**Информационные технологии в профессиональной деятельности**

**группа А-31**

**11.04.2020 г.**

**Практическая работа №68**

**Расчёт по допускаемому упругому прогибу. Расчёт на сдвигоустойчивость в грунте.**

**Цель:** рассмотреть имеющиеся в системе IndorPavement Expert инструменты для расчета дорожных одежд.

Уважаемые студенты!

Предлагаю вам рассмотреть возможности системы расчёта дорожных одежд IndorPavement Expert.

В течение 6 учебных занятий мы рассмотрим осноыные возможности системы IndorPavement Expert, чтобы вы на собственном опыте смогли ощутить преимущества использования расчётной системы IndorPavement Expert. Мы рассмотрим пошаговые инструкции, позволяющие просто и в минимальные сроки освоить интерфейс системы, а также ознакомитесь с различными расчётами дорожных одежд. Мы постарались приблизить уроки обучающей системы к тем проектным заданиям, с которыми вы столкнётесь на производстве, и надеемся, что обучающая система будет интересна как студентам, так и опытным проектировщикам.

1. Законспектировать в тетрадь теоретическую часть

**РАСЧЁТ НА УПРУГИЙ ПРОГИБ**

Расчёт конструкции дорожной одежды на прочность по критерию упругого прогиба является базовым. Он автоматически производится для нежёстких конструкций. Исключением являются проекты, где предумотрена статическая нагрузка на ось более 120 кН. Рассчитаем конструкцию дорожной одежды на прочность.

1.Создайте новый проект дорожной одежды, нажав кнопку **Файл >** ip_new_empty_project **Создать новый проект**.

2.Откройте параметры проекта кнопкой **Главная > Данные >** ip_project_properties **Свойства проекта**.

3.В группе **Критерии расчёта** задаются критерии расчёта конструкции дорожной одежды. Поскольку расчёт по критерию упругого прогиба производится автоматически, то установление специфических режимов не требуется. Отключите другие расчёты.

4.Обратите внимание, что изменять параметры проекта, в том числе критерии расчёта, можно на любом этапе работы с проектом.

5.Система IndorPavement поддерживает несколько документов, регламентирующих методики расчёта конструкций дорожных одежд. Для расчёта нежёстких конструкций доступно четыре документа: ОДН 218.046-01, МОДН 2-2001, ВСН 46-83, СН РК 3.03-19-2006. Убедитесь, что в качестве методики выбран документ ОДН 218.046-01 (Инспектор объектов > поле **Общая методика расчёта нежёстких дорожных одежд** или **Главная > Методики**).

Зададим параметры района проектирования.

1.Задайте техническую категорию дороги — Iб. Обратите внимание, что для дорог первой категории автоматически назначается капитальный тип дорожной одежды.

2.Задайте расчётный срок службы проектируемой дорожной одежды, равный 20 годам. Это значение соответствует первой категории дороги.

3.Коэффициент заданной надёжности определите равным 0,95. В соответствии с заданным уровнем надёжности система автоматически рассчитывает требуемый коэффициент прочности по упругому прогибу, требуемый коэффициент прочности при сдвиге и растяжении при изгибе, а также коэффициент нормативного отклонения значения прочностной характеристики.

Далее зададим параметры расчётной нагрузки.

1.Задайте первую группу расчётной нагрузки в поле **Давление колеса на дорогу**. Параметры расчётной нагрузки (давление в шине, диаметр отпечатка шины при статической и динамической нагрузках, статическая нагрузка на ось) рассчитаются автоматически.

2.Обратите внимание, что помимо групп, определённых в ОДН 218.046–01, можно задать параметры расчётной нагрузки вручную, выбрав пункт **Явное задание**.

3.Все расчёты на прочность зависят от суммарного расчётного числа приложений расчётной нагрузки к точке на поверхности конструкции за срок службы. В зависимости от известных параметров число приложений расчётной нагрузки можно вычислить различными способами или задать вручную. Рассчитаем его по условиям движения.

4.В поле **Число приложений расчётной нагрузки ∑Np** выберите пункт **Расчёт по условиям движения**.

5.Укажите проектируемый участок дороги — полоса движения.

6.Задайте показатель изменения интенсивности по годам q, равный 1,04.

7.Расчётное число дней в году, соответствующих определённому состоянию деформируемости конструкции, задайте равным 125.

8.Приведённую интенсивность на последний год службы зададим вручную. Для этого в поле **Способ задания приведённой интенсивности** задайте **На последний год службы**, в поле **Приведённая интенсивность Np** выберите пункт **Явное задание** и в появившемся поле **Приведённая интенсивность** введите 3200 авт./сут.

6.Значение суммарного числа приложений расчётной нагрузки отображается в поле **Значение ∑Np**.

