

жесткости данных упругих элементов.

Использование данной программы позволяет производить оптимизацию параметров упругих элементов подвески автотранспортных средств, что будет способствовать повышению плавности хода и улучшению комфортабельности движения в эксплуатационных условиях.

**Расчетные формулы**

Нагрузка на листовую рессору

$$P_p = R_z - 0,5 \times G_{\text{н.м.}}$$

Жесткость рессоры

$$c_p = \frac{E \times n \times b \times h^3}{4 \times \delta \times l^3}$$

Прогиб рессоры

$$f_p = \frac{4 \times \delta \times l_1 \times l_2 \times P_p}{E \times n \times b \times h^3 \times l}$$

Напряжение изгиба

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{6 \times l_1 \times l_2 \times P_p}{l \times n \times b \times h^2}$$

**Исходные данные**

$R_z$  -  Н

$G_{\text{н.м.}}$  -  Н

$n$  -

$b$  -  м

$h$  -  м

$l$  -  м

$l_1$  -  м

$l_2$  -  м

$E = 2,1 \times 10^{11}$  Па

$\delta = 1,32$

**Результат расчета**

$P_p =$

$c_p =$

$f_p =$

$\sigma_{\text{изг}} =$

Кнопки: Выполнить расчет, Условные обозначения, Назад

Рисунок 4 – Фрагмент окна «Расчет передней рессоры»

#### Список литературы

1. Афанасьев Л.Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л.Л. Афанасьев, А.В. Дьяков, В.А. Иларионов. – М.: Машиностроение, 1983. – 215 с.
2. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
3. Литвинов А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 237 с.
4. Осепчугов В.В. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета / В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
5. Вахламов В.К. Автомобили: Конструкция и элементы расчета. – М.: ИЦ «Академия», 2006. – 480 с.
6. Макенов А.А. Автоматизированный расчет показателей плавности хода автомобиля / А.А. Макенов, А.А. Давыдов // Математическое моделирование и информационные технологии в образовании и науке: Материалы III Междунар. науч.-метод. конф., 29 сентября–2 октября 2005 г. – Алматы: КазНПУ им. Абая, 2005. – Т.2. – С.17–21.
7. Гофман Е.В. Оптимизация показателей плавности автотранспортных средств / Е.В. Гофман, А.А. Макенов, А.А. Давыдов // Студент и транспортная наука: Векторы инновационного развития: Материалы XXXIII Респ. студ. науч.-практ. конф., 20–24 апреля 2009 г. – Алматы: КазАТИК, 2009. – Т.2. – С.74–77.

Получено 22.06.10

УДК 625.7.084

**М. В. Дудкин, С. В. Речицкий**  
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ КАТКА С МЕСТНОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ ВАЛЬЦА И ХАРАКТЕРИСТИКАМИ УПЛОТНЯЕМОГО ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

Продолжительность воздействия нагрузки соизмерима с общей (суммарной) продолжительностью воздействия всего периода уплотнения.

Для определения зависимостей между параметрами катка и характеристиками уплотняемого слоя дорожного покрытия рассмотрим известную схему распределения уплотняющих усилий при движении вальца катка по рыхлому основанию, показанную на рисунке 1 [1, С. 40]. Нарастание контактного давления происходит до тех пор, пока не будет преодолено сопротивление трению и сцеплению между частицами твердой фазы, а также выжиманию (с фильтрацией) воздуха через поры слоя.

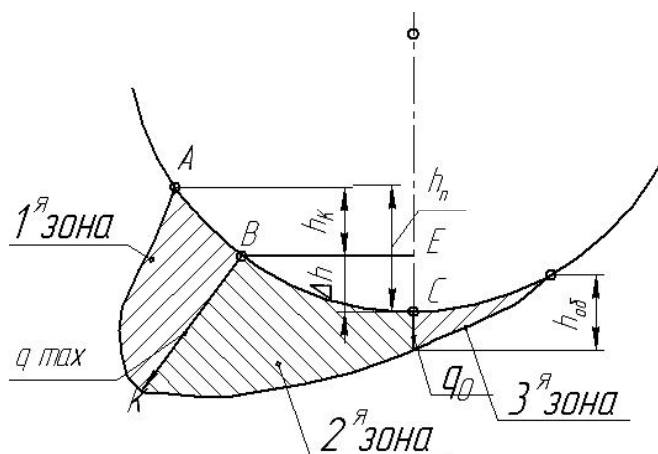


Рисунок 1 - Картина распределения уплотняющих зон, давлений и осадок при движении вальца с местной деформацией по рыхлому основанию

Первая зона предопределяет процесс уплотнения, связанный с вытеснением воздуха, который активно вытесняется во второй зоне. Если на участке первой зоны наряду с вертикальными деформациями может происходить деформация сдвига, то во второй зоне объем материала, находящегося под вальцом, будет подвержен, главным образом, вертикальным деформациям. Во второй зоне наблюдается процесс ползучести, связанный с вытеснением воздуха. Третья зона связана с процессом разгрузки и падения давления.

