

**Региональная открытая конференция
по научно-техническому творчеству школьников
«Лабиринты науки»**

Секция «Техника»

**Работа на тему:
«Гармония инженерии и искусства»**

Соколов Илья
Александрович,
ученик МОУ СОШ
«Образовательный комплекс
имени А.В. Катериничева»
Центр образования №26
г.о.г.Рыбинск, 9 класс
Дата рождения: 10.08.2010

Руководитель:
Сарафанникова Марина
Анатольевна, учитель
математики МОУ СОШ
«Образовательный комплекс
имени А.В. Катериничева»
Центр образования №26 Дата
рождения: 13.07.1971

Ярославль, 2025 год

Содержание

1		Введение	стр. 3
2		Основная часть	стр.5
	2.1	Углубленная классификация и история фонтанов	стр.5
	2.2	Фонтан Герона: детальный физико-инженерный анализ	стр.6
		2.2.1. Конструкция и рабочий цикл:	стр.6
		2.2.2. Физические законы и количественные оценки	стр.7
	2.3	Создание фонтана Герона в домашних условиях	стр.8
	2.4	Аналоги фонтана Герона: от России до мировых шедевров	стр.9
		2.4.1. Петергоф: гигантская реализация гравитационного принципа	стр.9
		2.4.2. Первый фонтан в России	стр.10
	2.5	Устройство современного циркуляционного фонтана	стр.10
	2.6	Плюсы и минусы фонтана Герона.	стр.11
3		Заключение	стр.11
4		Список использованной литературы	стр.12
5		Приложение	стр.13

1. Введение

Многие считают инженерию и искусство совершенно отдельными вещами. Инженерия - из головы, искусство - для сердца. Многие воспринимают инженерию как область, где правят холодные расчеты и строгие формулы, а искусство — как пространство для эмоций и вдохновения. Но разве не существует в этом разделении что-то упрощенное? Я хочу предложить посмотреть на это под другим углом. Искусство и инженерия - две области, которые могут показаться на первый взгляд совершенно разными. Однако, на самом деле они тесно связаны между собой. Инженерия - это наука, которая занимается созданием и разработкой технических устройств и систем. Она включает в себя множество различных областей, таких как механика, электроника, архитектура и т.д. Инженеры используют свои знания и навыки для создания инновационных продуктов и решений, которые улучшают жизнь людей. С другой стороны, искусство - это процесс создания произведений, которые выражают эмоции, мысли и чувства художника. Связь между инженерией и искусством не ограничивается только созданием технических устройств или произведений искусства. Инженеры могут использовать свои знания и опыт в области искусства для создания более функциональных и эстетически привлекательных продуктов. Художники могут использовать инженерные знания для создания своих произведений.

Итак, что, связывает инженерную мысль и художественное вдохновение? Как мы можем использовать этот жизненный тон, чтобы создать что-то действительно неповторимое в нашей жизни? Это требует от нас взаимопонимания и готовности привнести свежие идеи в наш процесс обучения и творчества. Идея единства инженерии и искусства является основой моей работы.

Целью моей работы является комплексное изучение физико-инженерных принципов работы фонтанов, от фундаментальных законов до их практической

реализации в исторических и современных сооружениях, с углубленным рассмотрением и созданием фонтана Герона как этапного изобретения.

Задачи:

1. Проследить историческую эволюцию фонтанов от утилитарных сооружений до высокотехнологичных объектов искусства.
2. Сформулировать и детализировать физические законы и принципы, обеспечивающие работу фонтанов (гидростатика, пневматика, термодинамика).
3. Провести сравнительный анализ различных типов фонтанов: гравитационных, пневматических (фонтан Герона) и современных насосных систем.
4. Исследовать устройство, цикл работы, КПД и практические ограничения фонтана Герона.
5. Оценить влияние изобретения Герона на последующее развитие инженерной мысли.

