

VIII SCIENTIFIC CONFERENCE  
**Telematics, Logistics  
and Transport Safety**

Katowice - Cieszyn

16-18 October 2008

**TLTS**

**2008**

Conference proceedings



Silesian University of Technology  
Faculty of Transport

Department of Automotive Vehicle Construction  
Department of Logistics and Mechanical Handling  
Department of Transport Informatics Systems

# Conference Materials

VIII Scientific Conference

---

## TLTS'08

---

**Telematics, Logistics and Transport Safety**  
Telematyka, Logistyka i Bezpieczeństwo Transportu

Media patronage:

**Transport Problems International Scientific Journal**

ISSN 1896-0596, The Silesian University Of Technology,  
Faculty Of Transport

INFRASTRUKTURA

Magazyn  
**AUTOSTRADY**  
Budownictwo drogowo-mostowe

**etransport.pl**

**Transport Problems**  
International Scientific Journal

**EURO**  
**Logistics**  
ZARZĄDZANIE ŁAŃCUCHEM DOSTAW

**Polska**  
**Truck**  
& business

**SPEDYCJA**  
**TRANSPORT**  
**LOGISTYKA**

October 2008

# **Silesian University of Technology Publication Faculty of Transport**

The Silesian University of Technology  
Faculty of Transport  
40-019 Katowice, Krasińskiego st. 8, room 111  
tel. +48 32 603 41 46  
mail: tlts@polsl.pl

**Edition and reviews  
Prof. Aleksander Sładkowski**

**Technical edition  
Ph.D. Tomasz Figlus  
MSc. Marcin Bugdol  
MSc. Artur Ryguła**

*Copyright Silesian University of Technology, Faculty of Transport*

<b>35. WYZNACZENIE PARAMETRÓW PRZEKŁADEK SPRĘŻYSTYCH DO PRZYTWIERDZEŃ</b>	
<i>Aleksander SŁADKOWSKI</i> .....	272
<b>36. DETERMINANTS OF EUROPEAN AIR TRAFFIC DEVELOPMENT</b>	
<i>Sanja STEINER, Ana BOŽIČEVIĆ, Tomislav MIHETEC</i> .....	278
<b>37. STRATEGIC FRAMEWORK OF TRANSPORT DEVELOPMENT</b>	
<i>Sanja STEINER</i> .....	289
<b>38. MATHEMATICAL MODELLING OF FASTENING WITH CARGOES DISPLACEMENT TRANSVERSE TO WAGON</b>	
<i>Elena TIMUKHINA</i> .....	299
<b>39. ANALYTICAL MODELLING CARGOES DISPLACEMENT IN WAGON AND TENSION IN FASTENING</b>	
<i>Khabibulla TURANOV, Elena TIMUKHINA</i> .....	303
<b>40. DYNAMIC ANALYSIS OF THE GANTRY CRANE USED FOR TRANSPORTING BOP</b>	
<i>Andrzej URBAŚ, Stanisław WOJCIECH</i> .....	311

**Aleksander ŚLADKOWSKI**

Silesian University of Technology, Faculty of Transport

Krasińskiego St. 8, 40-019 Katowice, Poland

*Corresponding author.* E-mail: aleksander.sladkowski@polsl.pl

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГИХ ПРОКЛАДОК ДЛЯ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ**

**Summary.** Рельсовые скрепления являются одним из основных элементов верхнего строения пути. Упругие прокладки служат важным элементом рельсовых скреплений. Определение их упругих характеристик является необходимым для последующего изучения динамического взаимодействия пути и подвижного состава.

## **WYZNACZENIE PARAMETRÓW PRZEKŁADEK SPRĘŻYSTYCH DO PRZYTWIERDZEŃ**

**Streszczenie.** Przytwierdzenia szyn do podkładów są jednym z podstawowych elementów nawierzchni kolejowej. Sprężyste przekładki są ważnym elementem konstrukcji przytwierdzeń. Wyznaczenie ich parametrów sprężystości potrzebno do dalszej analizy współpracy dynamicznej pomiędzy torem a pojazdem szynowym.

