

Также одной из причин повреждений является биоразрушение кладки корневой системой деревьев и кустарников.

Помимо вышеуказанных причин необходимо отметить также повреждения кладки во время авиационных бомбардировок в период Великой Отечественной войны.

Имеющиеся дефекты могут сказываться на несущей способности здания, но опасность внезапного разрушения отсутствует. Состояние перекрытий над подвалом неудовлетворительное, свидетельствующее о значительной степени поврежденности конструкции, высокой степени риска для людей в зоне расположения конструкции.

Для решения данных проблем необходимо:

- произвести очистку стен здания и перекрытий от грунта, растительности и деревьев, и их корневой системы;
- устранить обрушившиеся арочные своды;
- произвести ремонт обрушившихся сводов, перекрытий, простенков, арочных и клиновидных перемычек;
- восстановить поверхность кирпичной кладки облицовочного слоя в местах ее разрушения;
- выполнить мероприятия по гидроизоляции и консервации конструкций, подвергающихся атмосферным воздействиям;
- при производстве ремонтных работ рекомендуется применять аутентичные материалы.

#### **Список цитированных источников**

1. Берестье – исторический момент. Монастырь бернардинцев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vb.by/society/history/bereste-istoricheskij-moment-monastyr-bernardinczev.html>. – Дата доступа: 10.05.22.

2. Бернардинский монастырь в Бресте (Брестская крепость) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://brestcity.com/blog/bernardinskij-monastyr-v-breste-brestskaya-krepost>. Дата доступа: 12.05.22.

3. Тайны Бернардинского монастыря [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://deletant.livejournal.com/143556.html>. – Дата доступа: 8.05.22.

УДК 625.85

*Лесик Б. М.*

*Научный руководитель: к. т. н., доцент Тарасевич А. Н.*

## **РАСЧЕТ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ИЗ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ**

Существующие теория и методика расчёта жёстких дорожных одежд приведены в ТКП 45-3.03-244-2011.

Жесткие дорожные одежды – дорожные одежды со слоями из материалов с высоким модулем упругости (более 30 000 МПа), к которым, как правило, относят цементобетон и рассчитывают на изгиб.

Дорожная одежда является одним из важнейших составных элементов автомобильной дороги. Затраты на её устройство в ряде случаев достигают 60...70 %

от общей стоимости строительства. Расчёт жёсткой дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием – сложная комплексная задача, учитывающая большое количество различных компонентов напряжённо-деформированного состояния конструкции. При обосновании параметров основания и покрытия данных дорожных одежд необходимо учесть все факторы, оказывающие разрушающее и изнашивающее воздействие на конструкцию.

Под прочностью понимают свойство материала оказывать в определённых условиях и пределах сопротивление разрушению от различных внешних физических воздействий, сопровождающихся возникновением в нём напряжений. Применительно к дорожным одеждам под прочностью понимают её свойство сохранять сплошность своей поверхности и ровность в допустимых пределах под воздействием многократно повторяющихся нагрузок автотранспортных средств и природно-климатических условий в течение срока службы. Жёсткими дорожными одеждами называют дорожные одежды, в составе которых присутствуют слои, укрепленные минеральными вяжущими. Для расчёта цементобетонных покрытий (и оснований) используется теория работы плит на упругом основании.

В расчетной практике существует около десятка различных моделей грунтовых оснований, наиболее известными из которых являются: модель упругого изотропного линейно-деформируемого полупространства и модель Фусса-Винклера. Можно назвать ряд моделей, которые представляют собой уточнение рассмотренных моделей. К ним относятся: модель П. Л. Пастернака с двумя коэффициентами постели; модель И. И. Черкасова и Г. К. Клейна, в которой отдельно учитываются восстанавливающиеся и остаточные деформации; модель А. П. Синицина и другие.

