

АНАЛИЗ ТИПОВ ПОДПОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ С УЧЕТОМ ПРАКТИКИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАПОЛНЕННЫХ ЩЕБНЕМ БЛОКОВ КБП

Начало детального изучения и массового применения подпорных стен было положено в конце XIX века. Основной причиной для развития этого направления стало активное строительство железных и автомобильных дорог. В предложенной статье дается анализ типов подпорных сооружений, приводятся оптимальные решения с учетом практики применения заполненных щебнем блоков производства ООО «КорБет». В статье частично использованы материалы канд. техн. наук Никиты Яковлевича Цимбельмана, директора департамента геоинформационных технологий Дальневосточного федерального университета.

Основная классификация

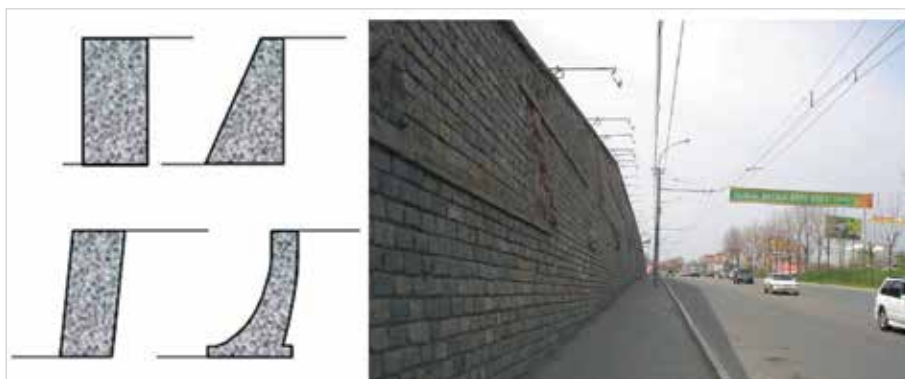
В дорожном строительстве подпорные стены используются при возведении устоев мостов и других искусственных сооружений и служат для удержания от обрушения дорожных насыпей, выемок.

Одним из основных критериев классификации подпорных стен является конструктивное решение, надежно обеспечивающее устойчивость объектов. Отталкиваясь от этого, подобные сооружения можно классифицировать следующим образом: массивные подпорные стены, комбинированные

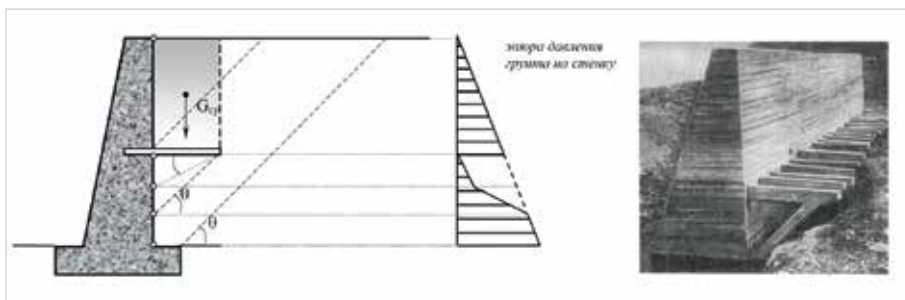
подпорные сооружения и армогрунтовые стены. Но обо всем – по порядку.

Массивные подпорные стены

Устойчивость стен такого типа достигается за счет собственного веса, обеспечивающего сохранение проектного положения. Подобное конструктивное решение практически не предусматривает вовлечения грунта в дело сохранения устойчивости стены, из-за чего эти сооружения отличаются сравнительной материалоемкостью. Кроме того, они требуют значительных затрат при возведении.



Массивные подпорные стены



Комбинированные подпорные стены

Тем не менее, именно для массивных подпорных стен проводились специальные исследования, направленные на более рациональное распределение материала конструкции. Так, еще в начале XX века известный российский специалист в области мостостроения профессор Лавр Дмитриевич Прокураков предложил ряд вариантов развитых поперечных сечений подпорных стен, среди которых стены, имеющие очертание напорной грани в виде пологой кривой поверхности.

