

Цикл задач о железнодорожном пути

В.А. Кожевникова

Имя задачи: Задача о стыках

Автор: Кожевникова В.А.,
учитель математики школы-
интерната № 29 ОАО «РЖД»
г. Уссурийска.

Предмет: Физика, про-
ориентация.

Класс: 8.

Тема: Тепловые явле-
ния.

Профиль: Общеобра-
зовательный.

Уровень: Минимальный.

Текст задачи. Раньше
нам на уроках физики в
школе рассказывали, что
летом железнодорожный
путь, соединяющий некие
города А и В, длиннее, чем
зимой. А ещё объясняли, по-
чему стучат колёса поездов.
Как связаны между собой
приведённые выше факты?
И почему сегодня, путеше-
ствуя по железной дороге,
всё реже и реже можно ус-
лышать стук колёс?

а) Выделите ключевые
слова для информационно-
го поиска.

б) Найдите и соберите необхо-
димую информацию.

в) Обсудите и проанализируйте
собранный информацию.

г) Сделайте выводы.

д) Сравните ваши выводы с куль-
турным образцом.

Возможные информационные источники

Книги:

Большая энциклопедия транс-
порта: В 8 т. Т. 4. Железнодорожный
транспорт / Гл. ред. Н.С. Конарев. М.:
Большая Российская энциклопедия,
2003.

Железнодорожный путь / Т.Г.
Яковлева, Н.И. Карпущенко, С.И.
Клинов, Н.Н. Путря, М.П. Смирнов;
под ред. Т.Г. Яковлевой. М.: Транс-
порт, 1999.

Web-сайты:

[http://www.complexdoc.ru/
ntdtext/481404](http://www.complexdoc.ru/ntdtext/481404)

[http://scbist.com/zheldor/okzd/
okzd_5.html](http://scbist.com/zheldor/okzd/okzd_5.html)

http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%EB%D0%ED%D0%EE%D0%EE%D0%ED%FB%E9_%EF%F3%F2%FC

Культурный образец

<http://presfiz.narod.ru/zf/> Я.И.
Перельман. *Занимательная физика.*
Кн. 1. Изд. 20-е, стереот. М.: Наука.
Главная ред. физико-математичес-
кой лит-ры, 1979.

Глава шестая. Тепловые явления

Когда Октябрьская железная до-
рога длиннее — летом или зимой?

На вопрос: «Какой длины Октябрьская железная дорога?» — кто-то ответил:

— Шестьсот сорок километров в среднем; летом метров на триста длиннее, чем зимой.

Неожиданный ответ этот не так нелеп, как может показаться. Если длиной железной дороги называть длину сплошного рельсового пути, то он и в самом деле должен быть летом длиннее, чем зимой. Не забудем, что от нагревания рельсы удлиняются — на каждый градус Цельсия более чем на одну 100000-ю своей длины. В знойные летние дни температура рельса может доходить до 30-40° и выше; иногда рельс нагревается солнцем так сильно, что обжигает руку. В зимние морозы рельсы охлаждаются до -25° и ниже. Если остановиться на разнице в 55° между летней и зимней температурой, то, умножив общую длину пути 640 км на 0,00001 и на 55, получим около 1/3 км. Выходит, что и в самом деле рельсовый путь между Москвой и Ленинградом летом на треть километра, т.е. примерно метров на триста, длиннее, нежели зимой.

Изменяется здесь, конечно, не длина дороги, а только сумма длин всех рельсов. Это не одно и то же, потому что рельсы железнодорожного пути не примыкают друг к другу вплотную: между их стыками оставляются небольшие промежутки — запас для свободного удлинения рельсов при нагревании (зазор этот при длине рельсов 8 м должен иметь при 0° размер 6 мм. Для полного закрытия такого зазора нужно повышение температуры рельса до 65°C). При укладке трамвайных рельсов нельзя, по техническим условиям, оставлять зазоры. Это обычно не вы-

зывает искривления рельсов, так как вследствие погружения их в почву температурные колебания не так велики, да и самый способ скрепления рельсов препятствует боковому их искривлению. Однако в очень сильный зной трамвайные рельсы всё же искривляются.

