

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ УПЛОТНЕНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.И. Кромский, А.А. Юсупов

Приведены принципиальные схемы рабочих органов машин для уплотнения дорожно-строительных материалов. Показаны преимущества технологии уплотнения сыпучих сред с использованием конусообразных вальцов.

Ключевые слова: уплотнение материалов, машины для уплотнения, композиционные материалы, вальцы конусообразной формы.

В настоящее время в виду высоких скоростей движения автотранспорта и увеличивающихся нагрузках на ось предъявляются повышенные требования к прочности и ровности поверхности дорожных покрытий, что в значительной мере зависит от качества уплотнения всех конструктивных слоев автомобильной дороги.

Дорожно-строительные материалы: щебень, гравий, асфальтобетонные, цементно-бетонные смеси и др., укладываемые в процессе строительства дорожного покрытия, находятся в разрыхлённом состоянии, и их плотность, а следовательно, и прочность недостаточны для обеспечения нормального проезда. Вследствие этого уложенные материалы требуют искусственного уплотнения, которое осуществляется различными машинами.

Процесс уплотнения дорожно-строительных материалов, являющихся, как правило, многофазными, включающими в себя, кроме твердой фазы из минеральных частиц различной крупности, также жидкую и газообразную фазы, состоит в том, что под воздействием нагрузки, тем или иным способом приложенной к уплотняемому материалу, происходит сближение минеральных частиц и более компактное и плотное расположение в уплотняемом объеме материала путём вытеснения газообразной фазы и в некоторых случаях также и жидкой фазы.

К основным факторам, влияющим на технологию уплотнения, относятся:

1) размер, форма, прочность и другие свойства минеральной части, т.е. свойства твердой фазы материала;

2) количественное соотношение твёрдой, жидкой и газообразной фаз;

3) физико-механические свойства материала как многофазного в целом;

4) максимальное напряжение, прикладываемое на поверхности уплотняемого материала и определяющее напряженное состояние всего объема уплотняемого материала;

5) время нахождения материала в напряженном состоянии и скорость изменения напряженного состояния;

б) частота и число приложений циклической нагрузки.

Первые три фактора зависят от свойств уплотняемого материала, а последние определяются конструктивными параметрами уплотняющей машины.

Рабочие органы машин для уплотнения дорожных покрытий производят уплотнение материалов с использованием следующих технологий: укаткой, трамбованием и вибрированием.

В последнее время в ЮУрГУ появились проекты уплотняющих машин, использующих одновременно не один, а два или даже все три основных метода уплотнения в одном рабочем органе.

Уплотнение дорожно-строительных материалов осуществляется в основном катками с резиновыми или металлическими вальцами, диаметр которых может достигать до 1600 мм, а иногда – до 2000 мм.

Масса дорожных катков отечественного производства достигает до 25 т., что в современных условиях скоростного строительства дорог явно недостаточно: масса катков должна достигать до 40...200 т. Чем больше масса катков, тем больше должны быть диаметры вальцов, а это приводит к чрезмерному увеличению высотного габарита машины.

В данной работе рассматривается принципиальная возможность существенного увеличения диаметра валцов без увеличения высотного габарита машины [1].

Конструктивно увеличение диаметра валцов можно реализовать путем качения конуса (конического вальца). Конические устройства можно разделить на два типа в зависимости от величины угла при вершине конуса.

На рис. 1 схематически показана конструкция конусного устройства, состоящего из конуса с углом при вершине $\alpha \leq \pi/2$.

Ось вращения конуса, наклонена к горизонтальной плоскости на угол $\alpha/2$.

На рис.2 схематически показана конструкция конусного устройства с углом при вершине $\pi - \alpha > \pi/2$ (т.е. $\alpha > \pi/2$). Такое устройство может состоять из одного конуса, вырождающегося в конусообразную (выпуклую) плиту. В этом случае ось вращения конуса, наклонена к вертикальной оси на угол $\alpha/2$. Конус и кривошип водила связаны между собой подшипниковым узлом (на рисунке не показан).