Совмещение линии максимального давления  $BK$  с вертикальной осью вальца свидетельствует о прекращении процесса уплотнения вальцом в данных условиях. Характер распределения контактных давлений служит показателем степени использования катка в процессе уплотнения.

Для связи между параметрами катка и характеристикой уплотняемого материала недостаточно установить связь между давлением и плотностью, необходимо также установить связь между затратами энергии (мощности) или импульсом давления и приращением плотности – уменьшением количества и объема воздуха.

При исследовании вопросов уплотнения дорожно-строительных материалов дорожными катками основное внимание уделяется изучению эффекта уплотнения. С каждым годом создаются новые модели катков с различным воздействием на уплотняемую среду, при проектировании которых за основной параметр принимают общий вес катка, что не гарантирует требуемого результата уплотнения [1-3].

Рассмотрим схему работы вальца дорожного катка с местной деформацией вальца при

его взаимодействии с уплотняемым дорожно-строительным материалом (рис. 2). При проезде металлического вальца возникают силы сопротивления вдавливанию, за счет чего происходит деформация уплотняемого материала. Образовавшаяся зона контакта вальца с местной деформацией с уплотняемым материалом имеет определенное значение площади контакта  $F_k$  и среднего значения контактных напряжений,  $\sigma_k$ . На глубине  $Z$  уплотняемого материала в любой точке возникает напряженное состояние, величина которого зависит от величины  $F_k$  и  $\sigma_k$  и толщины уплотняемого слоя.

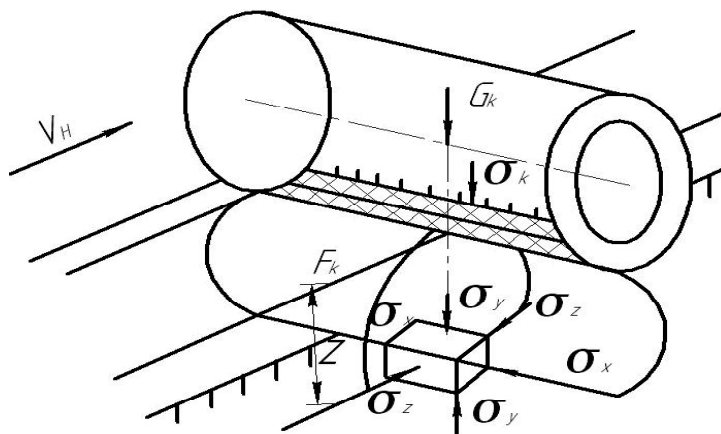


Рисунок 2 – Напряженное состояние элементарного объема уплотняемого материала

Вследствие напряженного состояния происходит деформация уплотняемого материала, которая сопровождается, во-первых, перемещением частиц материала в новое положение и, во-вторых, видоизменением внутренних связей.

Вследствие наличия у уплотняемого материала упруговязкопластических связей, деформация протекает не мгновенно, а требует определенного времени. Время, в течение которого материал находится в напряженном состоянии, определяется при всех прочих равных условиях поступательной скоростью вальца с местной деформацией. Следовательно, эффект уплотнения зависит от напряженного состояния, возникающего в каждом элементарном объеме материала и времени его действия. Величина и время действия напряженного состояния определяется, в свою очередь, величиной среднего контактного давления и площадью контакта, характером распределения напряжений по площади контакта и поступательной скоростью.

Основные контактные параметры вальца с местной деформацией:  $F_k$  - площадь контакта;  $\sigma_k$  - контактные давления.

Среднее давление на поверхности контакта вальца с местной деформацией определяется из выражения:

$$\sigma = \frac{Q}{F_k}, \quad (1)$$

где  $Q$  – нагрузка на валец, кг;  $F_k$  – площадь контакта, см<sup>2</sup>.

Следовательно,

$$\sigma_k = f(F_k). \quad (2)$$

Для определения  $F_k$  рассмотрим рис. 3, из которого находим

$$F_k = B \cdot R \cdot \alpha, \quad (3)$$

где  $B$  – ширина вальца;  $R$  – радиус вальца;  $\alpha$  – угол соприкосновения вальца с уплотняемой средой.

Основная сложность состоит в выводе угла  $\alpha$  через известные величины. Вывод общей формулы определения угла  $\alpha$  предпринимался многими авторами с учетом собственных, определенных характеристик уплотняемой среды [2, 3].

