

Инновационные технологии уплотнения грунтов – грунтовые катки с полигональным вальцом

Крук Д.В., Цыбулько А.Р.

Белорусский национальный технический университет
(руководители - доцент, к.т.н. С.Е.Кравченко, ст. преподаватель
Ж.В. Реут)

Для уплотнения насыпных земляных сооружений используются катки различных видов. Выбор катков во многом определяется видом уплотняемого грунта, объемом работ, конструкцией земляного сооружения. Перед послойной отсыпкой грунта землевозными машинами, самосвалами или скреперами, необходимо определить оптимальную толщину слоя для каждого вида грунта, при которой обеспечивается требуемая плотность при использовании тех или иных видов уплотняющих машин. Катки уплотняют грунт по отсыпанному слою. Существуют кольцевая и челночная схемы движения катков. После каждого прохода каток разворачивается в конце площадки и проходит рядом с предыдущим слоем, перекрывая его на 10-15%. Уплотнять грунт начинают легкими катками (подкатка), продолжают тяжелыми (укатка).

Для улучшения качества уплотнения грунтов целесообразно использовать каток с полигональным вальцом, состоящий из трех осевых восьмиугольных элементов, расположенных со смещением относительно соседнего сегмента (рис. 1). Приваренные по бокам кольца предотвращают наклон вальца, когда средний элемент находится точно на клиновидной части, и тем самым, обеспечивают плавное движение на твердых грунтовых поверхностях. В отличие от традиционных форм вальца полигональный валец обладает исключительным эффектом само очистки, что позволяет отказаться от использования скребков.

Для грунтовых катков с полигональным вальцом используют разработанный фирмой BOMAG вибратор направленного действия. Эта система нового типа рассчитывает оптимальную энергию, требуемую для эффективного процесса уплотнения, и осуществляет ее автоматическое регулирование. Система VARIOCONTROL

действует на основе взаимодействия между вальцом и жесткостью уплотняемого грунта. Энергия уплотнения автоматически оптимизируется благодаря использованию измеряемых на вальце сигналов ускорения. Согласование действует таким образом, чтобы в любой момент времени в грунт передавалась максимально возможная энергия уплотнения, не приводящая к нежелательному подпрыгиванию вальца.

В отличие от круглого вальца, направление действия, силы которого не меняется во время движения, особое уплотнительное действие полигонального вальца основывается на постоянном изменении направления действия силы плоских и клиновидных сегментов. Плоские сегменты осуществляют уплотнение благодаря инициированию концентрированных вертикальных сил сжатия. Клиновые сегменты вызывают деформирование грунта, при котором благодаря высокой погонной нагрузке и вращательному движению вальца инициируются силы сдвига, локально сдвигающие грунт.

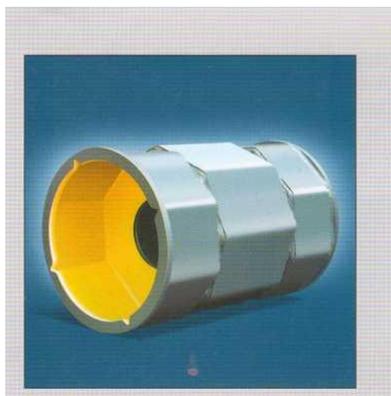


Рисунок 1 - Подробное рассмотрение формы полигонального вальца

Сочетание максимального давления и сил сдвига создает необходимое для уплотнения разминание и ослабление грунта. Препятствующая уплотнению расклинка частиц грунта эффективно

предотвращается. Благодаря отсутствующему в результате этого образованию поверхностного слоя полигональный валец создает условие для максимального действия в глубину. Благодаря локальному ослаблению впереди и позади вальцового клина грунт в области контакта становится «мягче», и тем самым вытесняет заключенный в нем воздух. Возникают явные пластификации, причем глобальная сила контакта между вальцом и грунтом уменьшается так, что не происходит таких процессов как «подпрыгивание» или «непредсказуемое поведение». Этот эффект вместе с отсутствием головной ударной волны, как у круглого вальца и отличной (благодаря геометрическому замыканию) тягой обеспечивает медленную скорость движения с высоким уплотнительным действием и действием в глубину при существенно меньшем числе проходов. Исходя из вышеупомянутых причин, эта форма вальца принципиально подходит для уплотнения всех категорий грунта, причем благодаря особому взаимодействию между плоскими и клиновидными сегментами на крупнозернистых грунтах будет значительное ослабление поверхностных зон. В соответствии с этим, преимущества грунтовых катков с полигональным вальцом в полной мере проявляются именно в случае больших слоев засыпки или последующего уплотнения грунтового покрытия.

Были проведены работы по оценке действия в глубину грунтового катка с полигональным вальцом (Германия), в первую очередь, для изучения улучшения качества уплотнения грунта на глубину до 5 м (для рыхлых, глинистых и гравийных песков средней плотности). На испытательном полигоне с помощью пробного уплотнения 26 тонным грунтовым катком с полигональным вальцом была обеспечена глубина воздействия, что стало альтернативой запланированному замещению грунта. Для оценки условий залегания грунта до уплотнения, а также оценки глубины уплотнения и изменения уплотнения после 3-х и 8-ми проходов, применялись пять независимых способов:

- 1) определение степени уплотнения на глубине каждые 0,50 м;
- 2) определение динамического модуля жесткости устройством с падающим грузом;
- 3) определение сопротивления динамического зондирования;

- 4) определение сопротивления штамповых испытаний;
- 5) поверхностное нивелирование для измерения осадки.

Все способы показали единый результат, в частности, на глубине от 0,7 до 2,5 м под плоскостью уплотнения степень уплотнения может быть больше 100%. На 2,0 - 4,0 м имеет место быть еще более значительное увеличение (7-8 %) состояния уплотнения. Начиная с глубины 4,0 м под поверхностью уплотнения, уплотнительное действие снижается и в пределах 4–5 м под плоскостью уплотнения приближается к естественным величинам без уплотнения. Характерным для особого действия в глубину грунтового катка с полигональным вальцом является разрыхление грунта непосредственно под плоскостью уплотнения до глубины 70 см, что с одной стороны вызвано процессом движения вальца, а с другой стороны типичной восприимчивостью песка к разрыхлению. Решающим является действующее в глубину, явное увеличение степени уплотнения и несущей способности, что привлекает внимание к грунтовому катку с полигональным вальцом в качестве альтернативы замещению грунта.

Грунтовые катки с полигональным вальцом обеспечивают достаточно высокую производительность при уплотнении.

Грунтовые катки сочетают в себе две инновационные технологии: BOMAG VARIOCONTROL (BVC) и полигональный валец. BVC обеспечивает максимальную силу уплотнения, в то время как полигональный валец обеспечивает максимальное внедрение силы в грунт.

При последующем уплотнении грунта эти машины обеспечивают надежное действие в глубину 2- 4 м. При проведении земляных работ по сравнению со стандартными грунтовыми катками укладываемые высоты слоя засыпки могут быть удвоены.

Грунтовые катки с полигональным вальцом стандартно оборудованы режимом BOMAG ECOMODE, что позволяет снизить расходы на топливо до 30%.

Таким образом, высокая производительность уплотнения грунтовых катков в сочетании с низкими расходами на топливо обеспечивают (в зависимости от строительных мероприятий) сокращение затрат на проведение земляных работ до 40%.