Комбинированные подпорные сооружения (полумассивные)

Подобные конструкции вовлекают в работу стены окружающей грунт, давление которого обеспечивает дополнительные удерживающие силы (за счет консольных плит, выступов, формы). Одним из основоположников развития данного типа сооружений был выдающийся советский ученый Зураб Владимирович Цагарели, внесший огромный вклад в развитие технологий подпорных стен. Такой тип подпорных стен представлен широким спектром конструктивных решений, включая:

- Комбинированные подпорные стены, обеспечивающие запас устойчивости за счет предусмотренных в конструкции стены консолей или заполняемых грунтом полостей.

- Тонкоэлементные подпорные стены, в базовой конфигурации состоящие из связанных друг с другом железобетонных плит: вертикальной ограждающей панели и горизонтальной фундаментной плиты. Среди стен такого типа наиболее широко применяются уголкового типа подпорные стенки.

Тонкоэлементные стены быстро возводятся и относительно

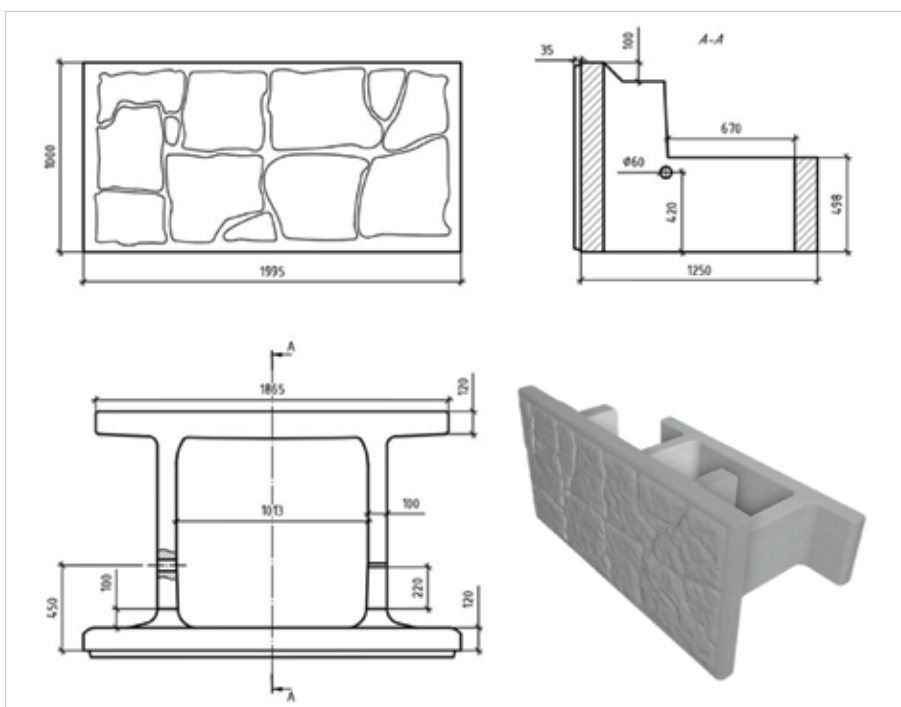
дешевы, но обладают значительными ограничениями по высоте и, как правило, лишены эстетической привлекательности.

■ Тонкие подпорные стены, состоящие из тонкой стены ограждения, представленной металлическими или железобетонными сваями, и системы анкерки в виде анкерных тяг или тонких железобетонных плит.

Армогрунтовые подпорные стены

Эти сооружения используют армированный грунт в качестве основного элемента конструкции в комбинации с облицовкой и армирующими элементами в виде геосинтетических или металлических мембран. Достаточно эффективно вовлекают в работу окружающий грунт и могут быть возведены на большую высоту. При этом требуется значительный объем выемки грунта, что, как правило, влечет за собой дополнительные трудозатраты и может оказаться невозможным в силу окружающей объект строительства инфраструктуры.

Одним из основоположников изучения технологии является наш современник канд. техн. наук Александр Дмитриевич Соколов, ведущий специалист в области армогрунтовых систем автодорожных мостов и транспортных развязок, автор одноименной книги, выпущенной ОМК «Держава» в 2013 году. Он продолжает курировать деятельность, связанную с разработкой методики расчетов, в том числе и работу ООО «КорБет». Таким образом, развитие и совершенствование подпорных стен продолжается и в настоящее время.



Блок КБП, чертеж (размеры в мм)

Вернемся к подробному рассмотрению современных типов полумассивных комбинированных подпорных стен, среди которых выделяются сооружения, составляемые из отдельных пустотелых блоков, заполняемых грунтом. Концепция такого решения появилась и активно внедряется в Японии.