При конструировании дорожной одежды решаются такие задачи, как выбор подходящих материалов, определение количества слоёв, их размещения и толщины. Назначим предварительную конструкцию дорожной одежды для её дальнейшего расчёта на прочность и зададим грунт земляного полотна.

1.Зададим грунт земляного полотна. Для этого нажмите кнопку **Конструкция > Слои >**ip_add_soil **Назначить грунт** и в появившемся списке выберите материал **Супесь > Пылеватая**.

2.С помощью подменю **Конструкция > Слои >**ip_add_layer **Добавить** или вкладки **Материалы** в инспекторе объектов добавьте следующие слои:

a)Асфальтобетон > Горячей укладки > Плотный > I марки > Из щебёночной (гравийной) смеси типа А > Марка битума БНД/БН-60/90.

b)Асфальтобетон > Горячей укладки > Пористый > I марки > Из мелкозернистой щебёночной (гравийной) смеси > Марка битума БНД/БН-60/90;

c)Асфальтобетон > Горячей укладки > Высокопористый > I марки > Из мелкозернистой щебёночной (гравийной) смеси > Марка битума БНД/БН-60/90;

d)Смеси по ОДН 218.046–01 > Гравийные с непрерывной гранулометрией > С3 – 80 мм (для оснований).

3.Конструктивные слои добавляются в конструкцию таким образом, чтобы не нарушалось свойство возрастания модулей упругости материалов от слоя грунта земляного полотна к слоям покрытия. В нашей конструкции два конструктивных слоя имеют одинаковый модуль упругости — 2000 МПа, поэтому расположим их в порядке возрастания модулей упругости материалов при расчёте на сопротивление при изгибе. Чтобы изменить порядок слоёв, воспользуйтесь кнопкамиip_down_layer **Ниже** и ip_up_layer **Выше** в группе **Слои**.

Новые слои имеют толщину 10 см. Подберём вручную в инспекторе объектов толщины слоёв.

1.Сделайте активным конструктивный слой № 1 — в инспекторе объектов отобразятся его параметры.

2.Задайте название слоя, выбрав из списка **Верхний слой покрытия**. Обратите внимание, что названия слоёв не отражают их конструктивной роли, влияющей на расчёт, и используются только при формировании отчётной документации.

3.Введите толщину слоя — 6 см.

4.Аналогичным образом для конструктивного слоя № 2 задайте название **Средний слой покрытия**, толщину 12 см, для слоя № 3 — **Нижний слой покрытия**, толщину 15 см, для слоя № 4 — **Основание**, толщину 25 см.

5.Обратите внимание, что значения максимальной и минимальной толщины слоя зависят от материала слоя и определяются в библиотеке материалов. Невозможно задать толщину слоя больше максимальной границы или меньше минимальной.

6.Сохраните проект под именем **М-53 (участок 2)**.

После задания необходимых параметров расчёта оценим результат.

1.Для быстрой визуальной оценки удобно использовать информацию, выводимую в области формирования конструкции. В столбце ip_elastic **Прогиб** отображается краткая информация о расчёте по критерию упругого прогиба, она содержит значения модуля упругости каждого слоя и запаса прочности, иллюстрирующего результат расчёта в процентном соотношении.

2.Помимо числовых значений, в столбце ip_elastic **Прогиб** отображается подсказка в виде значка. Поскольку запас прочности по критерию упругого прогиба данной конструкции больше нуля, а расчётный коэффициент прочности больше требуемого коэффициента прочности по критерию упругого прогиба — значок ip_elastic_ok окрашен зелёным цветом. В противном случае он был бы окрашен красным и имел вид ip_elastic_cancel.

3.Для многих расчётов на прочность актуальным также является столбец ip_modulus **Модуль**, информирующий о поверхностном модуле упругости каждого слоя.

4.Сводка о результатах расчёта конструкции по критерию упругого прогиба представлена в параметрах варианта в секции **Результаты расчёта на упругий прогиб**.

5.Чертёж конструкции (вкладка **Чертёж** в области формирования отчётной документации) содержит таблицу с расчётными параметрами, где расчётные характеристики упругого прогиба отображаются в столбце **Упругий прогиб**. Таблица чертежа аналогична таблице, представленной в области формирования конструкции.

6.Отчёт по расчёту (вкладка **Отчёт** в области формирования отчётной документации) представляет собой текстовый документ, содержащий описание конструкции, параметров материалов, а также значения промежуточных расчётных параметров. Расчётные характеристики упругого прогиба отображаются в подразделе **Результаты расчёта на упругий прогиб**.

7.Проконтролировать весь ход расчёта поможет расшифровка расчёта. Эта уникальная технология доступна в версии IndorPavement Expert. Чтобы получить расшифровку, нажмите кнопку **Чертёж и отчёт > Отчёт >** ip_full_report **Детальный отчёт в PDF**.