### **1. ВВЕДЕНИЕ**

Рельсовые скрепления являются одним из важнейших элементов верхнего строения пути. От их надежной работы зависит безопасность движения поездов. Они выполняют функцию соединения рельсовых нитей и шпальной решетки. На них лежит задача первичной амортизации динамического взаимодействия пути и подвижного состава. Рельсовые скрепления выполняют также важную функцию фиксирования бесстыковых путей при температурном воздействии на путь. И, наконец, рельсовые скрепления выполняют функцию электрической изоляции между рельсовыми нитями.

Существует много конструкций промежуточных рельсовых скреплений. В монографии [1] рассматривается три основных типа скреплений: нераздельные, раздельные и смешанные. Их отличие сводится к способу крепления рельса к шпале. Кроме того различия в конструкции вносятся также типом используемых шпал: деревянные или железобетонные. Еще большее количество различных конструкций рельсовых скреплений приведено в книге [2]. Анализ этих и других литературных источников показывает, что как на железных дорогах Центральной Европы, так и на железных дорогах стран бывшего СССР, преобладают рельсовые скрепления раздельного типа. На Польских железных дорогах для деревянных и железобетонных шпал используются скрепления марки К. Их аналогом на железных дорогах стран бывшего СССР являются скрепления КБ для железобетонных шпал и скрепления Д2 для деревянных шпал. В

работе [1] отмечалось, что указанные крепления имеют ряд существенных недостатков, к числу которых относятся сравнительно большое количество деталей, их повышенная материалоемкость, увеличенный износ неметаллических элементов, что требует их дополнительного ремонта. И, тем не менее, значительные преимущества креплений такого типа превышают их недостатки и делают их наиболее распространенными на сети железных дорог разных стран.

В связи с тем, что конструкции указанных рельсовых креплений подобны, остановимся в рассматриваемой работе на рельсовом креплении типа КБ. Его конструкция предусматривает использование двух упругих прокладок. Одна устанавливается между подошвой рельса и рельсовой подкладкой, вторая между подкладкой и шпалой. Обе подкладки выполняют функции упругих демпфирующих элементов, а также изолирующие функции. В связи с этим их значение для анализа механической системы путь – экипаж достаточно велико. Однако в литературных источниках и интернете не удалось найти механические характеристики указанных прокладок. С учетом того, что современные вычислительные средства позволяют моделировать динамику указанной системы, для создания такой модели необходимо задать параметры упругости прокладок. В рассматриваемой статье сделана попытка на основе экспериментальных данных оценить указанные параметры.

## 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬСОВОГО СКРЕПЛЕНИЯ

Средствами AutoCAD было проведено геометрическое моделирование рельсового крепления. На рис. 1 показана конструкция рельсового крепления типа КБ. Для упрощения рисунка шпала и элементы крепления подкладки к шпале не показаны.