Актуальность работы. В современном мире фонтаны выполняют важнейшие социокультурные и экологические функции: от украшения городских пространств и создания психологически комфортной среды до увлажнения и очистки воздуха. Глубокое понимание их устройства, основанное на законах физики, позволяет не только эксплуатировать их эффективно, но и проектировать инновационные объекты. Изучение фонтана Герона, в свою очередь, является краеугольным камнем в понимании истории науки и техники, демонстрируя, как абстрактные знания находят практическое применение.

2. Основная часть

2.1. Углубленная классификация и история фонтанов

Слово «фонтан» в переводе с латинского означает родник, ключ, источник. Рассмотрим основные этапы эволюции фонтанов. Античный период (Утилитарность). Египет и Месопотамия. Использовались простейшие приспособления для орошения. Принцип — перелив воды из одного канала в другой за счет создания рукотворного уклона.



Древняя Греция. Появление декоративных фонтанов в центрах полисов. Источником воды служили природные ключи или акведуки.



Древний Рим. Золотой век фонтанного дела, основанного на гравитационном принципе. Строительство акведуков, использование свинцовых труб и создание городских фонтанов - нимфеев. Физическая основа: закон сообщающихся сосудов. Давление, необходимое для подъема воды, создавалось перепадом высот между источником (горным водоемом) и фонтаном. Высота струи (h) напрямую зависела от разницы уровней (H): $h < H$.

Средневековье и Восток. В Европе развитие фонтанного искусства затормозилось, фонтаны стали элементом монастырских садов. На Ближнем Востоке и в Средней Азии фонтаны стали ключевым элементом архитектуры дворов - патио, выполняя функцию охлаждения и увлажнения воздуха.

Эпоха Возрождения и Барокко (Расцвет искусства). Италия. Фонтаны становятся масштабными художественными произведениями, синтезом скульптуры, архитектуры и инженерии (фонтан Треви, Рим). Франция, XVII-XVIII вв. (Версаль): Создание



грандиозных фонтанных комплексов. Естественного перепада высот стало недостаточно, что привело к строительству гигантских насосных станций на Сене (Машина Марли) и сложной системы водоводов. Это знаменовало

переход от пассивного использования гравитации к активной механической накачке воды.

Индустриальная эпоха и Современность (Технологический прорыв).

Изобретение и массовое производство электрических насосов совершило революцию. Фонтаны стали доступны для частных владений и небольших парков. Появление замкнутых циркуляционных систем решило проблему колоссального водопотребления.



XX-XXI века. Внедрение компьютерного управления, систем динамической подсветки (светодиоды, лазеры), акустических систем для синхронизации струй с музыкой (поющие фонтаны), сложнейших форсунок, создающих трехмерные картины.



Таким образом, первые фонтаны появились в Древнем Египте и Месопотамии. Не меньшей популярностью они пользовались во времена Древней Греции и Рима. В тот период фонтаны строились главным образом для полива растений. В Средневековье фонтаны также использовались как источник водоснабжения. С началом эпохи Возрождения фонтаны в Европе превратились в часть архитектурного ансамбля, став не только его ярким акцентом, но зачастую и главным элементом.

2.2. Фонтан Герона: детальный физико-инженерный анализ

2.2.1. Конструкция и рабочий цикл:

С античных времён сохранились работы греческого механика Герона Александрийского, жившего в I – II в. н.э. Одним из устройств, описанное учёным, был волшебный фонтан Герона. Главное чудо этого фонтана заключалась в том, что вода из фонтана била сама, без использования какого-либо внешнего источника воды. Устройство, вошедшее в историю инженерии

как «фонтан Герона», состоит из трех основных элементов, соединенных герметичными трубками (рис.1):

- Сосуд Б (нижний, герметичный):
Изначально заполнен водой.
- Сосуд А (средний, герметичный):
Изначально заполнен воздухом.
- Чаша В (верхняя, открытая): Имеет две трубки: одна уходит на дно сосуда Б, вторая — от верхней части сосуда А, формируя струю.