Принимая глубину деформации грунта  $h$ , находим из рис. 3:

$$\cos \alpha = \frac{R-h}{h}, \quad (4)$$

откуда

$$\alpha = \arccos \frac{R-h}{h}. \quad (5)$$

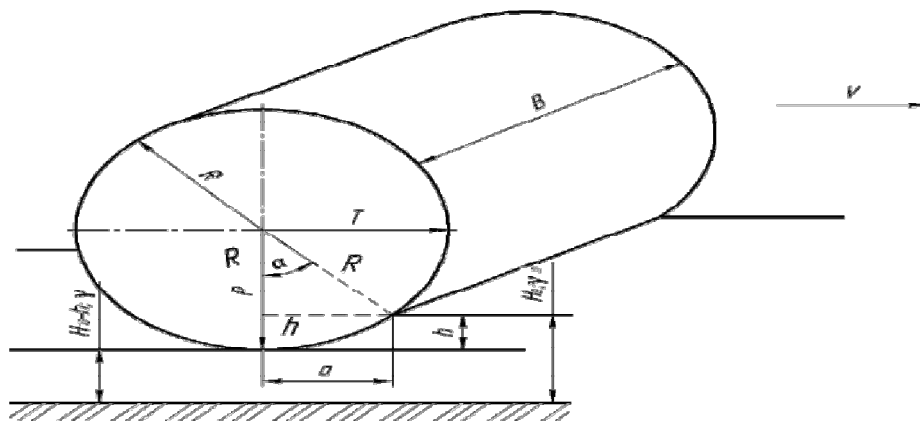


Рисунок 3 – Основные параметры контакта вальца с местной деформацией с уплотняемой средой

Теперь рассмотрим состояние материала до уплотнения (рис. 4, а) и после уплотнения (рис. 4, б).

Обозначив глубину слоя до уплотнения  $H_0$  и объемный вес скелета грунта  $\gamma_0$ , получим вес материала на квадратную единицу площади  $H_0 \gamma_0$ . Этот вес остается неизменным и после приложения нагрузки, когда материал деформируется на толщину  $h$ , в то время как объемный вес скелета грунта будет  $\gamma$ .

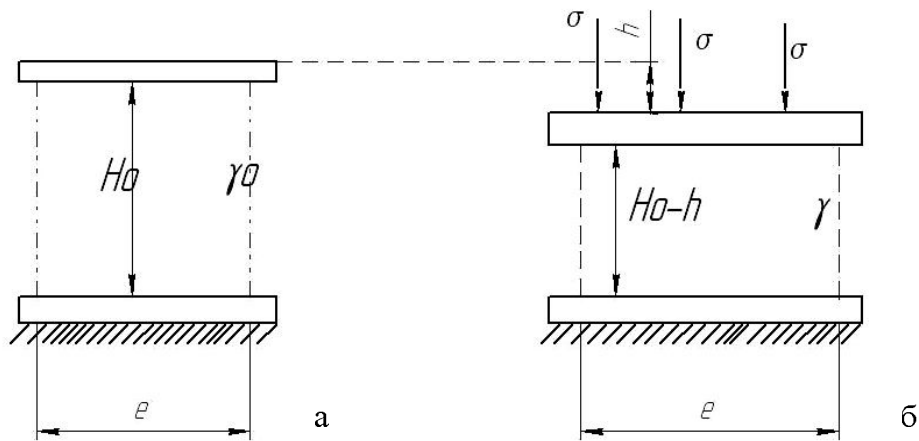


Рисунок 4 – Изменение параметров уплотняемой среды в процессе уплотнения

Вес материала в этом случае будет  $(H_0 - h) \cdot \gamma$ .

Следовательно, можно записать

$$H_0 \cdot \gamma_0 = (H_0 - h) \cdot \gamma. \tag{6}$$

Откуда

$$h = H_0 \cdot \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}\right). \tag{7}$$

Подставив выражение (7) в уравнение (5), получим:

$$\alpha = \arccos \frac{R - H_0 \cdot \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}\right)}{H_0 \cdot \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}\right)}. \tag{8}$$

Подставив полученное выражение (8) в (3), получим

$$F_k = B \cdot R \cdot \arccos \frac{R - H_0 \cdot \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}\right)}{H_0 \cdot \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}\right)}. \tag{9}$$

Подставляя выражение (9) в формулу (1), получим закон изменения контактных напряжений для гладкого металлического вальца дорожного катка с местной деформацией в зоне уплотнения:

$$\sigma_k = Q \cdot \left[ B \cdot R \cdot \arccos \frac{R - H_0 \cdot \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}\right)}{H_0 \cdot \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}\right)} \right]^{-1}. \tag{10}$$

## Список литературы

1. Калужский Я.А. Уплотнение земляного полотна и дорожных одежд: Учеб. пособие для вузов / Я.А. Калужский, О.Т. Батраков. – М.: Транспорт, 1971. – 159 с. – Библиогр.: С. 155-157.
2. Пермяков В.В. Совершенствование теории, методов расчета и конструкции машин для уплотнения асфальтобетонных смесей: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.04. – СПб., 1992. – 412 с.: ил.
3. Зубков А.Ф. Разработка технологии устройства асфальтобетонных покрытий с повышенными эксплуатационными параметрами: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.11. Защищена 22.05.2008. – Воронеж: ВГАСУ, 2008. – 360 с. – Библиогр.: С. 335-355. – 05.200.800885.
4. Захаренко А.В. Теоретические и экспериментальные исследования процессов уплотнения катками грунтов и асфальтобетонных смесей: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.04. Защищена 12.01.2006; Утв. 23.06.2006. – Омск: СибАДИ, 2005. – 320 с. – Библиогр.: С. 246-270. – 71:06-5/401.

Получено 15.09.10