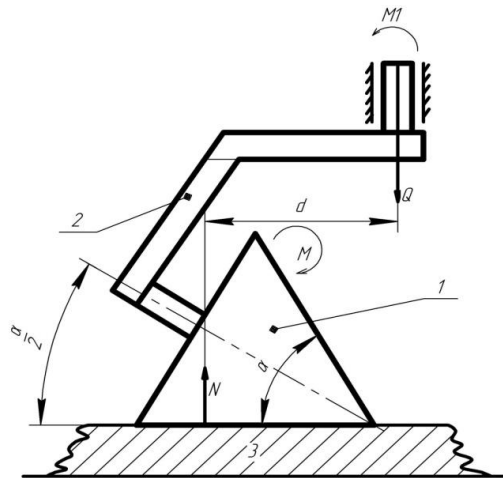


Рис. 1. Схема качения конуса по горизонтальной поверхности:
1 – конус ($\alpha \leq \pi/2$), 2 – водило, 3 – уплотняемый материал

Обратим внимание на очень важную особенность качения конического колеса в этом случае. Если образующая конуса R , то радиус основания конуса будет $R \cos \alpha/2$. Поэтому при каждом обороте край конического колеса будет отставать от своего местоположения при предыдущем обороте на величину $2\pi R(1 - \cos \alpha/2)$.

Таким образом, при вращении водила колесо стремится поворачиваться в сторону, противоположную вращению водила. Два одинаковые конические колеса, смонтированные на общей раме и вращающиеся в разные стороны, обеспечивают поступательное движение механической системе со скоростью $V = 2\pi R(1 - \cos \alpha/2)n$, м/мин, где n – число оборотов коленчатого вала (водила) в мин.

Оба описанных выше варианта конструкции конусных устройств имеют один и тот же недостаток – линия действия силы N реакции материала на конус (рис. 1 и 2) не совпадает с линией действия внешней силы Q , прилагаемой к конусному устройству. Эти две равные силы (N и Q) образуют пару сил с опрокидывающим моментом $M=Nd$, плоскость действия которой вращается. Для уравнивания этой пары сил следует одновременно применять двойные конусные устройства.

Мгновенный радиус кривизны при качении конуса по плоскости определяется выражением: $R = -xctg(\alpha/2)$.

Знак минус в значении R говорит о том, что кривая сечения есть линия вогнутая.

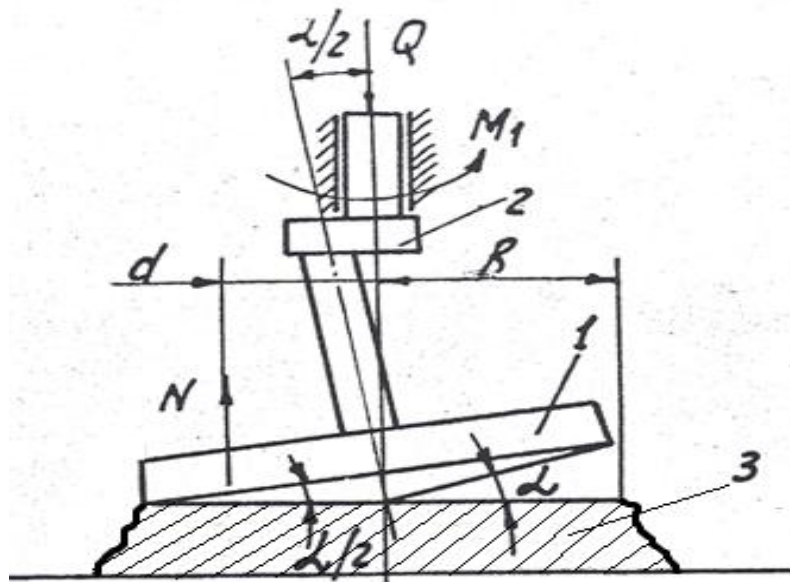


Рис. 2. Схема качения конусного вальца:
1 – конус ($\alpha < \pi/2$), 2 – водило, 3 – поверхность качения

Зная мгновенный радиус кривизны, мы в задаче качения конуса можем воспользоваться решением задачи о качении цилиндра, условно считая, что он катится параллельно оси x и радиус цилиндра есть величина, переменная по x , равная $xctg(\alpha/2)$. Например, для выпуклой плиты с углом при вершине конуса $\pi - \alpha = 170^\circ$ радиус «цилиндра» (мгновенный радиус кривизны) при $x=0,1$ м составляет 5,7 м, при $x=0,4$ м вырастает до 23 м.

Вывод: используя вальцы в виде конусов с углом при вершине более $\pi/2$ и приближающемуся к π (реально $150^\circ \dots 170^\circ$), можно проектировать дорожные катки с диаметром «вальцов» в несколько раз превышающими диаметры вальцов традиционного исполнения, причем без увеличения высотного габарита машины.

Наука ЮУрГУ: материалы 66-й научной конференции
Секции технических наук

Библиографический список

1. Устройство для прессования строительных изделий. Авторское свидетельство на изобретение, СССР № 1645158. Кромский Е.И., Заровнятных В.А., Зализовский Е.В., Генкин А.Р. Опубл. БИ № 16, 1991.