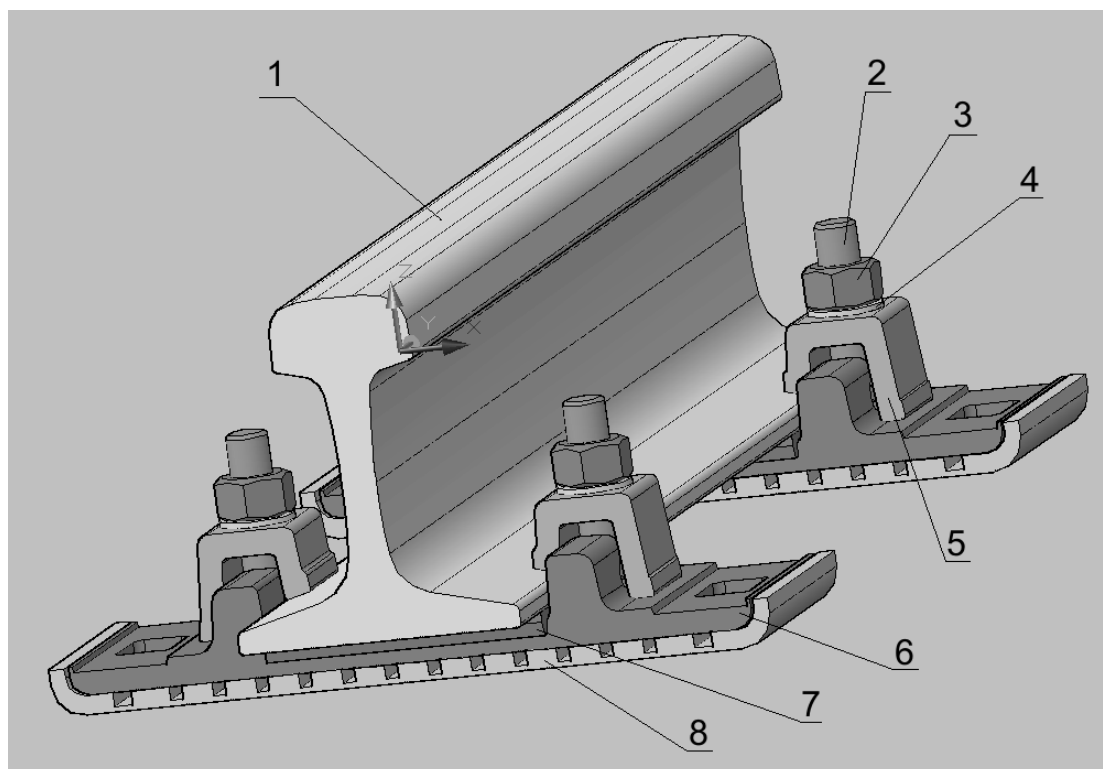


Fig. 1. Рельсовое крепление типа КБ  
Rys. 1. Przytwierdzenie pośrednie typu KB

Рельсовое крепление выполнено таким образом, что рельс 1 прижимается к стальной подкладке 6 при помощи клеммы 5. Прижимное усилие на клемме создается болтовым соединением, которое состоит из закладного болта 2, гайки 3 и пружинной шайбы 4. Между рельсом 1 и подкладкой размещается упругая прокладка 7. Данный элемент показан на рис. 2.

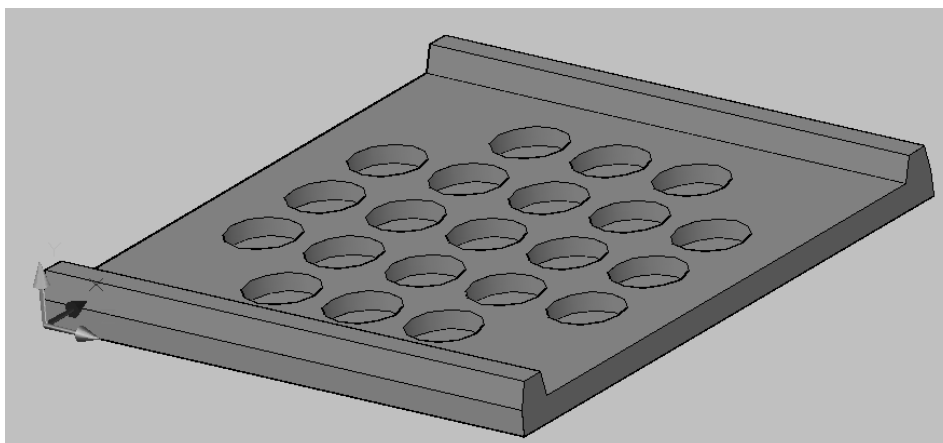


Fig. 2. Геометрическая модель упругой прокладки под рельс  
Rys. 2. Geometryczna model sprężystej przekładki pod szynę

Данная прокладка в конструкции рельсового скрепления типа КБ имеет обозначение ЦП-356 или ЦП-318. На рис. 2 прокладка показана в перевернутом состоянии. На ее нижней рабочей поверхности выполнено 21 несплошное отверстие. Вторым упругим элементом в конструкции рельсового скрепления КБ является упругая прокладка между стальной подкладкой и шпалой. Согласно железнодорожной номенклатуре она имеет обозначение ЦП-328. Ее геометрическая модель показана на рис. 3.