Описание конструкции

Конструктивные подпорные блоки (КБП) представляют собой тонкостенные железобетонные блоки-коробы с внутриблочным и заблочным заполнением щебнем. При производстве блоков используется самоуплотняющийся бетон марки В35, W10, F300 (в солях).

Специальная форма блоков исключает контакт типа «бетон-бетон», что позволяет продлить срок службы сооружений и из-

бежать возможных деформаций как во время строительства, так и во время эксплуатационного периода.

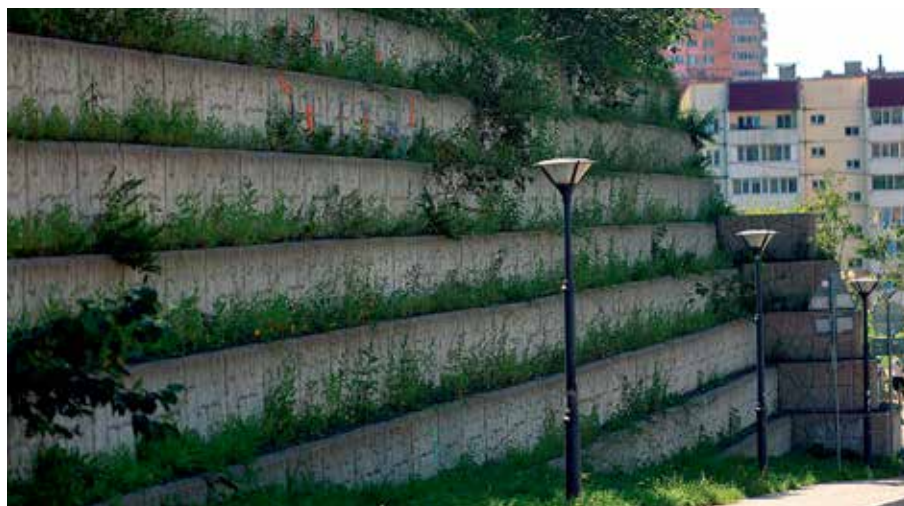
Блоки не имеют жесткой связи между собой, что допускает возможность малых подвижек конструктивных элементов подпорной стены, позволяя применять конструкции данного типа на транспортных объектах, расположенных даже в сейсмически активных регионах. В проектном положении блоки КБП удерживаются за счет собственного веса и сил трения по подошве каждого блока.

Собираемые в виде ступенчатой конструкции подпорные стены из блоков КБП имеют ряд преимуществ перед традиционными конструкциями, а именно:

- высокие эксплуатационные качества;
- скорость и возможность круглогодичного строительства;
- функции дренажа;
- простота выполнения строительно-монтажных работ;
- создание поворотно-угловых и радиальных решений без удорожания;
- не требуется дополнительная отделка, лицевая сторона выполнена в виде натурального камня;



Армогрунтовые подпорные стены



Владивосток

- идеальная приспособленность для озеленения склонов;
- невысокая стоимость готовой стены и практически нулевые эксплуатационные расходы.

Методы расчета

В целом методика расчета подпорных стен из отдельных заполненных грунтом блоков соответствует общему алгоритму расчета подобного рода сооружений, регламентируемому действующими нормами.

При этом и конструкция, и технология возведения сооружений рассматриваемого типа предполагает наличие некоторых особенностей процедуры сбора нагрузки, оценки прочности тела стенки и расчета устойчивости на основании.

Указанные особенности отражены в построенной авторами Ме-

тодике расчета таких подпорных стен в процессе плодотворной совместной работы с Центральным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИТС: Новак Ю.В., Соколов А.Д. и др.) и Дальневосточным федеральным университетом (ДВФУ: Цимбельман Н.Я. и др.).

Специалисты ООО «КорБет» разработали Стандарт организации, который прошел процедуру проверки и был согласован с Государственной компанией «АВТОДОР». Блоки КБП были включены в Классификатор строительных ресурсов Минстроя России и получили свой уникальный код. Разработаны Государственные элементные строительные нормы (ГЭСН).

Уточнения, касающиеся подпор-



Подпорная стена на улице Маковского, Владивосток

были приняты к внесению в СП 35.13330, СП 46.13330 «Мосты и трубы». Также представлены предложения к внесению данного конструктива в СП 381.1325800 «Сооружения подпорные. Правила проектирования».

Следует добавить, что компания «КорБет», являющаяся участником ФГИС, владеет патентами на сам блок и форму.

