

1. Что из перечисленного НЕ является сыпучим материалом?
  1. Зерновые культуры
  2. Вода
  3. Песок
  4. Щебень
  
2. Запишите формулу, связывающую силу давления столба жидкости на дно сосуда с геометрией сосуда и параметрами жидкости.
  
3. Какой из перечисленных материалов наиболее часто используется для постройки элеваторов?
  1. Сталь
  2. Бронза
  3. Цинк
  4. Никель
  
4. Сила давления на дно элеватора с увеличением веса материала...
  1. Растет линейно
  2. Растет нелинейно
  3. Падает линейно
  4. Падает нелинейно
  
5. Предложите рекомендации для увеличения прочности элеватора.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Прочный элеватор»**

---

#### Актуальность

Хранение зерновых культур является одной из важнейших задач сельского хозяйства. Традиционно для хранения больших партий зерна используют элеватор. При проектировании зернохранилищ важно учитывать физические особенности сыпучих материалов, поскольку ошибки в расчётах прочностных характеристик, или несоблюдение правил эксплуатации могут привести к трагическим разрушениям. Например, ввиду вышесказанного, для ряда задач, связанных с сыпучими материалами, необходим поиск новых способов решения.

При проектировании таких хранилищ важно провести исследования: определить общее давление на дно цилиндра-элеватора в зависимости от полной массы сыпучего материала, помещённого в объём элеватора (построить модель).

#### Рекомендации при построении модели

В упрощённой форме элеватор можно представить в виде большого цилиндра, вмещающего от 15 до 150 тонн зерна. Физико-технические и прочностные характеристики элеватора некорректно моделировать и рассчитывать, используя гидродинамические модели. Сыпучие материалы, к которым можно отнести зерновые культуры, песок и т. д., во многом проявляют свойства жидкостей, однако таковыми не являются.

Постройте и проанализируйте модель. Как распределяется вес каждой крупинки в объёме элеватора? Какие параметры наиболее существенно могут влиять на надёжность зернохранилища? Предложите идеи, аргументируйте их схемами, расчётами и т. п. В зависимости от полученных результатов предложите несколько вариантов, позволяющих повысить прочность зернохранилищ.

Этапы работы над кейсом:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Прочный элеватор»**

---

- Провести литературный анализ по темам: физика сыпучих материалов; основы сопротивления материалов.
- Предложить схему экспериментального стенда, моделирующего элеватор.
- Построить экспериментальный стенд, способный имитировать физические процессы, протекающие в объёме элеватора. *Замечание: для корректной интерполяции полученных результатов рекомендуемая масса сыпучих материалов должна быть больше 2 кг.*
- Построить график зависимости общего давления на дно элеватора от полной массы сыпучего материала, помещённого в объём элеватора.
- Измерения провести, включая, но не ограничиваясь, для:
  1. песка;
  2. риса;
  3. гречневой крупы;
  4. пшена;
  5. гороха
- Оценить погрешности измерений.
- Качественно описать полученные результаты.
- Теоретически объяснить полученные результаты.
  
- Предложить несколько вариантов решений, позволяющих повысить прочность зернохранилищ. Решения представить в виде чертежа, схемы. Обосновать предложенные варианты в рамках математической модели. Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания:
  - Сыпучий материал: песок, рис, гречневая крупа, пшено, горох
  - Кухонные весы
  - Картон
  - Деревянные рейки для создания измерительной конструкции

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Прочный элеватор»**

---

- Инструменты для создания экспериментального стенда, например струбцины, саморезы, винты, пила и т. д.
- Мерный стаканчик
- Персональный компьютер с программным обеспечением для построения графиков (например, Excel, Origin, Matplotlib, Matlab, Mathematica, etc.).

Требования к представлению решения кейса:

Подаваемая от команды работа на очный финал представляет собой описание проведенного эксперимента, поставленных в его ходе задач и полученных результатов и их анализа в формате .pdf. Объём основного текста не более 14 страниц, включая рисунки, без учёта приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется пользоваться шрифтами Calibri или Times New Roman 12-го кегля, с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

Титульный лист содержит следующие атрибуты: название решаемой задачи, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название олимпиады.

*Структура и содержание работы*

Работа должна содержать следующие разделы:

- Методика
- Результаты
- Обсуждение
- Заключение
- Список литературы

Раздел «Методика» включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы, характеристику методов решения проблемы, сравнение известных автору старых и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Прочный элеватор»**

---

Раздел «Результаты» содержит полученные в ходе работы результаты.

Объемные таблицы и графики можно вынести в приложение.

Раздел «Обсуждение» содержит обработку полученных результатов, их обсуждение в контексте известных теорий.

В заключении кратко и чётко формулируются выводы и результаты, полученные авторами.

В список литературы заносятся использованные авторами источники.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.

