

А. П. ЯВЕНКОВ

Научный руководитель Л. А. СИВАЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.  
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В современных условиях строительства, прежде всего монолитного, широкое применение имеют глубинные вибраторы для уплотнения бетонных смесей. Существующие способы уплотнения строительных смесей, на основе традиционных конструкций глубинных вибраторов, связаны с проблемами ввода энергии в виброизлучатель, активная поверхность которого невелика. В качестве излучателей используются вибробулава, виброшток, вибронаконечник, которые приводятся в действие от электродвигателя через гибкий вал. Имеются варианты встроеного исполнения электропривода в корпус излучателя или кассетный подвес на крановые механизмы.

Использование этого способа находит широкое применение в строительстве, однако он характеризуется целым рядом существенных недостатков. Во-первых, следует отметить, что излучающей поверхностью является цилиндр, как правило гладкий, что ограничивает возможность эффективной передачи энергии в уплотняемую среду. Такая конструкция при этом не позволяет реализовать поличастотное вибрирование, которое необходимо для приведения в интенсивные движения различных по крупности компонентов щебня, песка или цементного геля.

Во-вторых, действие приложенных виброколебаний направлено под углом  $90^\circ$  к направлению силы тяжести уплотняемого материала, а это приводит к недоуплотнению бетонной смеси, особенно заметному в ее нижних слоях.

В-третьих, цилиндрическая форма виброизлучателя, имеющая значительную фронтальную поверхность, не позволяет осуществлять уплотнение бетонной смеси по методу протяжки в уплотняемой среде без периодического вынимания и погружения такого рабочего органа. Это существенно снижает производительность оборудования, ухудшает условия работы технического персонала и приводит к неравномерному уплотнению различных объемов формируемых таким образом изделий.

Анализ технического уровня глубинных вибраторов со всей определенностью показывает, что они во многом исчерпали свои возможности и функционально ограничены в развитии. Дальнейшее развитие данного класса оборудования сводится к реализации волнового ввода колебаний посредством выполнения оболочек виброизлучателя в виде упругого элемента и принудительного возбуждения колебаний в осевом относительно продольной оси тела виброизлучателя направлении. Генерируемые таким образом коле-

бания имеют поличастотный характер, обеспечивающий широкий диапазон регулирования и характеризуются повышенной энергоэффективностью.

В качестве технического эквивалента предлагаемого метода генерирования виброколебаний рабочего органа глубинного уплотнителя разработаны пружинные излучатели. В самом общем виде они представляют собой цилиндрическую пружину, навитую с определенным шагом, один конец которой неподвижна установлен на раму 2, а второй совершает осевые колебания посредством связанной с ним планкой 3 и размещенной в полости пружины, штанги. Рабочий процесс такого уплотнения показан на рис. 1. Для привода можно использовать, например, ручной перфоратор. В этом случае один конец пружины неподвижно связан с корпусом перфоратора, а второй совершает колебания под воздействием удлиненного бойка, прикрепленного посредством поперечины к ее свободному концу. Экспериментальный образец пружинного виброуплотнителя на базе ручного перфоратора приведен на рис. 2.

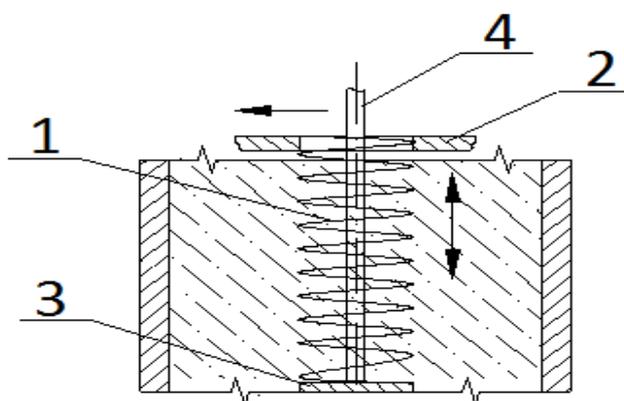


Рис. 1. Рабочий процесс пружинного способа уплотнения



Рис. 2. Экспериментальный пружинный виброуплотнитель

Аргументированное обоснование инженерной гипотезы способа заключается в том, что элементы рабочего органа, выполненного в виде упругодеформируемой спирали, в частности, цилиндрической пружины или синусоидальной спирали, совершают интенсивные колебания не только относительно

но объемов бетонной смеси, но и относительно друг друга. Это открывает новые кинематические возможности рабочему органу и позволяет его различным виткам под действием воздействий со стороны рабочей среды колебаться с различными частотами в широком диапазоне их значений.

Важным механизмом интенсификации процесса уплотнения являются периодические сближения витков рабочего органа. За счет этого происходит дополнительное сдвиговое и сдавливающее воздействие на частицы материала, попадающего в эти зоны, что выражается в эффекте механоактивации и увеличении объема бетонной смеси которая активно и интенсивно вибрирует. Преобладающее направление приложения динамического возмущения от вибровозбудителя совпадает с направлением силы тяжести уплотняемого материала.

Создание именно осевых колебаний, с одной стороны, наиболее просто технически реализовать, а с другой – самый эффективный способ их генерирования и ввода в обрабатываемую среду. Наличие зазоров между колеблющимися витками рабочего органа обеспечивает достижение важного качества такого рабочего органа – свободного перемещения внутри обрабатываемого материала в направлении, перпендикулярном плоскости уплотнения. Это позволяет вести процесс уплотнения массива методом протяжки в непрерывном режиме без периодической выемки и перестановки рабочего органа из одного положения в другое и значительно повышает производительность оборудования.

Технологические испытания пружинного глубинного вибратора показали его высокую уплотняющую способность, позволяющую получать бетонные массивы плотностью на 50–100 кг/м<sup>3</sup> более высокой, чем традиционные глубинные вибраторы с гибким валом. Использование метода протяжки повышает производительность процесса уплотнения в 1,5–2 раза. Пружинный способ уплотнения строительных смесей может быть на базе глубинных вибраторов с гибким валом, в качестве сменного рабочего оборудования к ручным перфораторам и навесных кассетных модулей, навешиваемых на грузоподъемные органы и предназначенных для уплотнения больших объемов.