Практика применения

Адаптация к российским условиям и нормам, обоснование области применения и, собственно, внедрение подпорных стен из пустотелых заполненных щебнем блоков началось на Дальнем Востоке (Владивосток, Приморский край).

За период с 2008 по 2023 год в Дальневосточном федеральном округе Российской Федерации (в шести городах федерального и районного значения) возведены более 30 подпорных сооружений рассматриваемой конструкции. Их общая площадь составила более 40 тыс. кв. м. Кроме того, целый ряд малых сооружений появился в сфере благоустройства.

Специалистами компании «КорБет» обоснована и подтверждена возможность применения данного решения для объектов транспортного строительства. Так, выполнено крепление дорожной насыпи на трассе Де-Фриз – Патрокл (общая площадь сооружения – 4639 кв. м, высота – до 8 м). Еще один пример применения – подпорная стена на улице Маковского во Владивостоке.

С 2020 года компания перешла к активному внедрению подпорных стен из блоков КБП на территории Центрального федерального округа. (Пример – выполнение силами ООО «Трансстроймеханизация» крепления устоев моста путепровода на федеральной автомобильной дороге М12, этап 0). Согласно данным служб строительного контроля, применение рассматриваемой технологии позволило сократить сроки возведения устоев на 40%.

На седьмом этапе технология применена для укрепления конусов мостов через реку Шаратка и Осипов овраг. При строительстве моста через реку Шаратка ступенчатая конструкция подпорных стен позволила возвести укрепление конуса в зимнее время с последующим монтажом на нее СВСиУ для заливки пролетного сооружения. Данное инженерное решение было впервые применено в России, что позволило включить параллельно сразу несколько видов работ, значительно сократив сроки строительства объекта.



М-12, 7-й этап, мост через реку Шаратка

С января 2023 года начат монтаж объектов восьмого этапа М-12. На период начала строительства среднесуточная температура в Казани не превышала -18°C , однако это не помешало строительным бригадам, ранее не знакомым с данной технологией, возвести первые ряды подпорных стен протяженностью 112 м (56 блоков) менее чем за две рабочие смены. На данный момент на двух объектах полностью завершен монтаж блоков КБП, еще шесть будут построены в текущем полугодии.

Экономическая эффективность (сравнительная оценка)

По заданию ГК «Автодор» Центром методологии нормирования и стандартизации в строительстве (АО «ЦНС») выполнено сопоставление по экономическим показателям двух вариантов подпорных сооружений конкретного объекта – теппровода над автомагистралью

на четвертом этапе трассы М12, ПК 3257. Сравнивалась конструкция из армированного грунта со стенкой из заполненных блоков КБП. Для этого в том числе были подготовлены соответствующие локальные сметные расчеты – при всех прочих равных условиях. В итоге стоимость строительства армогрунтовой стенки составила 46 730 030 рублей (в ценах IV квартала 2021 года), стенки из блоков КБП – 40 014 160 рублей. Таким образом, экономия составила более 6,7 млн рублей. Данный эффект достигнут за счет сокращения в затратах труда рабочих (около 1,5 тыс. часов), повышения уровня механизации и технологичности процесса возведения.

Заключение

Каждый из рассмотренных типов конструкций подпорных стен имеет свою область применения, так называемую нишу, в пределах

которой его конкретное использование наиболее целесообразно. При грамотном проектировании и соблюдении технологии возведения и правил эксплуатации все эти типы достаточно надежны. Определенные преимущества стенок из блоков КБП (включающиеся в высокой технологичности и скорости возведения, которые влекут за собой положительный экономический эффект) позволяют рассматривать их при решении очень широкого круга задач как в транспортном, так и в промышленном, гражданском и даже гидротехническом строительстве.

Чтобы дать Заказчику возможность обоснованного выбора надежной конструкции подпорного сооружения, компанией «КорБет» предложена достойная современная альтернатива традиционным типам подпорных стен.



М-12, 7-й этап, мост через Осипов овраг

Д.Ю. Иванников,
инженер-проектировщик
ООО «КорБет»,

В.Н. Бабкин,
генеральный директор
ООО «КорБет»,

Н.Я. Цимбельман, канд. техн. наук,
директор департамента
геоинформационных технологий
ФГАОУ ВО «ДВФУ»



тел. +7 (901) 524-68-18
www.korbetstroy.ru