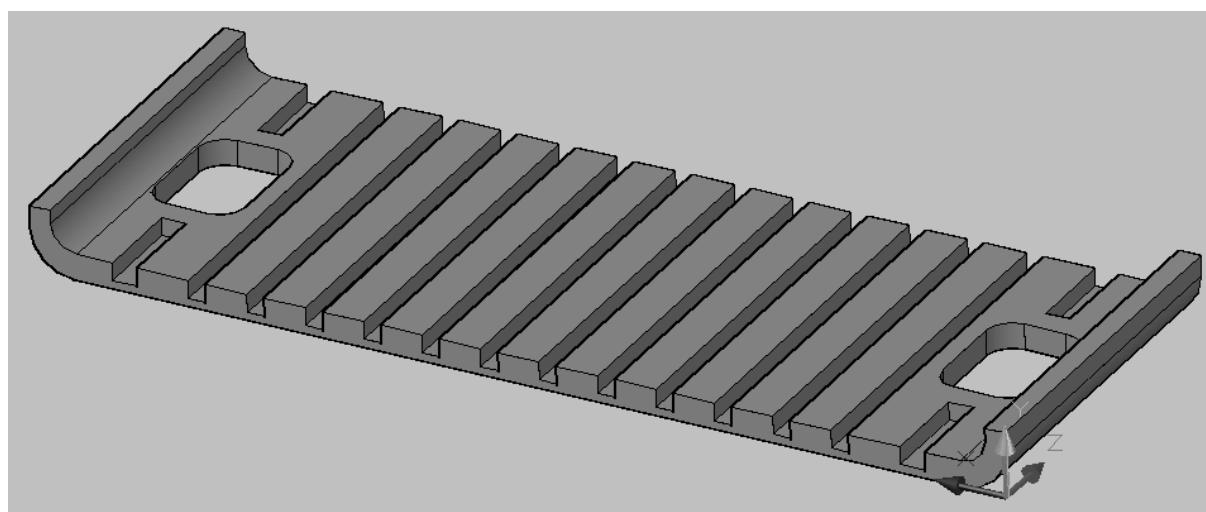


Fig. 3. Геометрическая модель упругой прокладки под подкладку  
Rys. 3. Geometryczna model sprężystej przekładki pod podkładką żebrową

### 3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА ПРОКЛАДОК

Материалом данной прокладки может быть достаточно жесткая резина или полиуретан. В статье [3] описана история выбора материала для данных прокладок. Как ясно из изложенного в ней, вопрос выбора материала для прокладок является достаточно сложным и открытым в настоящее время. В разное время в качестве материала использовались дерево, пресованная фанера, полиэтилен и другие материалы. В настоящее время для прокладок используются резины различных модификаций. Проходят также опытные испытания перспективных материалов. Указанные факторы влияют на то, что данные, описывающие механические характеристики материалов прокладок отсутствуют в литературе.

