 40 кг, изготовленные по методу сухого вибропрессования.

Так, на начало 2018 года с применением Системы Макволл реализовано свыше 100 объектов в дорожно-транспортном и гражданском строительстве.

Но успех на рынке Системы армирования грунта не является делом обыденным, а подразумевает перманентный труд и усовершенствование технологии. Так, чтобы избежать проявления высолов на поверхности блока лицевой грани, была скорректирована рецептура бетонной смеси — добавлены гидрофобизирующие добавки. Это было сделано в начале развития Системы Макволл и с тех пор такие недостатки не выявляются.

Мы следим, чтобы технология строительства не нарушалась. Поэтому всегда призываем следовать предписаниям технических специалистов нашей компании, которые во всех случаях в начале строительства осуществляют шеф-монтаж на безвозмездной основе. Выезжают на объект и обучают персонал тонкостям возведения сооружений.

Для облегчения конструирования подобных сооружений на рынке представлены программные комплексы — MACSTARS W, PLAXIS, GEO 5 и др. Эти программы сертифицированы на территории России и позволяют проектировщикам качественно и быстро решать сложные задачи, однако отношение к ним в среде инженеров и научных работников неоднозначно. Кто-то считает, что алгоритм, заложенный при разработке этих программ, не соответствует российским нормам, и сооружения, запроектированные по этим

программам, не будут надежными. Но ведь никому не приходит в голову ставить под сомнение легитимность международных стандартов, на которых основана проектная и строительная культура Запада и Востока. Тот факт, что в основе программного обеспечения лежат проверенные временем и уважаемые международные стандарты, никоим образом не означает, что сооружение, рассчитанное по этим методам, оказавшись в российских реалиях, мгновенно превратится в пыль.

В настоящее время нет ни одного полноценного пособия по расчету по данной тематике, а лишь всевозможные предложения критического содержания, как, например, понятие о статически неопределимых армогрунтовых системах. На этом понятии настаивают некоторые специалисты, но оно вообще отсутствует как в зарубежной, так и в отечественной практике.

К тому же хочется задать вопрос — а где российские разработки, которые полностью отвечают этим требованиям? Их нет, и в ближайшее время они вряд ли появятся, а значит, и проблемы с прохождением экспертизы проектов останутся, и государство потеряет деньги, поскольку стоимость армогрунтовых сооружений на 30–50% ниже стоимости традиционных железобетонных сооружений, не говоря уже о простоте и скорости их возведения. Из-за отсутствия нормативных документов, при проектировании таких сооружений институты будут вынуждены разрабатывать СТУ, тратить финансовые средства и время. Поэтому часто проектировщики отказываются применять эти конструкции, продолжая внедрять громоздкие и не всегда оправданные сооружения из железобетона.

В 2012 году компания «Габрионы Маккаферри СНГ» решила самостоятельно справиться с этой проблемой

раз и навсегда, разработав Технические Свидетельства на все виды производимых собственными силами армогрунтовых конструкций. Для подтверждения легитимности данного документа мы сделали запрос в прежнее Министерство регионального развития. Ответ, который мы получили, однозначно подтвердил значимость документа как нормативного. Но Главогэспертиза отказалась оценивать его в таком статусе, о чем уведомило в своем ответе. И все завертелось по кругу.

В настоящий момент ситуация с этими конструкциями не изменилась, и приходится вновь при проектировании армогрунтовых конструкций разрабатывать СТУ.

Казалось бы, поддержка крупных НИИ в этом вопросе очень важна. Однако из-за плохого финансирования они готовы приступить к их разработке, возложив решение проблемы на плечи компаний-производителей. Суммы, озвученные ими, как правило, носят астрономический характер и естественно приходится отказываться от таких предложений.

Государственные же организации, ответственные за финансирование таких работ через систему НИОКР, вообще подходят к выбору тем, включаемых в план, крайне избирательно, руководствуясь сиюминутной потребностью, не рассматривая перспективу.

С таким подходом естественно могут случаться и неудачные решения, и инциденты при строительстве, но, как правило, в том случае, когда неопытные проектировщики или излишне амбициозные специалисты пытаются выполнить такую задачу. А когда у них это не получается, то ищут виноватых: или методика расчета не соответствует российским нормам, или конструкция не надежная, а то и опытных строителей не найти. Короче, бытует мнение, что не досрели мы до таких изящных конструкций и давайте применять армогрунт, но с блоками в облицовке не как у Маккаферри весом 40 кг, а 500-килограммовые, чтобы уж наверняка было.