Модель Фусса-Винклера удобна с позиции её применимости, так как требуется только один параметр грунта – коэффициент постели, или коэффициент пропорциональности между прикладываемой нагрузкой и перемещением грунта. Особенностью этой модели является локальная упругая деформация в месте приложения нагрузки.

В дорожной практике в расчёте цементобетонных покрытий применяется модель упругого изотропного полупространства. Первые исследования отражены в работах учёных из СССР Б. И. Жемочкина, М. И. Горбунова-Посадова, В. И. Кузнецова, О. Я. Шехтер и др.

Модель упругого изотропного линейно-деформируемого полупространства характеризуется модулем упругости грунта или модулем деформации грунта и коэффициентом Пуассона.

Отличительная особенность модели упругого изотропного полупространства заключается в том, что она обладает распределительной способностью, деформации грунта распространяется за пределами штампа. Расчёты показывают, что данная модель даёт более точные расчёты по сравнению с моделью Фусса-Винклера, однако натурные исследования показывают, что деформации затухают значительно быстрее расчетных.

Принятый в Республике Беларусь расчёт цементобетонных покрытий базируется на сопоставлении расчётной прочности бетона на растяжение при изгибе и напряжений, возникающих вследствие приложения нагрузки и изменения температуры.

Критерий прочности дорожных одежд с цементобетонным покрытием имеет вид:

$$K_{\text{пр}} \leq \frac{R_{\text{пу}}^{\text{расч}}}{\sigma_{\text{пт}}},$$

где  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент прочности (таблица 3 [1]);

$R_{\text{пу}}^{\text{расч}}$  – расчётная прочность бетона на растяжение при изгибе;

$\sigma_{\text{пт}}$  – напряжения растяжения при изгибе, возникающие в бетонном покрытии от действия нагрузки, с учётом перепада температуры по толщине плиты.

Устройство дорожных одежд со сборными покрытиями целесообразно для дорог необщего пользования, в том числе лесных и мелиоративных дорог, а также дорог промышленных предприятий и сельскохозяйственного назначения.

Проектирование дорожных одежд со сборным покрытием ведут, как правило, применяя выпускаемые типовые плиты.

Минимальные размеры плит в плане определяют из условия обеспечения устойчивости работы основания под торцами плит, с учетом или без учета работы стыковых соединений, максимальные размеры – из условия работы плит на монтажные нагрузки.

Основания под сборные покрытия могут устраиваться различных типов.

Расчет выполняют по предельным состояниям, определяющим потерю несущей способности конструкции или эксплуатационной пригодности.

В качестве расчетной схемы нагружения плиты колесом автомобиля принимается гибкий круговой штамп диаметром  $D$ , передающий равномерно распределенную нагрузку величиной  $p$ .

Значения  $D$  и  $p$  для групп А1 – А3 расчетной нагрузки приведены в приложении Б [1].

Расчет толщины плит и количества арматуры выполняют исходя из следующих условий:

а) для бетонных плит и элементов сочлененных плит — из условия прочности бетона на изгиб краевых участков плит:

$$K_{\text{пр}} \leq \frac{R_{\text{пу}}^{\text{расч}} * W}{M_{\text{x(y)}}^{\text{кр}}},$$

где  $W$  – момент сопротивления плиты;

$M_{\text{x(y)}}^{\text{кр}}$  – изгибающий момент по краю плиты от действия расчетной или монтажной нагрузки;

б) для бетонных плит и элементов с краевым армированием, выдерживающих до появления трещин усилие  $0,25 M_{\text{x(y)}}^{\text{кр}}$  за счет арматуры на краевых участках плит шириной  $2h$ , — из условия прочности бетона в центре плит или элементов:

$$K_{\text{пр}} \leq \frac{R_{\text{пу}}^{\text{расч}} * W}{M_{\text{x(y)}}^{\text{ц}}},$$

где  $M_{\text{x(y)}}^{\text{ц}}$  – изгибающий момент в центре плиты;

в) для предварительно напряженных плит или сечений на действие монтажных нагрузок — по прочности напряженного бетона на растяжение при изгибе с одновременной работой на изгиб напряженной арматуры (1-я стадия) и по прочности на изгиб с появлением узких трещин (2-я стадия).