Техническая информация [4], опубликованная на странице производителя, Уральского завода рельсовых креплений, может дать необходимые для расчета данные. В частности, в ней приведены графики зависимости силы прижатия клеммы к рельсу от перемещения поверхности рельса в зоне указанного контакта клемма – рельс для различных конструкций рельсовых креплений. Среди указанных графиков выбраны два, которые относятся к креплению КБ. На рис. 4 приведены зависимости силы прижатия  $F$  от перемещения поверхности рельса  $x$ . Здесь учитывается определенная неточность, что в публикации [4] перемещения называются деформациями. График 1 соответствует случаю использования двухвитковой пружинной шайбы сечением 8x10, а график 2 аналогичный для использования трехвитковой шайбы того же сечения. К сожалению, указанные графики вызывают определенные вопросы. В частности, если рассматривается нагрузка на рельс в зоне контакта клеммы и перемещения того же самого места, то каким образом влияет выбор шайбы на деформации в указанной зоне контакта? Второй резонный вопрос заключается в том, что согласно графикам перемещения могут достигать почти 13 мм! Это при том, что толщина упругой прокладки составляет всего 7 мм. Ответами на поставленные вопросы может быть только то, что перемещения могли измеряться в другом месте. Например, измерялось вертикальное перемещение гайки. Очевидно, что в данном случае существенно, какая выбрана шайба.

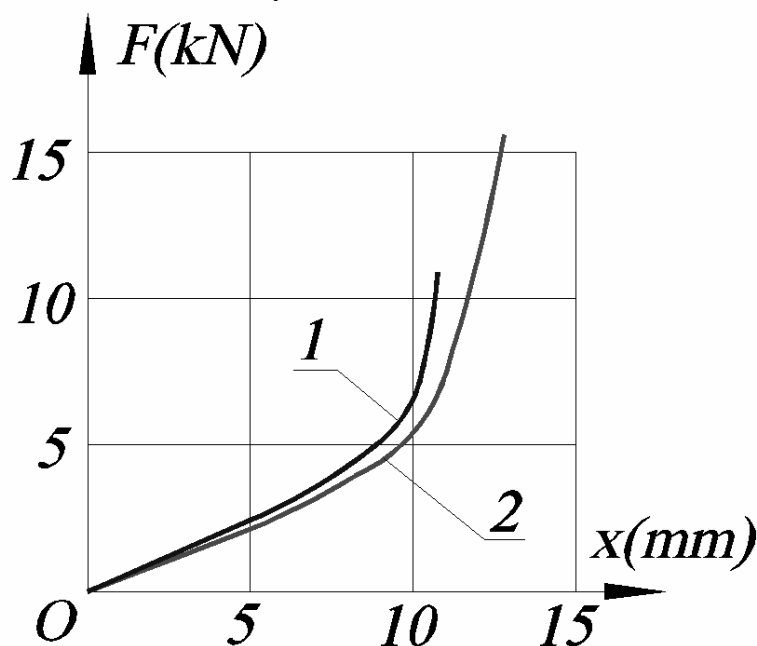


Fig. 4. Зависимость величины прижимной силы на клемме от смещения контактной зоны согласно [4]  
Rys. 4. Zależność wartości siły nacisku klamry od przemieszczenia strefy kontaktu według [4]



Таким образом, вопрос выбора упругих характеристик материала прокладки остается открытым и может быть решен путем моделирования контактного взаимодействия при взаимодействии нескольких деталей рельсового скрепления. В частности, в качестве первого шага предлагается рассматривать взаимодействие КЭ моделей рельса, клеммы, прокладки под рельс и рельсовой подкладки.

#### 4. КОНЕЧНО – ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЬСОВОГО СКРЕПЛЕНИЯ

На рис. 5 представлена КЭ модель рельсового скрепления. Здесь рассматривается «вырезанный» участок рельса Р65 совместно с рельсовой подкладкой и упругой прокладкой. Каждая из рассматриваемых деталей объявляется деформируемым «контактным телом» - терминология MSC.MARC.

