

ISBN 978-83-959742-1-2

Conference proceedings Transport Problems 2021

XIII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC
CONFERENCE

X INTERNATIONAL
SYMPOSIUM OF YOUNG
RESEARCHERS

28.06-30.06 2021
Katowice - Silesia
(online)



Silesian
University
of Technology



Ministry of Economic Development,
Labour and Technology

Krajowa
Reprezentacja
Doktorantów

KRD



UNDER THE HONORARY PATRONAGE OF



Silesian University of Technology
Faculty of Transport and Aviation Engineering

Transport Problems 2021

Proceedings

XIII International Scientific Conference

X International Symposium of Young Researchers

UNDER THE HONORARY PATRONAGE OF



Ministry of Economic Development,
Labour and Technology



Silesian University
of Technology

Krajowa
Reprezentacja
Doktorantów



ISBN 978-83-959742-1-2

Transport Problems
International Scientific Journal

editor-in-chief
A. Sładkowski
editorial board

*P. Czech, M. Cieśla, T. Haniszewski,
M. Juzek, W. Kamiński, P. Marzec, G. Wojnar*

*CONFERENCE -
TABLE OF
CONTENTS*

*SYMPOSIUM -
AUTHORS LIST*

*CONFERENCE &
SYMPOSIUM
PROGRAM*

*CONFERENCE -
TABLE OF
PRESENTATIONS*

*CONFERENCE &
SYMPOSIUM
PROCEEDINGS*

*CONFERENCE &
SYMPOSIUM
PARTICIPANTS*

No.	Author, title	Pages	
		Begin	End
57	Tadeusz OPASIAK, Jerzy MARGIELEWICZ, Damian GAŚKA, Tomasz HANISZEWSKI <i>Operational tests of rollers for belt conveyors in the Mysłowice-Wesola mine</i>	585	594
58	Grzegorz PERUŃ, Bartosz STOŁTNY, Mateusz URZĘDOWSKI <i>Identification of the predisposition to the occurrence of the phenomenon of occupational burnout among aviation personnel and the impact on the safety of air operations</i>	595	603
59	Grzegorz PERUŃ, Wiktoria WILCZYŃSKA <i>Review of non-destructive testing methods used in the automotive industry</i>	604	609
60	Grzegorz PERUŃ, Bartosz STOŁTNY <i>Investigation of the possibility of using image analysis to monitor the operating parameters of aircraft piston engine</i>	610	616
61	Grzegorz PUCHER, Sebastian ŚNIETKA, Michał SOLIŃSKI, Vanessa MARTINEZ, Tomasz OGNIK, Michał SZCZYGIEŁ, Damian HADRYŚ <i>Comparison of the traction properties of electric scooters and electric skateboards as modern means of individual urban transport</i>	617	625
62	Rustam RAHIMOV, Otabek NIGMATOV <i>Development of a new measuring scheme for determining the vertical impact of rolling stock on the railway track</i>	626	629
63	Zhanarys RAIMBEKOV, Bakyt SYZDYKBAYEVA, Kamshat MUSSINA <i>Modern trends and logistic infrastructure for transportation and sales of agricultural products</i>	630	642
64	Alexander RAK, Valeriy KUZNETSOV, Victor BUSER, Oksana GLAZEVA, Oleksii CHORNYI, Vitaliy KUZNETSOV <i>Method for determining the generating capacity of the waste heat recovery system of main engines</i>	643	653
65	Florin RUSCA, Eugen ROSCA, Mihaela POPA, Aura RUSCA, Mircea ROSCA, Antonio PORUMBITA <i>The transitional regime in discrete transport simulation models</i>	654	662
66	Katarzyna SICIŃSKA, Maria DĄBROWSKA-LORANC, Aleksandra JANKOWSKA <i>Changing transport behaviour for sustainable urban mobility</i>	663	673
67	Aleksander ŚLADKOWSKI, Petro MELNYCHUK, Yuriy PROYDAK, Vladislav RUBAN <i>Calculation of bodies for shaped mills for KZh20 machines</i>	674	680
68	Olga SMIRNOVA <i>Digital technologies of oversize and heavy cargo road transport</i>	681	687

Ключевые слова: цилиндрический режущий элемент, фасонная фреза, рабочая поверхность профиля, колесная пара, станок КЖ20, машина рельсового транспорта

Aleksander ŚLADKOWSKI

Silesian University of Technology, Faculty of Transport and Aviation Engineering
Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, Poland

Petro MELNYCHUK

Zhytomyr Polytechnic State University
Chudnivska 103, 10001 Zhytomyr, Ukraine

Yuriy PROYDAK, Vladislav RUBAN*

National Metallurgical Academy of Ukraine
Gagarina av. 4, 49600 Dnipro, Ukraine

*Corresponding author. E-mail: vladislav.ruban@yahoo.com

РАСЧЕТ КОРПУСОВ ФАСОННЫХ ФРЕЗ ДЛЯ СТАНКОВ КЖ20

Аннотация. Рассмотрены вопросы работы специальных фасонных фрез для станков КЖ20, определено количество одновременно работающих цилиндрических режущих элементов, для расчета напряженного состояния корпусов фасонных фрез с возможностью повышения эффективности восстановления рабочих поверхностей колесных пар машин рельсового транспорта на станках КЖ20.