Наше вычисление показывает, что сумма длин всех рельсов увеличивается за счёт общей длины этих пустых промежутков; общее удлинение в летние знойные дни достигает 300 м по сравнению с величиной её в сильный мороз. Итак, железная часть Октябрьской дороги действительно летом на 300 м длиннее, нежели зимой.

То же случается иногда и с рельсами железнодорожного пути. Дело в том, что на уклонах подвижной состав поезда при движении увлекает рельсы за собой (иной раз даже вместе со шпалами), в итоге на таких участках пути зазоры нередко исчезают, и рельсы прилегают друг к другу концами вплотную.

Методический комментарий

Данная задача относится к минимальному уровню, поскольку в предложенных источниках информации содержится ответ на вопрос задачи. Ключевые слова для информационного поиска: «железнодорожный путь».

В ходе решения задачи учащиеся должны получить ответы на следующие вопросы:

- Для чего предусмотрены зазоры между концами рельсов?
- Чем бесстыковой путь отличается от старых железнодорожных путей?
- Каким образом изменение температуры влияет на состояние железнодорожного полотна?

Имя задачи: Задача о «бархатном» пути

Автор: Кожевникова В.А., учитель математики школы-интерната № 29 ОАО «РЖД» г. Уссурийска.

Предмет: Физика, профориентация.

Класс: 8.

Тема: Тепловые явления.

Профиль: Общеобразовательный.

Уровень: Минимальный.

Текст задачи.

Спят пассажиры под стук
перекатный...

Ночь, темнота.

Глухи места.

Мчится состав...

Стуки на стыках верстают

стаккато:

«Как-то не так,
как-то не так,
как-то не так...»

Дмитрий Тиме

В последнее время, путешествуя по железной дороге, мы всё реже слышим стук колёс. Пассажиры чувствуют себя более комфортно, когда поезд идёт по новому пути, а машинисты называют этот путь «бархатным». Каковы особенности «бархатного пути» и почему исчезает стук колёс?

а) Выделите ключевые слова для информационного поиска.

б) Найдите и соберите необходимую информацию.

в) Обсудите и проанализируйте собранную информацию.

г) Сделайте выводы.

д) Сравните ваши выводы с культурным образцом.

Возможные информационные источники

Книги:

Большая энциклопедия транспорта: В 8 т. Т. 4. Железнодорожный транспорт / Гл. ред. Н.С. Конарев. М.: Большая Российская энциклопедия, 2003.

Железнодорожный путь / Т.Г. Яковлева, Н.И. Карпущенко, С.И. Клинов, Н.Н. Путря, М.П. Смирнов; под ред. Т.Г. Яковлевой. М.: Транспорт, 1999.

Рельсосварочное предприятие // Железнодорожный транспорт: Энциклопедия / Гл. ред. Н.С. Конарев. М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. С. 368–369.

Web-сайты:

<http://trainclub.ru/forum/index.php?topic=4.0>

http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%E5%EB%FC%F1%EE%F1%E2%E0%F0%EE%F7%ED%EE%E5_%EF%F0%E5%E4%EF%F0%E8%FF%F2%E8%E5

<http://www.complexdoc.ru/ntdtext/481404>

Культурный образец

<http://www.youtube.com/watch?v=BEr7KpnqDxl>

Видеоролик. Рельсосварочный поезд № 1

Учебный фильм. Бесстыковой путь: особенности укладки и эксплуатации.

http://rzd.ru/static/public/rzd?STRUCTURE_ID=5010&layer_id=3290&id=3855

Путевая рельсосварочная самоходная машина ПРСМ-6

Предназначена для сварки электродным способом стыков рельсов сечением от 6400 до 12000 мм²

при строительстве и ремонте железных дорог в условиях умеренного климата при температуре наружного воздуха от -20°C до $+45^{\circ}\text{C}$ и высоте над уровнем моря до 1000 м.