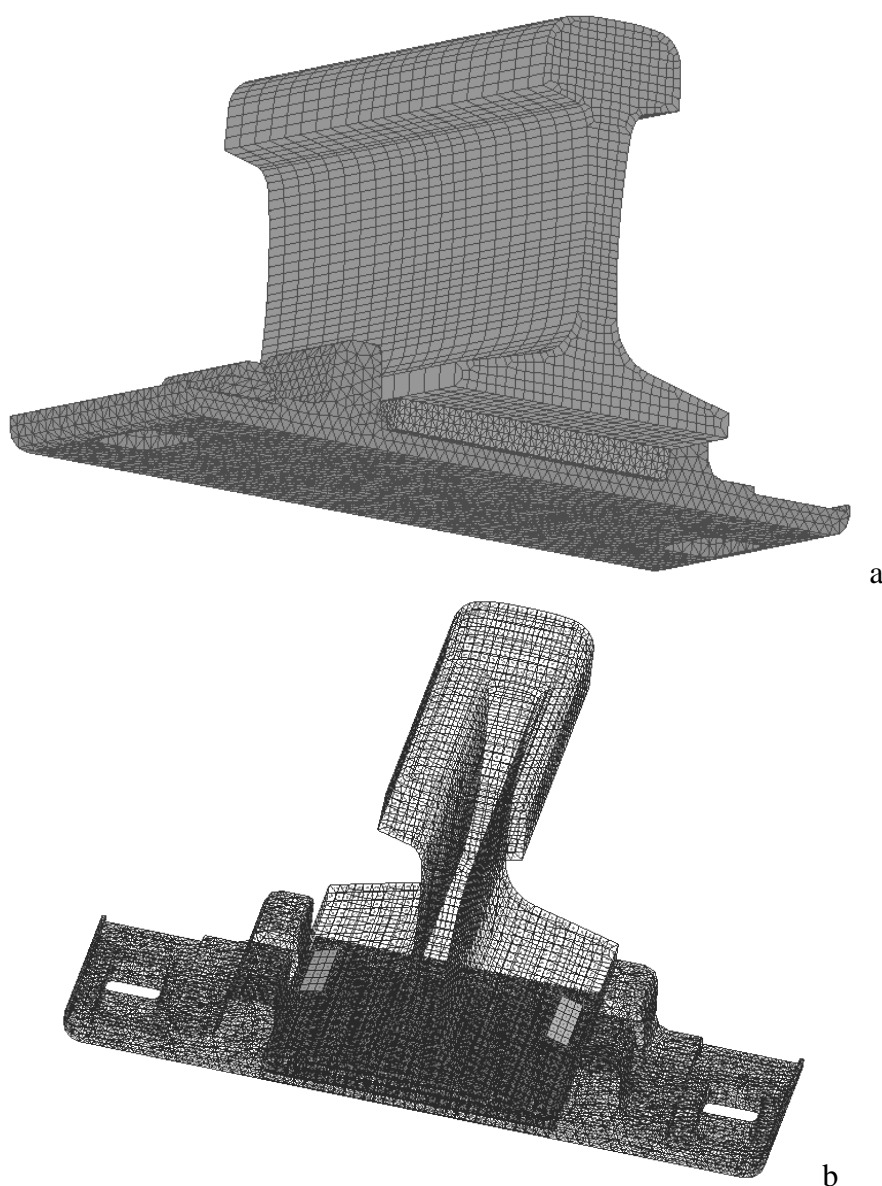


Fig. 5. Задание контактных тел в программе MSC.MARC  
Rys. 5. Zadanie ciał kontaktowych w oprogramowaniu MSC.MARC

Для генерации КЭ сеток рассматриваемых деталей использовалась методика, описанная в статье [5]. На рис. 6 представлено распределение эквивалентных напряжений в упругой прокладке под рельс, определенных по энергетическому критерию. Как видно из рисунка, распределение напряжений полностью соответствует конструкционным особенностям рассматриваемой прокладки.

