**Информационные технологии в профессиональной деятельности**

**группа А-31**

**13.04.2020 г.**

**Практическая работа №69**

**Расчёт монолитных слоёв на растяжение при изгибе**

**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 СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ**

Расчёт на прочность по критерию сопротивления при изгибе производится для пакета монолитных слоёв. Рассмотрим этот расчёт на примере конструкции, где монолитный пакет слоёв представлен тремя слоями покрытия из асфальтобетона. Откройте заранее подготовленный проект **М-10 (участок 4)**. В этом проекте заданы конструктивные слои 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 **Расчёт на сопротивление при изгибе** по методике ОДН 218.046-01.

2.Техническая категория дороги Iб.

3.Вторая дорожно-климатическая зона, подзона 2.

4.Требуемый коэффициент прочности равен 0,95.

5.Число приложений расчётной нагрузки рассчитано по условиям движения и равно 5439477.

6.Установлена опция **Двухбаллонное колесо**.

7.Толщина слоёв покрытия задана по умолчанию — 10 см. Подберите подходящую толщину слоёв, например:

a)верхний слой покрытия — 10 см;

b)средний слой покрытия — 12 см;

c)нижний слой покрытия — 14 см.

Оценим результаты расчёта.

1.Сводка о результатах расчёта конструкции по критерию сопротивления при изгибе представлена в параметрах варианта в секции Результаты расчёта на сопротивление при изгибе.

2.Чертёж конструкции (вкладка Чертёж в области формирования отчётной документации) содержит таблицу с расчётными параметрами, где расчётные характеристики сопротивления при изгибе отображаются в столбце Изгиб, МПа. Таблица чертежа аналогична таблице, представленной в области формирования конструкции.

3.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 сопротивления при изгибе отображаются в подразделе Результаты расчёта на сопротивление при изгибе.

4.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.

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

**РАСЧЁТ ДРЕНИРУЮЩЕГО СЛОЯ**

Дренажная конструкция необходима при традиционных конструкциях дорожной одежды со слоями из зернистых материалов на участках с земляным полотном из слабофильтрующих грунтов. Рассчитаем такую конструкцию.

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

2.Исходные данные по проекту задаются в инспекторе объектов. Чтобы их открыть, нажмите кнопку **Главная > Данные >** ip_project_properties **Свойства проекта**.

3.В поле **Район проектирования** задайте **Новгородская область**. Обратите внимание, что данные в этом поле не участвуют в расчёте, а лишь выполняют информативную функцию.

4.В группе **Критерии расчёта** установите «галочку» **Расчёт дренирующего слоя**. Остальные критерии расчёта отключите. Также можно воспользоваться кнопками на ленте в группе **Расчёт**.

5.Убедитесь, что общая методика расчёта нежёстких дорожных одежд задана **ОДН 218.046-01**.

6.Задайте вторую техническую категорию дороги, в поле **Тип дорожной одежды** выберите пункт **Облегчённый**.

7.Выберите вторую дорожно-климатическую зону, подзону 2.

8.Задайте вторую схему увлажнения.

9.Задайте расчётный срок службы 20 лет.

10.Далее задайте коэффициент надёжности Kn, равный 0,90. Обратите внимание, что по умолчанию требуемые коэффициенты прочности автоматически рассчитались по ОДН 218.046-01. При необходимости можно изменить эти значения, предварительно выбрав в поле **Требуемые коэффициенты прочности** пункт **Явное задание**.

11.В поле **Давление колеса на дорогу** задайте первую группу расчётной нагрузки.

12.Чтобы упростить расчёт, не будем вычислять число приложений расчётной нагрузки, а зададим вручную. Для этого в поле **Число приложений расчётной нагрузки** выберите пункт **Явное задание**, а в поле **Значение ∑Np** задайте число 587754.

Далее определим грунт земляного полотна и его характеристики.

1.В инспекторе объектов переключитесь на вкладку **Материалы**. Здесь представлены все материалы из библиотеки. Раскройте секцию **Материалы земляного полотна > Глина** и «перетащите» материал **Глина** в область формирования конструкции.

2.Вернитесь к свойствам проекта. В поле **Способ расчёта Wp** выберите пункт **Рассчитать по параметрам местности**.

3.Тип местности задайте равнинный, с поправкой на конструктив 0,01.

4.В поле **Средняя многолетняя влажность Wтаб** также выберите пункт **Рассчитать по параметрам местности**.

5.В поле **Тип земляного полотна** укажите **Нулевые места**.

В зависимости от конкретных условий дренажная конструкция может быть рассчитана на один из трёх вариантов работы: работа на осушение, работа на осушение с периодом запаздывания отводы воды, работа на поглощение. Зададим параметры дренирующего слоя.

1.В поле **Принцип работы дренирующего слоя** выберите пункт **Осушение**.

2.Параметры оставьте без изменений.

Конструкция дорожной одежды будет состоять из слоёв покрытия, основания и дополнительного слоя основания, выполняющего дренажную функцию. Назначим материалы слоёв.

