

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ № 1

на тему: «Определение допустимой нагрузки на ось многоосного транспортного средства при его перемещении по мобильному мосту»

Цель работы — с применением программы *Ansys Workbench* определить допустимую нагрузку на одну ось многоосного транспортного средства при его перемещении по мобильному мосту. При выполнении домашнего задания рекомендуется пользоваться [видеоматериалами¹](https://yadi.sk/d/6v5dbOj1K7D4XA) с примером решения подобной задачи.

Для перевозки тяжелых грузов применяют многоосные самоходные транспортные модули (далее – модульный транспортер), позволяющие нагрузку от транспортируемого груза равномерно распределять по дорожному полотну, и, как следствие, снижать объем ущерба дорожному полотну от перемещения по нему модульного транспортера. С увеличением числа осей в модульном транспортере (для определенного груза) нагрузка на одной оси уменьшается. Увеличение осей в модульном транспортере, с одной стороны, снижает нагрузку на одной оси, с другой – увеличивает габаритные размеры модульного транспортера и число составляющих его модулей.

В некоторых случаях даже значительное увеличение числа осей в модульном транспортере неудовлетворительно распределяет нагрузку от веса груза по дорожному полотну. В числе таких случаев: перевозка груза через мост, несущая способность которого крайне ограничена. Проезд модульного транспортера с грузом по такому мосту может стать причиной его обрушения. Таким образом, провозка груза по данному участку пути затруднительна. Решением проблемы может стать строительство вблизи существующего моста параллельного второго временного моста с требуемыми характеристиками, либо установка (на время проезда модульного транспортера) поверх существующего сооружения мобильного моста (рис. 1).



Рис. 1. Мобильный мост

¹ <https://yadi.sk/d/6v5dbOj1K7D4XA>

Мобильный мост – легкоразборное устройство для переезда тяжеловесных транспортных средств через мостовые сооружения с несущей способностью меньше требуемой (рис. 2, 3). Мобильный мост состоит из двух параллельных пролетных строений.



Рис. 2. Проезд модульного транспортера по мобильному мосту



Рис. 3. Проезд модульного транспортера по мобильному мосту

Мобильный мост может иметь различную протяженность: решения большого пролета могут быть сформированы из нескольких секций. При этом с увеличением протяженности мобильного моста важное значение приобретает его жесткость, поскольку при перемещении модульного транспортера по мобильному мосту величина его деформации должна быть ограничена.

В рамках настоящего домашнего задания предлагается решение мобильного моста, перекинутого через существующий многопролетный² мост (рис. 4). При этом для уменьшения прогиба мобильного моста 1 над промежуточными опорами 4 предлагается установка гидропор 2, ход штока которых ограничен величиной Δ , а допустимая нагрузка на каждой гидроопоре 2 определяется несущей способностью S промежуточной опоры 4. В качестве расчетного примем случай, когда модульный транспортер располагается посередине мобильного моста. Межосевое расстояние модульного транспортера составляет 1510 мм.

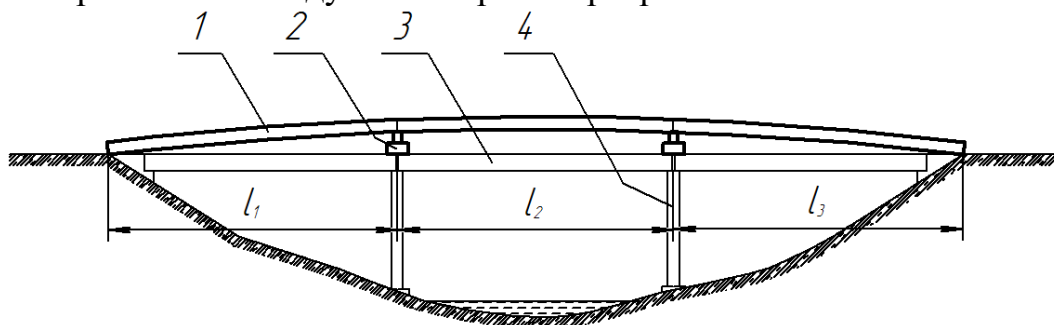


Рис. 4. Схема установки мобильного моста

Схема поперечного сечения пролетного строения мобильного моста представлена на рис. 5.

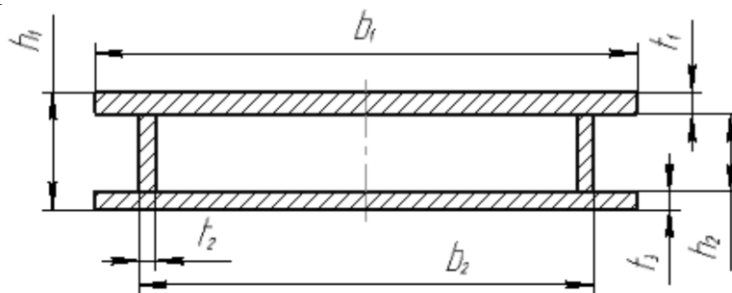


Рис. 5. Схема поперечного сечения пролетного строения мобильного моста:

$$h_1 = 500 \text{ мм}, b_1 = 1600 \text{ мм}, b_2 = 1400 \text{ мм}, \\ t_1 = 35 \text{ мм}, t_2 = 20 \text{ мм}, t_3 = 28 \text{ мм}$$

Задача: для предусмотренного заданием (см. таблица 1) существующего моста смоделировать решение мобильного моста, для которого определить максимально допустимую нагрузку на одной оси модульного транспортера, под действием которой перемещение точек мобильного моста в местах установки гидропор не превысит 90% от величины хода штока гидропоры.