Самоходная рельсосварочная машина создана для обеспечения и восстановления рельсовых плетей путём качественной сварки любых рельсов, применяемых в путевом хозяйстве, в пути, работая как самостоятельная единица, так и на железнодорожных платформах в составе плетукладочного комплекса и индукционной термообработки сварных стыков с обеспечением качества металла.

Методический комментарий

Решая данную задачу, учащиеся познакомятся с особенностями укладки и эксплуатации бесстыкового пути, а также с предпочтениями железнодорожного транспорта, обеспечивающими строительство и ремонт железнодорожного полотна.

Задача может быть использована с целью профориентации учащихся на железнодорожные профессии, а также в рамках спецкурса «Общий курс железных дорог» в учебных заведениях железнодорожного транспорта.

Имя задачи: Задача о выборе пути

Автор: Кожевникова В.А., учитель математики школы-интерната № 29 ОАО «РЖД» г. Уссурийска.

Предмет: Физика, профориентация.

Класс: 8.

Тема: Тепловые явления.

Профиль: Общеобразовательный.

Уровень: Минимальный.

Текст задачи. 12.06.2008 на сайте viperson.ru появилось сообщение:

«Несколько вагонов пассажирского поезда номер 326, следовавшего по маршруту Хабаровск—Нерюнгри, сошли с рельсов в четверг около 08.00 мск в 18 километрах от города Шимановска в Амурской области. Авария произошла, предположительно, из-за расхождения рельсов, сообщил РИА «Новости» официальный представитель Следственного комитета при прокуратуре РФ (СКП) Владимир Маркин. «По предварительным данным следствия, рельсы разошлись из-за жары, которая сейчас стоит в Амурской области», — сказал Маркин. Ранее пресс-служба Минтранса сообщила, что машинист поезда «за 200 метров на скорости 95 км/ч при выходе из левой кривой увидел искривление пути и применил экстренное торможение»».

Как называется это явление на языке железнодорожников? Дайте объяснение данному явлению. На каких участках железнодорожного полотна оно может возникнуть? Каким образом путейцы снимают риски возникновения искривления рельсов?

а) Выделите ключевые слова для информационного поиска.

б) Найдите и соберите необходимую информацию.

в) Обсудите и проанализируйте собранную информацию.

г) Сделайте выводы.

д) Сравните ваши выводы с культурным образцом.

Возможные информационные источники

Web-сайты:

<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D2%E5%EC%EF%E5%F0%E0%F2%F3%>

РЕСУРСЫ

F0%ED%FB%E9_%E2%FB%E1%F0%EE%F1_%EF%F3%F2%E8

<http://scbist.com/zh-d-stati/5494-statya-osobennosti-proizvodstva-rabot-po-tekuschemu-soderzhaniyu-besstykovogo-puti.html>

http://ng.by/ru/issues?art_id=67454

<http://www.ngpedia.ru/id622786p2.html>

<http://goct.info/Data1/9/9431/index.htm>

<http://krpms.ru/rshp-48/>

Культурный образец

<http://ukrtrains.narod.ru/teh/put/putei12.htm> *Троицкий Л.Ф. Горжусь профессией путейца. М.: Транспорт, 1985.*

Колея без стыков

Стук вагонных колёс на рельсовых стыках своей ритмичностью давно уже привлекал многих поэтов и композиторов. В ритме стука колёс писали стихи и слагали песни, особенно на железнодорожную тематику. И вот этот стук на дорогах начинает исчезать.

«Выехал с булыжника на асфальт», — говорят иногда машинисты, попадая со стыкового пути на бесстыковой, или, как его называют, «бархатный». Это путь нашего настоящего и будущего, его укладка увеличивается из года в год.

Бесстыковой путь отличается тем, что в нём вместо рельсовых звеньев служат сварные рельсовые плети длиной 800–950 метров, а иногда и больше.

Наверное, в школе на уроках физики у вас ставили такой опыт: нагревали железный стержень, крепко зажатый с двух концов, а он, не имея

возможности удлиниться, изгибался. Как же ведёт себя бесстыковой путь при повышении температуры в жаркий летний день или в зимнюю стужу, когда спирт в термометре опускается далеко за нулевую отметку? Ведь рельсовые плети тоже металлические, да к тому же намного длиннее школьного стержня. И на них нет зазоров, которые заполняются при нагревании рельсов и открываются при их охлаждении.