6. Что НЕ используется в массовом производстве бумаги?
1. Нити целлюлозы
  2. Фруктоза
  3. Клей
  4. Краситель
7. Что НЕ является источником сырья при производстве бумаги?
1. Макулатура
  2. Пластик
  3. Пищевая сода
  4. Опилки
8. Каким НЕ бывает картон?
1. Упаковочным
  2. Полиграфическим
  3. Креповым
  4. Пищевым
9. При увеличении влажности картон легче рвется, потому что...
1. Растворяется клей
  2. Ослабевают связи между нитями целлюлозы
  3. Нити "расплетаются"
  4. Все вышеперечисленное
10. Как меняется масса пачки бумаги при увеличении влажности в помещении?
1. Растет
  2. Уменьшается
  3. Не изменяется
  4. Зависит от температуры

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Крепкая бумага»**

---



#### Актуальность кейса

Известно, что мокрая бумага (картон в частности) довольно непрочная, даже малейшие усилия могут её порвать. Однако полностью сухая бумага также может легко рваться. Данная проблема весьма остро стоит в логистике: большая часть товаров перевозится и хранится в картонных коробках, которые регулярно подвергаются перепадам влажности и температуры, вследствие чего требуется учитывать предел прочности коробок в зависимости от условий хранения.

#### Постановка задачи

Некоторая компания N решила заняться распространением кофе с локальной плантации. Из-за весьма ограниченного бюджета было решено использовать обычный гофрированный картон, благо бумажная фабрика располагается

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Крепкая бумага»**

---

совсем рядом. Однако вот незадача: путь пролегает через влажный лес с болотами, а также засушливый пустырь. Ваша задача состоит в том, чтобы помочь компании оптимизировать маршрут и сократить расходы: определить зависимость прочности гофрированного картона от его влажности, а также объяснить её.

Этапы работы над кейсом

- Изучить доступную литературу об измерении прочностных характеристик материалов, влажности, а также о зависимости прочности картона от его влажности.
  - Предложить способ изготовления картона заданной влажности.
  - Предложить способ измерения прочности образца при различных типах нагрузки: поперечная, растяжение и разрыв. При проведении эксперимента необходимо выбрать любые 2 вида нагрузки из перечисленных.
  - Дать краткое описание используемых методов и теории.
- Провести исследование прочности.
  - Выбрать 7–10 значений влажности, начиная от полностью мокрого картона, заканчивая полностью сухим. Изготовить по 5 образцов на каждый тип нагрузки и каждое значение влажности. Важно: образцы должны быть из одного материала и одного размера, не менее 10 x 15 см.
  - Для изготовленных образцов провести измерение прочности. Обязательно наличие не менее 5 экспериментов на заданное значение влажности и тип нагрузки для уменьшения погрешности.
  - Построить график зависимости прочности от влажности для всех типов нагрузки. Обязательно наличие статистической погрешности и погрешности измерений, нанесённых на график и в отдельную таблицу.



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Крепкая бумага»**

---

- Качественно и/или количественно описать полученную зависимость, сделать вывод.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания:

- Вода.
- Пульверизатор.
- Духовка.
- Веревка.
- Различные грузы.
- Весы.
- Картон гофрированный.
- Динамометр.
- Персональный компьютер с программой для построения графиков (Excel, Origin, Matplotlib, Matlab, Mathematica, etc.).

Пример литературы для начала (также ищите самостоятельно!):

- <http://arzpuck.ru/arz058.html>
- <https://www.vseobumage.ru/1441/klimat-i-bumaga-vliyanie-okruzhausheysredy/>
- <https://ru.wikipedia.org/wiki/Влажность>
- <https://isopromat.ru/glossary/prochnost>

Требования к представлению решения кейса:

Подаваемая от команды работа на очный финал представляет собой описание проведённого эксперимента, поставленных в его ходе задач и полученных результатов и их анализа в формате .pdf. Объём основного текста – не более 14 страниц, включая рисунки, без учёта приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется пользоваться шрифтами Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Крепкая бумага»**

---

Титульный лист содержит следующие атрибуты: название решаемой задачи, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название олимпиады.

*Структура и содержание работы*

Работа должна содержать следующие разделы:

- Методика.
- Результаты.
- Обсуждение.
- Заключение.
- Список литературы.

Раздел «Методика» включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы, характеристику методов решения проблемы, сравнение известных автору старых и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

Раздел «Результаты» содержит полученные в ходе работы результаты. Объёмные таблицы и графики можно вынести в приложение.

Раздел «Обсуждение» содержит обработку полученных результатов, их обсуждение в контексте известных теорий.

В заключении кратко и чётко формулируются выводы и результаты, полученные авторами.

В список литературы заносятся использованные авторами источники.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.

Тест «Бендер»

11. В чём заключается эффект Баушингера?

12. Какой материал НЕ является металлом?

1. Титан
2. Кварц
3. Железо
4. Никель

13. Какой вид деформации существует?

1. Сжатие
2. Изгиб
3. Сдвиг
4. Все вышеперечисленные

14. Что принято считать одной из основных причин усталостного разрушения?

