

ТЕХНОЛОГИЯ ВИБРОПРЕССОВАНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Королик Е. А., студентка

Научный руководитель Морзак Г. И.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В статье рассмотрена сущность вибропрессования бетонных смесей. Показаны преимущества технологии с точки зрения рационального природопользования: использование техногенных отходов, снижение расхода цемента, безобжиговый процесс, ресурсосбережение и уменьшение экологической нагрузки.

Ключевые слова: технология вибропрессования, воздействия на окружающую среду, рациональное природопользование, экологическая нагрузка.

Вибропрессование – способ формования, в котором сочетаются вибровоздействие на бетон и прессующее усилие и который наиболее широко применяется при изготовлении мелкоштучных изделий разнообразных плит, стеновых и бортовых камней и т. п. [1].

Сущность данного метода заключается в одновременном воздействии на бетонную смесь вибрации и направленного прессующего усилия, что позволяет уплотнять жесткие и сверхжесткие смеси с низким водоцементным отношением, обеспечивая немедленную распалубку после формования. В отличие от традиционного вибрирования на виброплощадках, вибропрессование характеризуется более высокой интенсивностью уплотнения, что достигается за счет сочетания высокочастотных колебаний и давления пригруза или прессующего пуансона. Это позволяет существенно сократить расход цемента, снизить водопотребность смеси и повысить плотность затвердевшего бетона.

Благодаря вибрации зёрна твёрдой фазы (особенно заполнителя) располагаются компактно, а также проявляется тиксотропный эффект, то есть способность субстанции уменьшать вязкость (разжижаться) от механического воздействия и увеличивать вязкость (сгущаться) в состоянии покоя. Одновременно с этим давление прессования сближает обволакиваемые жидкостью частицы. В результате комплексного действия вибрации и прессования внутри уплотняемого бетона формируется слитная структура цементного камня, которая обеспечивает ключевые эксплуатационные свойства: прочность, плотность, непроницаемость, стойкость к морозу и коррозии.

Общий цикл уплотнения разделяется на три стадии (рисунок 1). На первой стадии протекает переукладка составляющих, для которой характерны

хаотичное расположение зёрен и воздушных пор, а также неполный контакт частиц между собой.

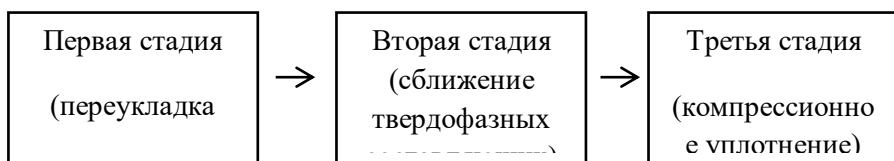


Рисунок 1 – Стадии технологического цикла уплотнения

Вторая стадия процесса характеризуется сближением твердофазных составляющих. Под действием динамической нагрузки система переходит в эту стадию. Состояние перестраивается из хаотичного в устойчивое. Зёрна наполнителя (заполнителя) перекадываются и располагаются плотнее друг к другу. В этот период из смеси активно выходит воздух, и на поверхности наполнителя (особенно крупного) появляется свободная жидкость. На этой стадии хорошо чувствуется упругость смеси, т. к. в ней ещё есть остаточный воздух. Стадия завершается в тот момент, когда смесь перестаёт оседать.

Третья стадия – компрессионное уплотнение, которое производится путем дополнительного обжатия смеси статическим давлением [2].

Технологический цикл вибропрессования включает несколько последовательных операций. Сначала на поддон или в матрицу укладывается арматурный каркас (при необходимости), затем загружается бетонная смесь. После этого формующая головка с вибратором опускается и осуществляет уплотнение в течение нескольких секунд. Далее изделие немедленно извлекается из матрицы либо вместе с поддоном направляется на пост выдержки или тепловой обработки.

Благодаря высокой производительности (до нескольких сотен изделий в час) и возможности быстрой переналадки на другую номенклатуру, вибропрессование широко применяется как на крупных заводах сборного железобетона, так и на малых производственных линиях.

С точки зрения *рационального использования природных ресурсов* технология вибропрессования является предпочтительной, так как позволяет использовать техногенные отходы в качестве заполнителя, что сокращает добычу природных ресурсов и уменьшает количество отходов. В частности, в составе вибропрессованных бетонных смесей возможно замещение до 40–60 % природного песка и щебня отсевами дробления горных пород, металлургическими шлаками, золошлаковыми смесями тепловых электростанций, а также дроблёным бетоном и кирпичным боем [4]. Такой подход непосредственно реализует принципы рационального

природопользования, поскольку снижает объёмы выемки нерудных материалов из карьеров, уменьшает площадь нарушенных земель и сокращает техногенную нагрузку на ландшафты.

Кроме того, вовлечение техногенных отходов в производственный оборот решает проблему их складирования и захоронения. Применение этих отходов в качестве вторичного сырья при вибропрессовании позволяет не только снизить экологический ущерб, но и получить экономический эффект за счёт уменьшения затрат на приобретение природных заполнителей и оплату размещения отходов.

Важным аспектом рационального природопользования является также ресурсосбережение в части вяжущего. Вибропрессование жёстких бетонных смесей с низким водоцементным отношением (0,25–0,35) позволяет сократить расход цемента на 15–20 % по сравнению с традиционными пластичными смесями при сохранении требуемой прочности. Поскольку производство цемента является энергоёмким и сопровождается выбросами углекислого газа, его экономия напрямую снижает техногенную нагрузку на атмосферу и недра.

Следует отметить, что вибропрессование является безобжиговой технологией, что отличает её от производства керамических строительных материалов. Отсутствие этапа высокотемпературного обжига сокращает расход топливно-энергетических ресурсов и исключает выбросы продуктов сгорания, оксидов азота, серы и твёрдых частиц. Таким образом, с позиций рационального природопользования вибропрессование представляет собой малоотходную, энергосберегающую и экологически ориентированную технологию, соответствующую основным направлениям устойчивого развития строительной отрасли.

Литература:

1. Батяновский, Э.И. Технология бетонных и железобетонных изделий: Учебное пособие. – Мн.: Высшая школа, 2017. – 305 с.

2. Батяновский, Э. И. Вибропрессованный бетон: технология и свойства / Э. И. Батяновский, А. И. Бондарович; Белорусский национальный технический университет. – Минск: БНТУ, 2018. – 262 с.

3. Технология вибропрессования | Steif [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://steifmachine.ru/stati/tehnologija-vibropressovaniija-metod-proizvodstva-trotuarnoj-plitki-bordjurov-stroitelnyh-blokov/>. – Дата доступа: 09.04.2026.

4. Королик Е. А. (науч. рук. Морзак Г.И.) Экологические воздействия на окружающую среду технологии вибропрессования при изготовлении железобетонных изделий// Инженерная экология: сб. материалов студенческой научно-технической конференции / БНТУ, ФГДИЭ; сост.: А. А. Хрипович, Н. Ю. Макаревич. – Минск: БНТУ, 2025. С. 143–148.