При действии колесных нагрузок дополнительно расчет ведут исходя из условий работы арматуры в узких трещинах в качестве штырей (3-я стадия).

Изгибающие моменты определяют при приложении нагрузки в центре, на краю, на углу и на торце, в продольном и поперечном направлениях.

Расчетную длину  $L_x^u$  ширину  $L_y^u$  эпюр отпора основания определяют по формулам в случае приложения нагрузки:

— в центральной части плиты

$$L_x^u = 2.5 l_y^x + a,$$

$$L_y^u = 2.5 l_y^y + b,$$

— на торце и на углу с обратным выгибом

$$L_x^r = 0.7 L_x^u,$$

$$L_y^r = 0.7 L_y^u,$$

где  $a$  и  $b$  — полудлина и полуширина отпечатка колеса, отнесенные к нейтральной линии плиты.

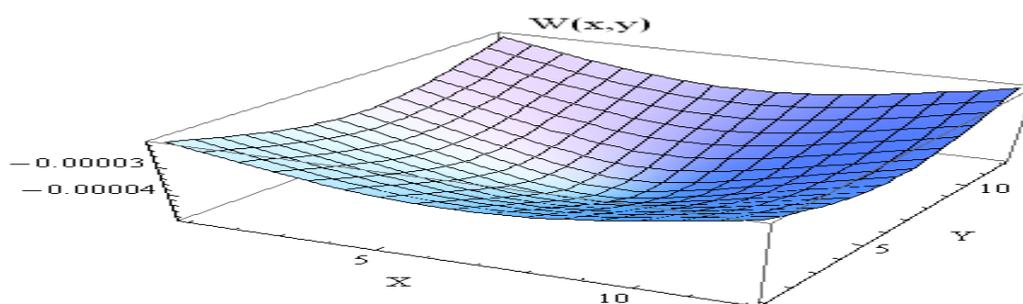
Величины  $L_x^u, L_y^u, L_x^r, L_y^r$  ограничиваются размерами плит.

Причем  $L_x^u, L_y^u \leq A$ ;  $L_x^r \leq B$ ;  $L_y^r \geq 2B$ .

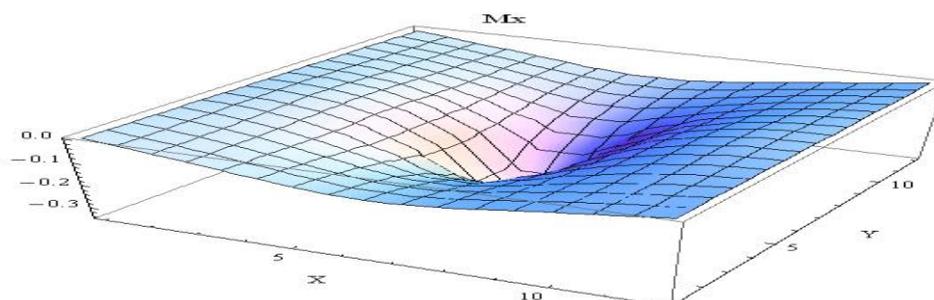
Прогибы и изгибающие моменты, рассчитанные на программном пакете «МАТЕМАТИКА»:

а) нагрузка в центре плиты:

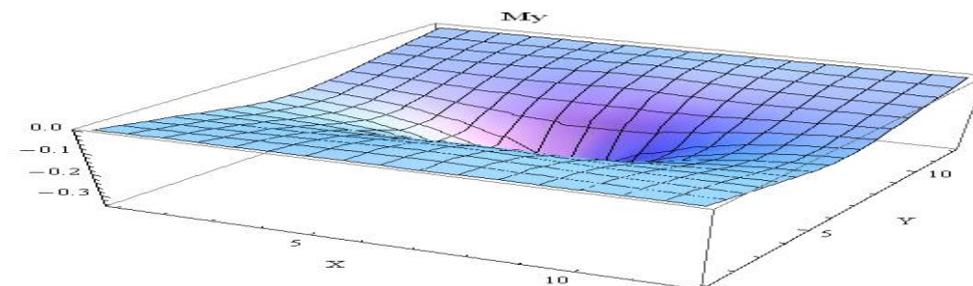
— прогиб



— изгибающий момент в продольном направлении

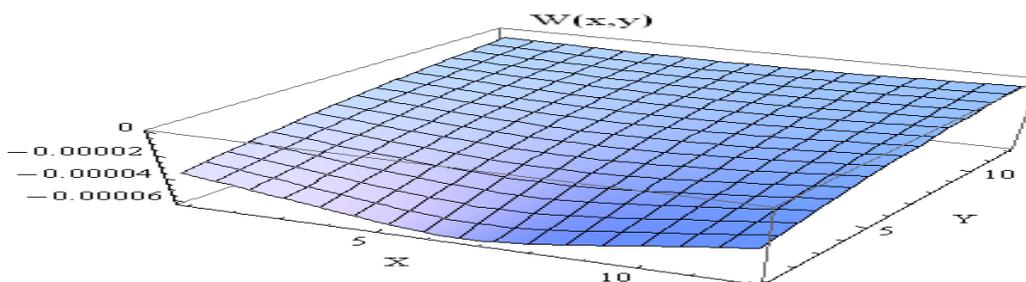


— изгибающий момент в поперечном направлении

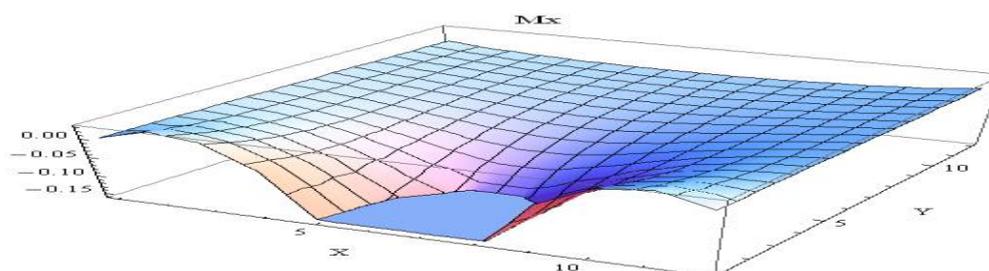


б) нагрузка на краю плиты:

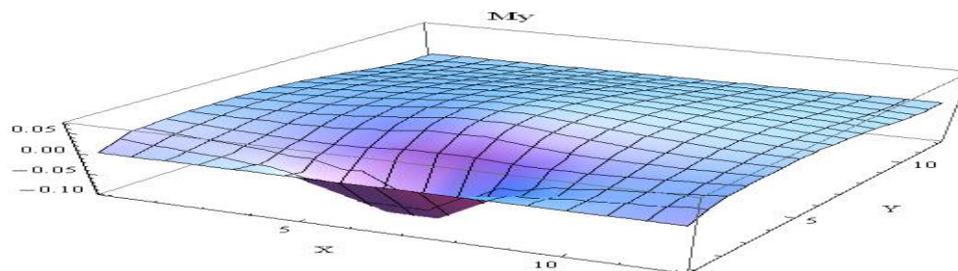
— прогиб



— изгибающий момент в продольном направлении

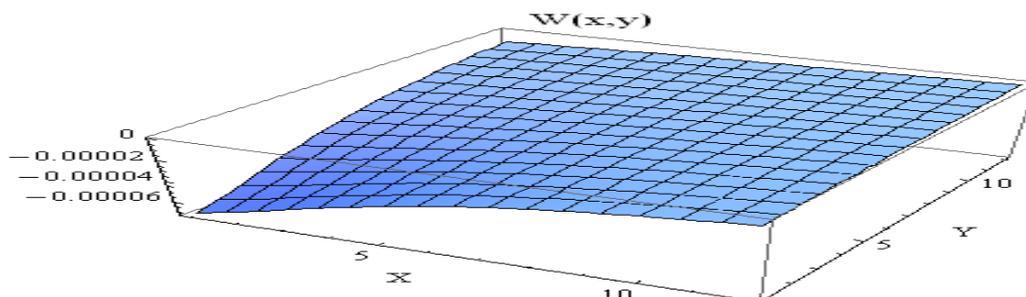


— изгибающий момент в поперечном направлении

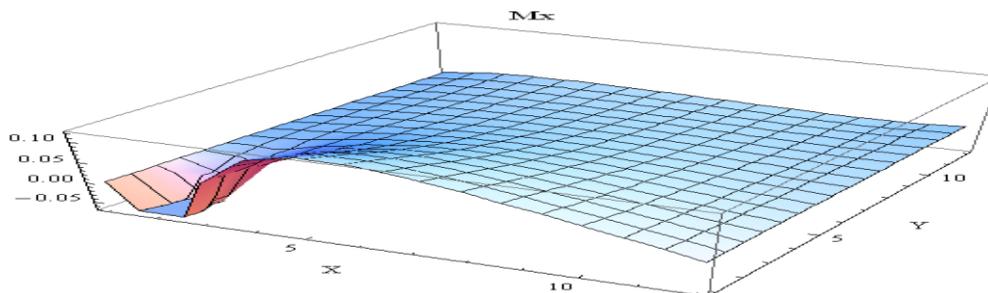


г) нагрузка на углу плиты

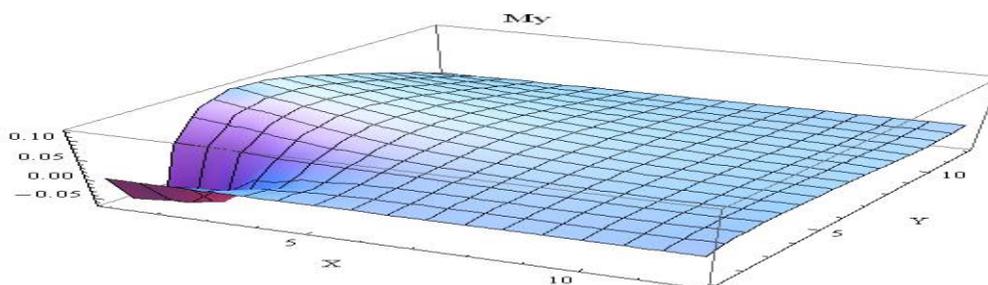
— прогиб



— изгибающий момент в продольном направлении



— изгибающий момент в поперечном направлении



#### Список использованных источников

1. Автомобильные дороги. Дорожные одежды жесткого типа. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.03-244-2011. – Введ. 07.12.2012. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2012. - 90 с.
2. Дорожные одежды жесткого и полужесткого типа автомобильных дорог. Строительные правила: СП 3.03.01-2020. – Введ. 07.12.2020. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. - 51 с.

УДК 693.22

*Костюк А. А., Крук А. В.*

*Научный руководитель: профессор, д. т. н., доцент Деркач В. Н.*

## ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ ОБЛИЦОВОЧНОГО СЛОЯ МНОГОСЛОЙНЫХ КАМЕННЫХ СТЕН

### ВВЕДЕНИЕ

С середины 90-х годов прошлого столетия в связи с ужесточением нормативных требований к сопротивлению теплопередач ограждающих конструкций зданий в Республике Беларусь широкое применение получили многослойные стены с воздушной прослойкой и слоем теплоизоляции. Наружный слой каменной кладки в таких стенах, как правило, выполняют из облицовочного кирпича (рисунок 1).