

ВЛИЯНИЕ ВИДА НАГРУЗКИ ПРИ РАБОТЕ УПЛОТНЯЮЩИХ МАШИН НА ОСТАТОЧНУЮ ДЕФОРМАЦИЮ УПЛОТНЯЕМОГО МАТЕРИАЛА

Существующими технологиями при устройстве покрытий нежесткого типа предусматривается совместная работа катков вибрационного и статического действия. Считается, что легкий вибрационный каток по уплотняющей способности заменяет более тяжелые катки статического действия.

Известно, что эффективность уплотнения оценивается величиной необратимой деформации, которая образуется в результате воздействия на материал нагрузки. Величина деформации зависит не только от напряжения, но и от времени действия. Экспериментально установлено, что время действия на частицу материала, в зависимости от рабочей скорости, составляет 0,2...0,4 с. Установлено также, что характер контактных напряжений, при воздействии на уплотняемый материал вальцами статического и вибрационного действия, различен. Каждой величине напряжения соответствует определенная деформация, а следовательно, и плотность, к которой стремится материал в процессе уплотнения. При многократном приложении нагрузки суммарная величина остаточной деформации определяется выражением:

$$\lambda_c = \sigma t n / \eta,$$

где λ_c – суммарная остаточная деформация; n – число циклов приложения нагрузки; η – вязкость, зависящая от свойств смеси; t – время цикла.

С целью уточнения влияния вида нагрузки на величину остаточной деформации материала проведены исследования. Для этого были изготовлены штампы с криволинейной поверхностью, радиусы которых соответствовали радиусам вальцов от 200 до 800 мм. Штампы крепились к жесткой площадке, на которую передавалась нагрузка (статическая и вибрационная). При проведении опытов контролировались напряжения на контактной поверхности штампа, толщина слоя, время действия нагрузки, температура смеси и остаточная деформация. Установлено, что с увеличением диаметра вальца остаточная деформация уменьшается независимо от времени уплотнения.

1. Влияние контактных напряжений на остаточную деформацию

Напряжения, МПа	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Деформация, мм	12	16,5	26	33	41,3	49,6

Результаты измерения остаточной деформации смеси, полученные при уплотнении слоя толщиной 0,07 м статической нагрузкой, температуре смеси 85...90 °С и времени действия нагрузки 60 с, представлены в табл. 1.

Характер изменения плотности и развитие остаточной деформации, в зависимости от времени действия нагрузки, при укатке гладковальцовыми катками носят общий характер и характеризуются экспоненциальным законом:

$$\lambda = \lambda_{\max}(1 - e^{-\alpha t/E}),$$

где λ_{\max} – максимальная величина деформации, соответствующая максимально возможной плотности смеси.

Дифференцируя данное уравнение по времени, с учетом начальных условий, решение имеет вид

$$\lambda = \lambda_{\max}(1 - e^{-\alpha t}),$$

где t – время действия нагрузки, с; λ – максимально возможная деформация при заданной величине контактного давления, мм.

По результатам обработки экспериментальных данных установлены зависимости максимальной величины деформации и коэффициента α , при действии статической нагрузки в течение 60 с, значение которых определяется выражениями:

$$\lambda_{\max} = 76,97\sigma_k + 2,79 \text{ мм};$$

$$\alpha = 0,12\sigma_k + 0,11 \text{ 1/с}.$$

где σ_k – контактные напряжения, МПа.

В общем виде зависимость остаточной деформации смеси от параметров вибрации и температуры смеси имеет вид

$$\varepsilon_{\text{общ}} = f(P/Q; \omega; t_{\text{см}}),$$

где P/Q – относительная вынуждающая сила; $t_{\text{см}}$ – температура смеси, °С; ω – частота колебаний вынуждающей силы, Гц.

Экспериментально установлено, что время контакта рабочего органа машины с уплотняемым материалом может быть определено с учетом относительной вынуждающей силы по формуле

$$t_k^B = t_k e^{-0,084(P/Q)},$$

где t_k^B – время контакта вальца катка вибрационного действия, с; t_k – время контакта вальца катка статического действия, с.