Несмотря на всё это, бесстыковой путь остаётся в неизменном, стабильном положении. Почему?

Дело в том, что длинные рельсовые плети при их охлаждении или нагреве относительно температуры укладки всё-таки изменяют свою длину. Но укорачивается или удлиняется не вся плеть, а только её сравнительно короткие концевые участки. Середина же остаётся неподвижной и вот из-за чего. Продольные температурные силы, возникающие в плети при изменении температуры, не могут справиться с силами трения. Скрепления столь крепко прижимают плети к шпалам, что не дают рельсу сдвинуться по подкладкам.

Но в рельсах при нагревании появляются большие продольные силы сжатия, а при охлаждении — силы растяжения. И здесь возникает вот какая довольно серьёзная опасность.

Если сжимающие силы окажутся очень большими, то обе рельсовые плети всё-таки смогут искривиться, и путь (рельсы вместе со шпалами) сдвинется в сторону обочины. А этого никак нельзя допустить, потому что поезд, проходящий в момент сдвижки (выброса) по пути или наехавший на искривлённый путь, потерпит крушение. Значит, беспредельно нагревать

рельсовые плети нельзя. На сколько же градусов может безопасно подниматься температура по сравнению с температурой укладки? Это устанавливают специальным расчётом.

При этом учитывают мощность рельса (его тип), вид шпал (деревянные или железобетонные) и характеристику участка — прямой он или кривой. На кривом участке выброс более вероятен, так как путь уже изогнут. Остаётся его лишь немного подтолкнуть. Так вот, если годовой размах (амплитуда) изменения температуры рельса (от наименьшей до наибольшей) превышает допустимую величину, то рельс надо освободить от возникающих при этом температурных сил. Как их ликвидировать? Для этого весной и осенью каждую плеть раскрепляют и встряхивают специальными приборами, давая ей возможность свободно укоротиться или удлиниться. Потом её снова прикрепляют к шпалам. Такая работа называется «разрядкой температурных напряжений в плети».

Между двумя соседними плетями укладывают по 2–4 уравнивающих рельса. Когда плети удлиняются, эти рельсы заменяют более короткими, а когда укорачиваются — более длинными.

В последнее время интенсивно внедряется бесстыковая путь без сезонной разрядки температурных напряжений. Он экономит много трудовых затрат. Возможность укладки такого пути определяют расчётом, учитывая колебания температуры, воздействие на путь локомотивов, прочность рельсов, скорость движения поездов и другие условия. Напряжения, возникающие в рельсах, в таких случаях не превышают максимально допустимых, поэтому раскрепляют и

встряхивать плети не надо. Удлинение или укорочение их концевых участков компенсируют укладкой уравнивающих рельсов разной длины.

Расходы на содержание бесстыкового пути по сравнению со стыковым на 25–30% меньше; рельсы, шпалы, балласт в нём служат дольше. Поезду идти по пути без стыков легче, чем со стыками, поэтому сопротивление движению уменьшается, а значит, электровозы меньше затрачивают электроэнергии, а тепловозы — дизельного топлива, меньше изнашиваются локомотивы и вагоны. Прямая экономия ресурсов!

<http://www.youtube.com/watch?v=mqej8XdbfJY>

Видеоролик. Рельсошлифовальный поезд РШП-48К.

Методический комментарий

Задача носит профориентационный характер. Она отнесена к общему уровню, поскольку учащимся предстоит самостоятельно сопоставлять факты и собственные знания для ответа на поставленные в задаче вопросы. Ключевые слова для информационного поиска: «искривление пути».

В ходе решения задачи учащиеся должны выяснить, что такое «температурный выброс пути» и каковы причины этого явления; получить представление о бесстыковом пути и его обслуживании.

Видеосюжеты, представленные в культурном образце, дают возможность учащимся познакомиться с современной железнодорожной техникой, позволяющей обеспечивать безопасное движение поездов.