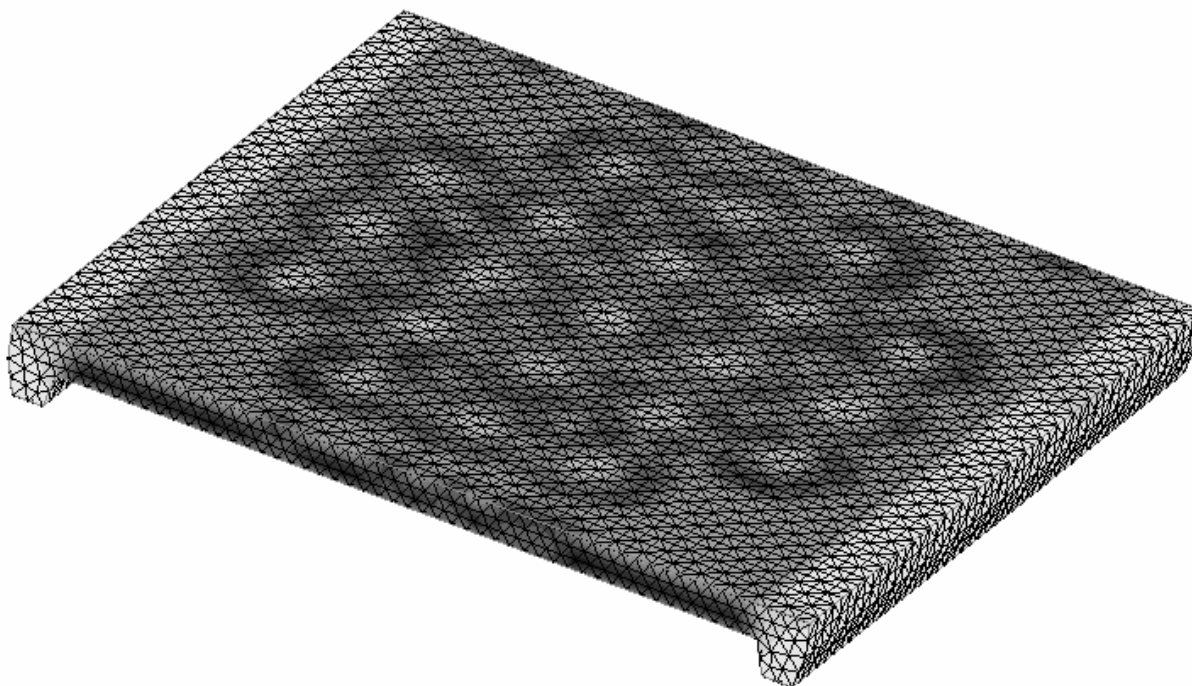


Fig. 6. Распределение эквивалентных напряжений в прокладке под рельс  
Rys. 6. Rozkład naprężeń redukowanych w przekładce pod szynę

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод конечных элементов может быть с успехом использован для определения упругих характеристик прокладок под рельс и под подкладку. Разработанная методика расчета позволила оценить величину жесткости указанных деталей рельсового скрепления типа КБ.

## Bibliography

1. Чернышев М.А., Крейнис З.Л.: *Железнодорожный путь*. XVI Konferencja Szkoły Jesiennej „Podstawowe problemy transportu przemośnikowego”, Изд-во «Транспорт», Москва, 1985.
2. Sysak J. (red.): *Drogi kolejowe*. PWN, Warszawa, 1986.
3. Саржанов Т.С.: *Прокладки для скреплений*. [www.rusnauka.com/15.PNR\\_2007/tecnic/21788.doc.htm](http://www.rusnauka.com/15.PNR_2007/tecnic/21788.doc.htm)
4. *Рельсовые скрепления*. [http://www.uzrs.ru/files/new\\_tech.doc](http://www.uzrs.ru/files/new_tech.doc)
5. Ślaskowski A.: *Analysis of stresses in welded rails under the action of different loadings*. Transport Policy. 11th International Conference on Transport Science. Conference Proceedings. – Faculty of Maritime Studies and Transport, University of Ljubljana, Portorož, 2008. – 9 p. (CD)