Используя данное выражение, получены значения остаточной деформации материала при однократном приложении нагрузки. Установлено, что независимо от величины контактных напряжений под вальцом катка наблюдается общая закономерность изменения остаточной деформации материала от относительной вынуждающей силы, которая имеет вид:

$$\varepsilon_{\text{отн}} = 0,957 e^{-0,0756(P/Q)},$$

где $\varepsilon_{\text{отн}}$ – величина относительной деформации, зависящая от относительной вынуждающей силы и представляющая отношение λ_1/λ_0 ; λ_1 – деформация материала при действии вибрационной нагрузки; λ_0 – деформация при статической нагрузке; e – основание натурального логарифма.

Уточнено влияние частоты колебаний вынуждающей силы на эффективность работы вибрационного катка. При проведении опытов фиксировались температура смеси (80...85 °С), толщина асфальтобетонного слоя смеси типа Г (6,5...7,0 см),

относительная вынуждающая сила равнялась двум. Частота колебаний менялась от 25 до 75 Гц, величина контактных напряжений 0,4 МПа.

Установлено, что частота колебаний вынуждающей силы влияет на величину остаточной деформации уплотняемого материала. Это объясняется тем, что с повышением частоты колебаний вальца амплитуда колебаний вальца уменьшается и приводит к уменьшению воздействия вальца на материал.

Принимая условно эффективность катка с частотой колебаний вальца 50 Гц за единицу, получено выражение для определения коэффициента эффективности катка, в зависимости от частоты колебаний, которое имеет вид

$$\varepsilon_{\omega} = 0,87e^{0,0026\omega},$$

где ε_{ω} – величина относительной деформации, зависящей от частоты колебаний вальца, безразмерная величина; ω – частота колебаний вынуждающей силы вальца, Гц.

Известно, что с понижением температуры смеси снижается эффективность работы всех уплотняющих машин. На рис. 1 представлены результаты расчетов остаточной деформации смеси при разных ее температурах после десяти проходов катков статического и вибрационного действия, выполненных при одинаковых контактных давлениях.

Из представленных данных видно, что с понижением температуры смеси эффективность уплотняющих машин снижается независимо от способа уплотнения. Зависимость относительной деформации смеси от

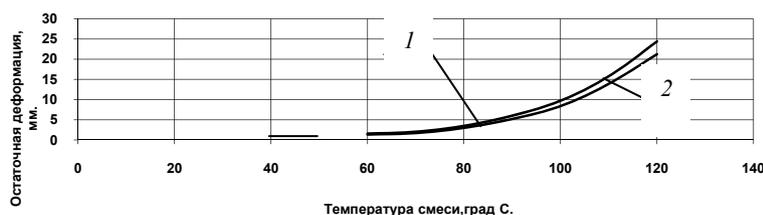


Рис. 1. Влияние температуры смеси на остаточную деформацию:
1 – каток статического действия; 2 – вибрационного (при относительной вынуждающей силе равной двум и частоте колебаний вальца 50 Гц)

температуры смеси подчиняется экспоненциальной зависимости и может быть определена по формуле

$$\varepsilon_{\text{отн}} = 0,81e^{0,0007t},$$

$\varepsilon_{\text{отн}}$ – относительная деформация смеси, безразмерная величина; t – температура смеси, °С; e – основание натурального логарифма.

Коэффициент корреляции равен 0,98.

В общем виде эффективность вибрационного катка по отношению к катку статического действия, с учетом полученных значений, имеет вид

$$\varepsilon_{\text{общ}} = 0,67e^{0,0007t + 0,0026\omega - 0,0756(P/Q)},$$

где t – температура смеси, °С; ω – частота колебаний вальца, Гц; P/Q – относительная вынуждающая сила.

Представленная зависимость относительной деформации материала от параметров вибрации и температуры позволяет, с учетом одинаковых контактных напряжений под вальцами катков статического и вибрационного действия, определять соотношения между параметрами катков по равному уплотняющему эффекту.

Кафедра «Городское строительство и автомобильные дороги»