1. Появление микротрещин
2. Высокую концентрацию примесных атомов
3. Резкое изменение напряжения
4. Изменение влажности

15. Как эффект Баушингера упрочняет металл при холодной обработке?

1. Увеличивается плотность дислокаций
2. Фрагментируются зерна
3. Искажается атомная решётка
4. Все вышеперечисленное

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Бендер»**

---

Совершенствование способов получения и обработки стали в своё время сделало возможным вторую промышленную революцию. Без стали и сейчас невозможно представить строительные и машиностроительные отрасли. При этом усовершенствование технологий её обработки позволяет значительно упростить требуемые для создания деталей усилия.

Так, в случае холодной обработки листовой стали [может быть использован эффект Баушингера](#). Заключается он в следующем: при приложении малой деформации одного знака уменьшается предел упругой деформации противоположного знака, то есть возникает гистерезис на диаграмме деформирования (графике, показывающем связь между напряжением и деформацией). Этот эффект наблюдается не только для стали, но и в целом для поликристаллических материалов.

В этом задании Вам предлагается провести эксперимент для проверки этого эффекта (на изгиб либо растяжение-сжатие) и предложить способ его применения для усовершенствования процессов холодной обработки стальных деталей.

Этапы работы над кейсом:

- Проанализировать литературу по теме пластичности.
- Спроектировать и изготовить экспериментальный стенд.
- Провести измерения для нескольких образцов с разными свойствами, варьируя число циклов деформации и её величину.
- Построить диаграммы деформирования, проанализировать полученные данные.
- Предложить практические способы применения исследованного эффекта.

Примерный перечень средств и инструментов для выполнения задания:

- Образцы в форме листов либо прутьев, желательно из разных материалов/марок.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Бендер»**

---

- Оборудование для создания измерительного стенда.

Требования к представлению решения кейса:

Подаваемая от команды работа на очный финал представляет собой описание проведённого эксперимента, поставленных в его ходе задач и полученных результатов и их анализа в формате .pdf. Объём основного текста - не более 30 страниц, включая рисунки, без учёта приложения.

Принимается только машинописный вариант текста. Рекомендуется пользоваться шрифтами Calibri или Times New Roman 12-го кегля с интервалом 1,5. Рекомендуемые отступы – от левого края 3 см; правый, верхний и нижний – 2 см. Выравнивание текста – по ширине.

Титульный лист содержит следующие атрибуты: название решаемой задачи, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс), название олимпиады.

*Структура и содержание работы*

Работа должна содержать следующие разделы:

- Методика.
- Результаты.
- Обсуждение.
- Заключение.
- Список литературы.

Раздел «Методика» включает в себя определение целей и задач, поставленных перед исполнителем работы, характеристику методов решения проблемы, сравнение известных автору старых и предлагаемых методов решения, обоснование выбранного варианта решения (эффективность, точность, простота, наглядность, практическая значимость и т. д.).

Раздел «Результаты» содержит полученные в ходе работы результаты. Объёмные таблицы и графики можно вынести в приложение.

Раздел «Обсуждение» содержит обработку полученных результатов, их обсуждение в контексте известных теорий.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Бендер»**

---

В заключении кратко и чётко формулируются выводы и результаты, полученные авторами.

В список литературы заносятся использованные авторами источники.

Кроме того, работа может содержать приложения с иллюстративным материалом (рисунки, схемы, таблицы, фотографии и т. п.). На каждое приложение должна быть дана ссылка в тексте работы.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Научно-технологический профиль  
Командный кейс «Бендер»**

---

Литература

1. Новиков С. А. и др. Исследование эффекта Баушингера при динамическом нагружении // ПМТФ. – 1995. – Т. 36. – №. 4. – С. 136.  
<https://www.sibran.ru/upload/iblock/00a/00a4e1bd3294cf519670d82c9dd1a544.pdf>
2. Dieter G. E., Bacon D. J. Mechanical metallurgy. – New York : McGraw-hill, 1976. – Т. 3.
3. Soboyejo W. Mechanical properties of engineered materials. – CRC press - 2002.
4. Каратушин С. И., Храмова Д. А., Пехов В. А. Эффект Баушингера при различных видах пластической деформации // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2017. – №. 12 (693).  
<http://izvuzmash.ru/articles/1496/1496.pdf>
5. Владимиров Ю. В., Герасимов В. Я. Технологические основы холодной высадки стержневых крепёжных изделий. – 1984.
6. Герасимов В. Я., Парышев Д. Н. Проявление эффекта Баушингера при осадке стальных цилиндров // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. – 2012. – №. 1.  
[http://vestnik.magtu.ru/images/data\\_base/2012\\_1/%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_2012\\_1\\_%D1%81\\_030-031.pdf](http://vestnik.magtu.ru/images/data_base/2012_1/%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA_2012_1_%D1%81_030-031.pdf)