8.Сформированный документ содержит всю исходную информацию по проекту и конструкции, а также расчётные выкладки по выбранной методике расчёта.

**РАСЧЁТ НА СДВИГОУСТОЙЧИВОСТЬ**

Расчёт на сдвигоустойчивость при динамической нагрузке может производиться как для грунта земляного полотна, так и для конструктивных слоёв, состоящих из слабосвязных материалов. Рассчитаем на прочность конструкцию дорожной одежды по критерию сдвигоустойчивости в грунте земляного полотна. Откройте подготовленный проект **М-10 (участок 3)**. В этом проекте заданы конструктивные слои дорожной одежды и параметры проекта. Откройте в инспекторе объектов свойства проекта (кнопка **Главная > Данные >** ip_project_properties **Свойства проекта**).

Обратите внимание на следующие свойства:

1.Установлен критерий расчёта на сдвигоустойчивость при динамической нагрузке по методике ОДН 218.046-01.

2.Техническая категория дороги II.

3.Вторая дорожно-климатическая зона, подзона 1.

4.Требуемый коэффициент прочности равен 0,95.

5.Число приложений расчётной нагрузки равно 500 000.

6.Расчётная относительная влажность грунта Wp рассчитана по параметрам местности и равна 0,76.

В области формирования конструкции уже заданы конструктивные слои. Они формируют покрытие и основание. Оценим результат расчёта.

1.В столбце ip_shift **Сдвиг** области формирования конструкции отображается краткая информация о расчёте по критерию сдвигоустойчивости грунта и слабосвязных слоёв при динамической нагрузке, она содержит значения модуля упругости каждого слоя (для монолитных слоёв и асфальтобетонов отображается модуль упругости материала при расчёте на сдвигоустойчивость) и запаса прочности, иллюстрирующего результат расчёта в процентном соотношении.

|  |
| --- |
| **Замечание**  При необходимости для слоёв со слабосвязными материалами можно отключить расчёт на сдвигоустойчивость, отключив в параметрах слоя опцию **Проверить на сдвиг**. |

2.Помимо числовых значений, в столбце ip_shift **Сдвиг** отображается подсказка в виде значка. Поскольку запас прочности по критерию сдвигоустойчивости грунта земляного полотна при динамической нагрузке данной конструкции больше нуля, значок ip_shift_ok окрашен зелёным цветом. В противном случае он был бы окрашен красным и имел вид ip_shift_cancel.

3.Сводка о результатах расчёта конструкции по критерию сдвигоустойчивости грунта земляного полотна при динамической нагрузке представлена в параметрах варианта в секции **Результаты расчёта на сдвигоустойчивость**.

4.Чертёж конструкции (вкладка **Чертёж** в области формирования отчётной документации) содержит таблицу с расчётными параметрами, где расчётные характеристики сдвигоустойчивости отображаются в столбце **Сдвиг**. Таблица чертежа аналогична таблице, представленной в области формирования конструкции.

5.Отчёт по расчёту (вкладка **Отчёт** в области формирования отчётной документации) представляет собой текстовый документ, содержащий описание конструкции, параметров материалов, а также значения промежуточных расчётных параметров. Расчётные характеристики сдвигоустойчивости отображаются в подразделе **Результаты расчёта на сдвигоустойчивость**.

6.Проконтролировать весь ход расчёта поможет расшифровка расчёта. Эта уникальная технология доступна в версии IndorPavement Expert. Чтобы получить расшифровку, нажмите кнопку **Чертёж и отчёт > Отчёт >** ip_full_report **Детальный отчёт в PDF**.

7.Сформированный документ содержит всю исходную информацию по проекту и конструкции, а также расчётные выкладки по выбранной методике расчёта.

1. Видеоматериалы по данной теме можно просмотреть по ссылкам <https://www.indorsoft.ru/learning/course/index.php?COURSE_ID=7&LESSON_ID=181&LESSON_PATH=218.181>

<https://www.indorsoft.ru/learning/course/index.php?COURSE_ID=7&LESSON_ID=182&LESSON_PATH=218.182>

1. Пройти Тесты для самопроверки пройдя по ссылкам <https://www.indorsoft.ru/learning/course/index.php?COURSE_ID=7&LESSON_ID=181&LESSON_PATH=218.181>

<https://www.indorsoft.ru/learning/course/index.php?COURSE_ID=7&LESSON_ID=182&LESSON_PATH=218.182>

1. Результаты теста и конспект сфотографировать и отправить на электронную почту [natakr79@mail.ru](mailto:natakr79@mail.ru) или <https://vk.com/public179915714>