1.В инспекторе объектов перейдите на вкладку **Материалы**.

2.Все слои будут нежёсткие, поэтому работать будем с секцией **Материалы конструктивных слоёв нежёстких дорожных одежд**. Чтобы добавить материал, раскройте нужную группу, щёлкните мышью на названии материала и «перетащите» его в область формирования конструкции. Обратите внимание, что система автоматически определяет расположение слоя в конструкции согласно правилу возрастания модулей упругости.

3.Добавьте первый слой покрытия: **Асфальтобетон > Горячей укладки > Плотный > I марки > Из щебёночной (гравийной) смеси типа А > Марка битума БНД/БН – 60/90**.

4.Затем добавьте второй слой покрытия **Асфальтобетон > Горячей укладки >Пористый > I марки > Из крупнозернистой щебёночной (гравийной) смеси > Марка битума БНД/БН – 60/90**.

5.Основание конструкции представлено двумя слоями. Верхний слой основания: **Щебень > Фракционированный 40..80 (80..120) мм легкоуплотняемый > С заклинкой асфальтобетонной смесью**.

6.Нижний слой основания: **Щебень > Фракционированный 40..80 (80..120) мм легкоуплотняемый >С заклинкой известняковой мелкой смесью или активным мелким шлаком**.

7.В качестве дополнительного слоя основания добавьте **Дополнительные слои основания > Песок > Крупный с содержанием пылевато-глинистой фракции > 5%**.

Все новые слои имеют одинаковую толщину — 10 см и порядковые номера. Назначим им говорящие названия и подберём нужные толщины.

1.Чтобы открыть параметры слоя, выделите слой в области формирования конструкции дорожной одежды и в инспекторе объектов перейдите на соответствующую вкладку, например, **Свойства слоя № 1**.

2.Для первого слоя задайте название **Верхний слой покрытия** и толщину 8 см.

3.Для второго слоя — **Нижний слой покрытия** и толщину 10 см.

4.Для третьего слоя — **Верхний слой основания** и толщину 15 см.

5.Для четвёртого слоя — **Нижний слой основания** и толщину 25 см.

6.И, наконец, для пятого слоя — **Дополнительный слой основания**, а толщину оставьте без изменений — 10 см.

Обратите внимание, что все данные уже заданы, а колонка **Дренаж** в области формирования конструкции всё также пуста. Чтобы произвести расчёт толщины дренирующего слоя, необходимо вручную указать какой именно слой выполняет эту функцию.

1.Откройте параметры дополнительного слоя основания и установите «галочку» **Дренирующий слой**.

2.В столбце **Дренаж** появилось значение минимально допустимой толщины дренирующего слоя и значение существующей разницы.

3.Задайте толщину дренирующего слоя, равную требуемой.

4.Значение разницы в столбце **Дренаж** автоматически изменилось, а подсказка стала зелёного цвета, указывая, что расчёт выполнен успешно.

5.При проектировании дренирующего слоя необходимо, помимо осушения, учитывать необходимость обеспечения сдвигоустойчивости самого зернистого материала и прочности всей дорожной конструкции.

6.Убедитесь, что в целом конструкция удовлетворяет критерию упругого прогиба. Запас прочности составляет 71% (столбец **Прогиб**).

7.Чтобы оценить сдвигоустойчивость дренирующего слоя, включите расчёт **Главная > Расчёт >**ip_shift **Сдвигоустойчивость**. Запас прочности слоя составляет 100%, а запас прочности грунта — 1% (столбец **Сдвиг**).

8.Полезно будет оценить и прочность по критерию сопротивления при изгибе. Включите расчёт **Главная > Расчёт >** ip_bend **Сопротивление при изгибе**. Запас прочности покрытия составляет 80% (столбец **Изгиб**).

9.Сохраните проект под именем **М-10 (участок 8)**.

Система IndorPavement автоматически сформировала чертёж и краткий отчёт по расчёту.

1.Сводка о результатах расчёта конструкции представлена в параметрах варианта.

2.Чертёж конструкции (вкладка **Чертёж** в области просмотра отчётной документации) содержит таблицу с расчётными параметрами. Таблица чертежа аналогична таблице, представленной в области формирования конструкции.

3.Отчёт по расчёту (вкладка **Отчёт** в области просмотра отчётной документации) представляет собой текстовый документ, содержащий описание конструкции, параметров материалов, а также значения промежуточных расчётных параметров.

4.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**.

5.Сформированный документ содержит всю исходную информацию по ппроекту 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=183&LESSON_PATH=218.183>

<https://www.indorsoft.ru/learning/course/index.php?COURSE_ID=7&LESSON_ID=184&LESSON_PATH=218.184>

1. Пройти Тесты для самопроверки пройдя по ссылкам <https://www.indorsoft.ru/learning/course/index.php?COURSE_ID=7&LESSON_ID=183&LESSON_PATH=218.183>

<https://www.indorsoft.ru/learning/course/index.php?COURSE_ID=7&LESSON_ID=184&LESSON_PATH=218.184>

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