Как ранее было замечено, армогрунтовые конструкции — это композит из грунта и армирующих элементов, которые могут быть как стальными, так и геосинтетическими. Для возведения армогрунтовых сооружений большой высоты компания «Габиионы Маккаферри СНГ» одной из первых разработала конструкцию с комбинацией стального и геосинтетического армирования и успешно применяла его на мно-

гих сооружениях, которые прекрасно стоят в течение 15 и более лет.

И еще один важный момент хотелось бы затронуть в статье. Речь идет о проведении по требованию генерального подрядчика испытаний геосинтетических материалов на разрыв и удлинение. Образцы георешеток различных марок, применяемых при строительстве крупного объекта в Московской области, были отправлены для проведения дополнительных испытаний, причем завод-изготовитель предоставил результаты таких испытаний. И тут мы подходим к главному. Материал испытывался в пяти лабораториях, причем все они, за исключением лаборатории завода-производителя, проводили испытания по одному и тому же ГОСТ Р 550302012. Завод-изготовитель делал это по ГОСТ 324912013. Разницу в методике проведения испытаний можно заметить, прочтя тексты стандартов. Результаты испытаний отличались не на 1–2%, а на 10–15%, как по прочности в обоих направлениях, так и по удлинению, причем все они показали низкие величины по прочности и большие нормативных — по удлинению, за исключением лаборатории подрядчика, которая подтвердила возможность применения георешеток типа Макгрид WG.

Напрашивается очевидный вывод — почему лаборатории, оснащенные примерно одним и тем же оборудованием, дают разные результаты? Ответ, думаем, в том, что на результаты большое влияние оказывает человеческий фактор, а именно как и с какой силой производится зажим образца в губках, с какой скоростью производится растяжение материала, и многое другое. Здесь, как нам кажется, есть необходимость более тщательно прописать требования к процессу испытаний, чтобы в дальнейшем избежать подобных противоречий в результатах.

В заключение хотелось бы отметить, что, несмотря на различие в названиях компаний и материалов, применяемых ими, у всех должна быть общая цель — продвижение передовых технологий и повышение профессионализма проектировщиков и строителей. Для этого, прежде всего, необходимо создать полноценный нормативный документ по армогрунтовым конструкциям, который позволит проектировщикам без оглядки на Госэспертизу включать в проекты инновационные технологии и материалы. ■

НАДЕЖНЫЕ АРМОГРУНТОВЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ МАККАФЕРРИ

С 2001 года в России и СНГ реализовано более 800 проектов с применением наших технических решений по армированию грунта



МАКВОЛЛ
Санкт-Петербург, реконструкция
Американских мостов



МАКВОЛЛ
Московская область, путепровод
на 42-ом км А-108 МБК в Михнево



ТЕРРАМЕШ
Воронеж, развязка на обходе
Воронежа, 507 км М-4 «Дон»



МАКВОЛЛ
Московская область, устройство конусов
моста в Одинцово



ЗЕЛЕНЬИЙ ТЕРРАМЕШ
Сахалинская область,
Стабилизация эрозийных врезов
в Макаровском районе



ЗЕЛЕНЬИЙ ТЕРРАМЕШ
Сочи, подпорная стена
в Олимпийской деревне



МАКВОЛЛ
Башкортостан, путепровод
в Демском районе г. Уфы



ТЕРРАМЕШ
Красноярск, стабилизация
эрозийного склона у ТЭЦ «Июнь»



ТЕРРАМЕШ
Татарстан, путепровод в г. Зайнск



ТЕРРАМЕШ
Челябинская область, подпорная
стена на Мижеевском ГОКе



ТЕРРАМЕШ
Иркутская область, укрепление
берега р. Кетой в Ангарске

Маккаферри ваш партнер в:

- M** технической поддержке
- M** предпроектной работе
- M** проектировании
- M** оптимизации издержек
- M** производстве геоматериалов

MACCAFERRI

www.maccaferri.ru
+7 (495) 108-58-84
info@maccaferri.ru