Рассмотрим фазы цикла работы:

- 1) Инициирование. В чашу В наливается вода. Она начинает поступать по трубке 1 в сосуд Б.
- 2) Фаза создания давления. Вода, заполняя сосуд Б, вытесняет содержащийся там воздух. Воздух по трубке 2 перемещается в верхнее пространство сосуда А. Поскольку сосуд А герметичен, давление в нем (P_a) начинает расти. $P_a = P_{атм} + \Delta P$, где ΔP — добавочное давление от вытесненного воздуха.
- 3) Фаза извержения. Повышенное давление P_a действует на поверхность воды в сосуде А и выталкивает ее по трубке 3 в чашу С, создавая фонтанную струю.
- 4) Завершение цикла. Фонтан прекращает работу, когда уровень воды в сосуде А опускается ниже входного отверстия трубки 3, либо когда прекращается поступление воды из чаши В в сосуд Б.

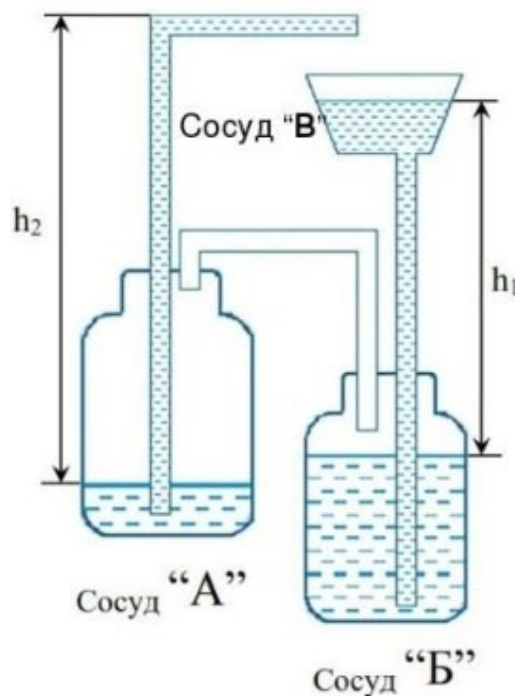


рис.1

2.2.2. Физические законы и количественные оценки

Основной закон, который лежит в основе работы данного фонтана - закон Паскаля, гласящий, что давление, производимое на жидкость или газ, передается в любую точку без изменения во всех направлениях. Давление

воздуха, вытесненного из сосуда В, передается в сосуд А и давит на поверхность воды в нем.

Гидростатическое давление: давление в любой точке жидкости рассчитывается как $P = \rho gh$. Для работы фонтана необходимо, чтобы давление в сосуде А (P_a) превышало сумму атмосферного давления и давления столба воды от выхода трубки в сосуде А до вершины струи в чаше С.

Условие работы: $P_a > P_{атм} + \rho g(h_1 + h_2)$, где h_1 — высота от уровня воды в А до чаши, h_2 — желаемая высота струи.

КПД системы: Коэффициент полезного действия фонтана Герона крайне низок. Значительная часть потенциальной энергии воды, падающей из чаши С в сосуд В, тратится не на подъем воды из А, а на преодоление сил трения воды в трубках, нагрев компонентов системы и окружающей среды, сжатие воздуха, который не является идеальным газом, эмпирически, высота струи h_2 всегда значительно меньше высоты падения воды Н (из С в В).