При решении задачи принять следующие допущения: 1) нагрузка на всех осях модульного транспортера одинакова; 2) пролетное строение мобильного моста во всех точках опирания может свободно (без трения) перемещаться в продольном направлении; 3) пролетное строение мобильного моста выполнено в виде криволинейного элемента (одинакового радиуса по всей длине) постоянного поперечного сечения; 4) влияние диафрагм не учитывается.

² Количество пролетов существующего моста и их величина определены в исходных данных.

Рекомендуемый порядок выполнения работы:

1. Создать 3D-модель пролетного строения³ мобильного моста в соответствии с исходными данными, представленными в таблице 1 и на рис. 5. Для создания модели предлагается использовать программу *SolidWorks*. Экспортировать модель в программу *Ansys Workbench*.

2. В *Ansys Workbench* к импортированной геометрической модели пролетного строения мобильного моста приложить силы и наложить закрепления. Нагрузку на каждой оси модульного транспортера предварительно принять равной 10 т. Реакцию на каждой гидроопоре принять равной $S/2$.

При приложении сил к геометрической модели пролетного строения следует иметь в виду, что в расчетах рассматривается лишь половина системы (мобильный мост–модульный транспортер).

3. Выполнить КЭ-анализ модели и проверить результаты. Построить зависимость (*Design Exploration – Response Surface*) максимального перемещения (в местах установки гидропор) пролетного строения от величины нагрузки на каждой оси модульного транспортера.

4. Проанализировать полученные результаты и сформулировать выводы по работе.

Содержание выполняемого индивидуально отчета⁴:

1. Титульная страница (наименование домашнего задания и дисциплины, ФИО автора и преподавателя, группа).
2. Исходные данные (схема исследуемого объекта).
3. Краткое изложение порядка выполнения исследования.
4. Выводы: результаты работы, их анализ.
5. Расчетная модель в формате *.wbpz* (*Archive*).

Домашнее задание следует выполнять с применением лицензионного программного обеспечения, установленного в учебном классе кафедры. Для этого необходимо договориться с секретарем кафедры о времени посещения компьютерного класса. Использование вычислительных машин кафедры возможно также в вечернее и ночное время из дома посредством удаленного доступа через программу *TeamViewer*.

³ Поскольку мобильный мост имеет симметричное исполнение (симметричность пролетных строений), то целесообразно в расчетах рассматривать не весь мост, а только его половину – одно пролетное строение.

⁴ Сдается в электронном виде в формате *.pdf* (пересылается на почту преподавателя). Имя файла отчета должно быть оформлено в соответствии со следующим примером: «ФамилияИО_РК4-101_ДЗ_1.pdf».

Таблица 1. Исходные данные (начало)

Группы РК4-101

№	Студент	Кол-во пролетов существ. моста	Пролет l_1 , м	Пролет l_2 , м	Пролет l_3 , м	Ограничение S нагружения промежут. опоры, т	Ход штока Δ , мм	Тип КЭ-модели: 1 – балочная 2 – поверхн. 3 – твердот.	Количество осей модульного транспортера
1	БВА	2	9	12	—	35	450	1	14
2	ВМА	3	12	15	12	40	400	2	16
3	ГДФ	2	9	15	—	45	350	3	8
4	ГАМ	3	15	12	9	20	300	1	10
5	ИНД	2	9	12	—	25	300	3	16
6	КАС	3	12	9	9	20	600	2	14
7	КПМ	2	9	15	—	25	550	3	12
8	КИП	3	15	12	9	30	500	1	10
9	ЛВА	2	15	15	—	35	450	2	8
10	НЕВ	3	9	12	12	40	400	3	16
11	ПМВ	2	12	12	—	45	350	1	14
12	ПИА	3	9	15	9	20	300	2	12
13	РИК	2	15	15	—	25	600	3	10
14	СВВ	3	9	12	12	30	550	1	8
15	ТГА	2	9	12	—	35	500	2	16
16	ТСА	3	12	9	9	40	450	3	14
17	ФВД	2	9	15	—	45	400	1	12
18	ШАМ	3	15	12	9	20	350	2	10

Порядок начисления баллов за отчет

Отчет оценивается в соответствии с представленными в таблице 1 критериями. При сдаче отчета раньше срока могут быть начислены дополнительные баллы при условии, что суммарный балл за отчет не превысит 11 единиц. Работы, выполненные с отклонением от заданных исходных данных (таблица 1) без соответствующего согласования с преподавателем, не рассматриваются.

Таблица 2. Распределение баллов по критериям оценки

Критерии оценки	Количество баллов (не более)
Оформление отчета (титульная страница, нумерация страниц, рисунков и т.п., подрисуночные надписи и др.)	1,0
Исходные данные (цель работы, задание)	0,5
Порядок выполнения исследования	0,5
Геометрическая модель объекта (скриншот)	1,0
Конечно-элементная модель объекта (скриншот)	1,0
Результаты исследования	2,0
Архив в корректно выполненной моделию	4,0
Выводы	1,0
Сумма:	11