2.3. Создание фонтана Герона в домашних условиях

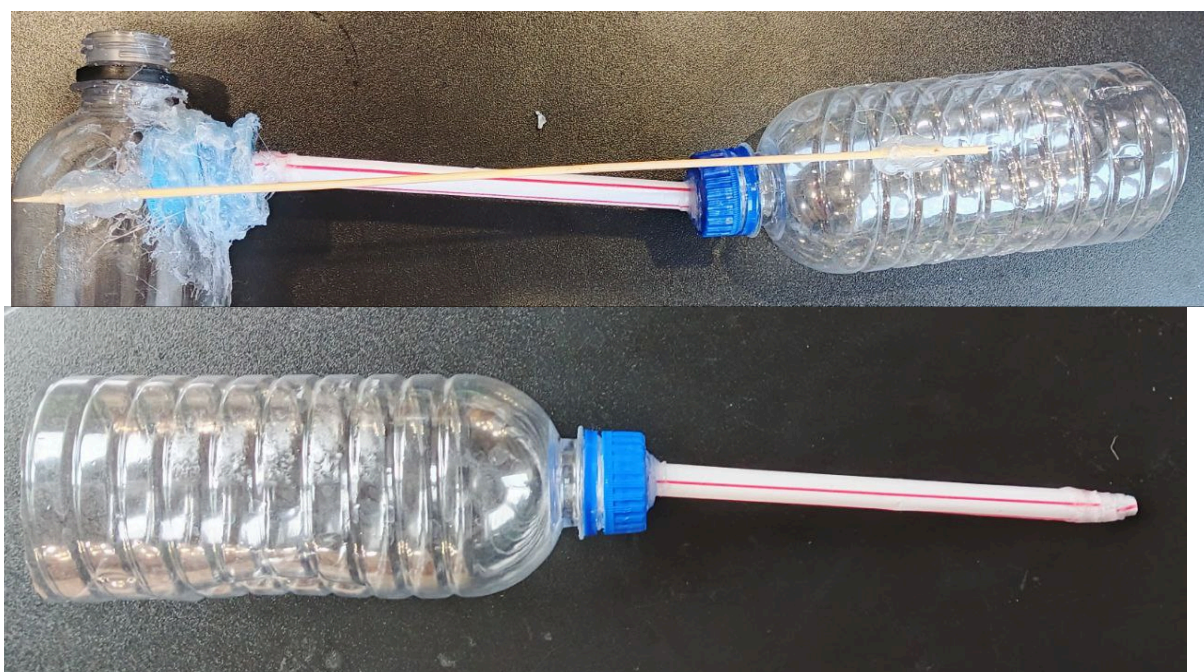
Роль сосудов будут выполнять две цельные бутылки, а для чаши подойдет половинка от бутылки.

- 1) Делаем по одному отверстию в каждой из бутылок, в одной сверху, а в другой по центру. И соединяем их трубкой. Роль которой будет выполнять деталь от капельницы, на которую надеты втулки из тонкого пластика(фото 1)
- 2) Создаем чашу В. В обрезанной бутылке закрепляем пищевую трубку для напитков, уменьшив ее диаметр (фото 2).



фото 1

фото 2



3) Закрепляем чашу с трубкой в одной из цельных бутылок. Для герметичности необходимо налить большое количество термокля. Для устойчивости приклеиваем деревянные спицы (фото 3).

фото 3

4) Делаем подставку для сосуда А из обрезка бутылки, использованной для изготовления чаши В. И закрепляем конструкцию на бутылке Б (фото 4)

5) Закрепляем трубку от капельницы в крышке и накручиваем ее на сосуд А (фото 5).



фото фото 2

4

Модель фонтана Герона готова.

фото 5

Данная ссылка демонстрирует рабочую модель фонтана, собранного мною:

<https://drive.google.com/file/d/1o7Sz7qmoYHPOHli34Bb-b3q6vwdrsyJ9/view?usp=drivesdk>.

Максимальная длительность работы составляет 64 минуты.

2.4. Аналоги фонтана Герона: от России до мировых шедевров

2.4.1. Петергоф: гигантская реализация гравитационного принципа

Источник энергии: Перепад высот (~30 м) между водоемами на Ропшинских высотах и фонтанами в Нижнем парке.



Принцип действия: потенциальная энергия воды преобразуется в кинетическую. Давление в фонтанных трубопроводах создается весом столба воды от шлюза - накопителя до форсунки.



Сравнение с фонтаном Героном. Сходство: оба используют естественные силы (гравитацию) без внешних насосов. Различие: Петергоф — проточная система, требующая постоянного притока воды извне. Фонтан Герона — замкнутая, но ограниченная по времени система.

2.4.2. Первый фонтан в России (Московский Кремль, 1621 г.). Технология: Вода из Москвы-реки подавалась самотеком в резервуар Водовзводной башни, откуда распределялась по свинцовым трубам. Это была упрощенная модель римского водопровода, работавшая по тому же гравитационному принципу, что и фонтана в Петергофе, но в меньших масштабах.

2.5. Устройство современного циркуляционного фонтана

Современный фонтан — это инженерный комплекс, состоящий из нескольких подсистем.

- 1) Гидравлическая система. Насосы: бывают погружные (для большинства декоративных фонтанов) и поверхностные (для высоконапорных систем). Мощность насоса определяет высоту и мощность струи.
- 2) Трубопроводы (ПВХ, нержавеющая сталь): рассчитываются по диаметру для минимизации гидравлических потерь.
- 3) Форсунки: определяют геометрию струи (колокол, пена, ламинарная струя, распыление и др.).
- 4) Система фильтрации: многоступенчатая очистка (механические фильтры, ультрафиолетовые лампы для обеззараживания, химические дозаторы) для поддержания чистоты воды.
- 5) Система автоматики и управления: логические контроллеры (ПЛК): управляют насосами, клапанами и светом по заданным сценариям.
- 6) Частотные преобразователи: плавно регулируют обороты насосов, позволяя динамически менять высоту струи.
- 7) Система подсветки: светодиодные прожекторы с RGB-каналами, обладающие низким энергопотреблением и долгим сроком службы.

2.6. Плюсы и минусы фонтана Герона.

Проведем сравнительный анализ, рассмотрим плюсы и минусы фонтана Герона. Плюсы (в контексте его эпохи и как учебной модели):

- 1) Энергетическая автономность: не требует внешних источников энергии, кроме начального запаса потенциальной энергии воды.

- 2) Гениальная демонстрация законов физики: наглядно показывает взаимосвязь между гидростатикой, пневматикой и преобразованием энергии.
- 3) Простота и надежность конструкции: отсутствие сложных механических частей.
- 4) Образовательная ценность: остается одним из лучших экспериментов для школьных и вузовских лабораторий.

Минусы с практической точек зрения:

- 1) Кратковременность и цикличность работы: не может работать непрерывно, требует "перезарядки".
- 2) Низкий КПД: большие потери энергии, ограниченная высота струи.
- 3) Невозможность масштабирования: конструкция неэффективна для создания крупных, мощных фонтанов.
- 4) Зависимость от герметичности: любая разгерметизация сосудов останавливает работу.

3. Заключение

Эволюция фонтана — это микромодель технического прогресса человечества. Фонтан Герона представляет собой фундаментальный прорыв, первую успешную попытку использовать энергию сжатого воздуха для совершения механической работы. Его принципы, хоть и в модифицированном виде, нашли применение в пневматических системах, поршневых насосах и даже в работе некоторых типов двигателей.

Изучение фонтана Герона и его сравнение с гравитационными системами Петергофа и современными насосными комплексами позволяет глубоко понять, как инженерная мысль, опираясь на неизменные законы физики, ищет и находит все более эффективные и совершенные пути для их практического применения. От лабораторного сосуда Герона до грандиозных водных спектаклей в Дубае или Сингапуре — таков путь одной идеи, доказавшей свою вечную актуальность.

Таким образом, рассмотрев связь между инженерной мыслью о создании бесперебойного источника воды, коим является фонтан Герона, и современными фонтанами, я могу сделать вывод, что связь между инженерией и искусством является двусторонней и может привести к созданию инновационных продуктов и произведений искусства, которые будут не только функциональными, но и красивыми и эстетически приятными.

Мне хочется думать, что будущее инноваций, ориентированных на человека, лежит именно на стыке этих двух миров. У художников много творческих идей, но им часто недостаёт технологических знаний, чтобы воплотить их в жизнь. Инженеры и ученые, в свою очередь, должны понимать человеческие аспекты технологий, чтобы осознанно подходить к тому, как их разработки могут как помочь, так и усугубить ситуацию в обществе.

Список использованной литературы

1. Общая сводка про фонтан Герона <https://clubhistory.ru/raznoe-i-interesnoe/izobreteniya-gerona-aleksandrijskogo.html>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Фонтан_Герона
3. <https://dzen.ru/a/XyjylV17sRDktzs>
4. <https://veldtrade.ru/fontany/>