CALCULATION OF BODIES FOR SHAPED MILLS FOR KZh20 MACHINES

Summary. Issues of operation of special shaped cutters for KZh20 machines are considered, the number of simultaneously operating cylindrical cutting elements is determined, for calculating the stress state of shaped cutters bodies with the possibility of increasing the efficiency of restoring the working surfaces of wheel pairs of rail vehicles on KZh20 machines.

1. ВВЕДЕНИЕ

Одной из проблем железнодорожного транспорта во многих странах является повышенный износ рабочих поверхностей колес вагонов и локомотивов, а также взаимодействующих с ними рабочих поверхностей головок рельсов. В качестве одного из возможных решений данной проблемы является повышение твердости колесной и рельсовой стали. Тем не менее, это решение вызывает много дополнительных вопросов и не однозначно встречает положительную оценку исследователей.

В условиях повышения скоростей и применения колесных пар повышенной твердости [1, 2], предъявляются требования к повышению точности и качества обработки профиля рабочей поверхности колесных пар машин рельсового транспорта, с одновременным снижением расходов и себестоимости. Такой восстановительный ремонт может осуществляться с использованием колесотокарной или колесофрезерной технологии. В странах бывшего СССР последняя технология получила большее распространение для обработки колесных пар локомотивов без их выкатки.

Восстановления рабочих поверхностей колесных пар машин рельсового транспорта на станках КЖ20 с помощью специальных фрез, проводится при выполнении технического обслуживания и ремонтных работ ТО3, ТО4, ТР1, ТР2. Этот способ восстановления является экономичным, сокращает время простоя локомотивов в депо.

Поэтому повышение эффективности восстановления рабочих поверхностей колесных пар машин рельсового транспорта на станках КЖ20 как никогда актуальна.

Среди дефектов фасонных фрез к станкам КЖ20 выделено две группы. Первая группа связана с изготовлением и подготовкой инструмента к работе. Вторая группа непосредственно связана с процессом фрезерования [3].

По результатам проведенного анализа авторы статьи [4] считают, что снижение образования указанных дефектов можно достичь целесообразным увеличением количества режущих элементов, одновременно снижает нагрузку на каждый режущий элемент.

Увеличение режущих элементов влечет за собой увеличение габаритных размеров и массы специальной фасонной фрезы. Были спроектированы модели фрез с 16 резцедержателями без изменения угла наклона резцедержателей и их толщины, с 14 резцедержателями с изменением угла наклона резцедержателей с 15° на 20° , а также изменения толщины резцедержателей с 20 мм на 16 мм.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОДНОВРЕМЕННО РАБОТАЮЩИХ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

В статье [5] приведено графическое моделирование угла перекрытия резцедержателя фасонной фрезы. Конструкция резцедержателя исследованных конструкций фрез содержат по тринадцать режущих элементов. Для улучшения моделирования дуга взаимодействия фрезы с обрабатываемой поверхностью колеса, с углом охвата одного резцедержателя разбит на количество режущих элементов. На рис. 1.а выполнено моделирование при глубине резания $t=0,7$ мм для фрезы с 10 резцедержателями и с 16 резцедержателями, так как угол наклона резцедержателей одинаков. На рис. 1.б выполнено моделирование при глубине резания $t=0,7$ мм для фрезы с 14 резцедержателя.

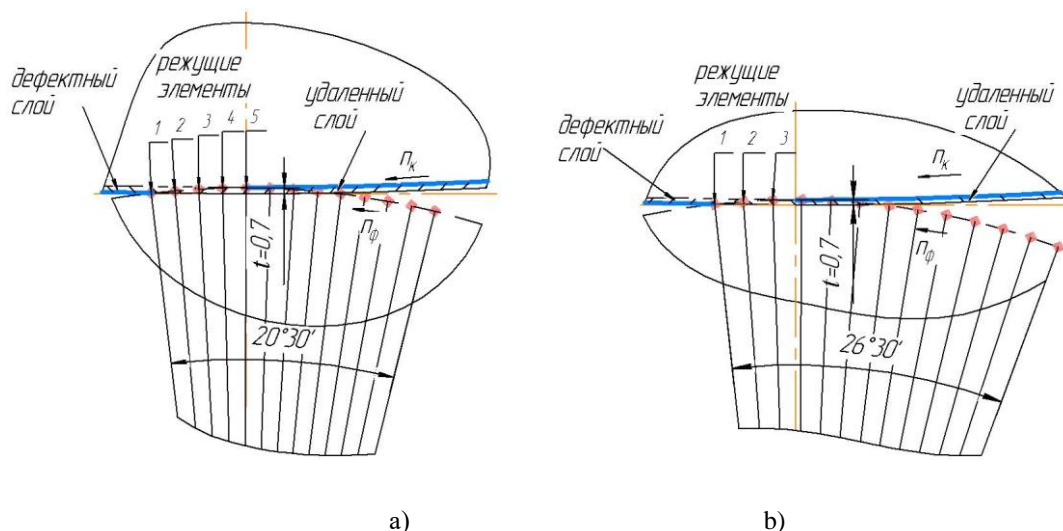


Рис. 1. Моделирование процесса резания при глубине резания $t=0,7$ мм
 а) для фрез с 10 и 16 резцедержателями, б) для фрезы с 14 резцедержателями
 Fig. 1. Simulation of the cutting process at a depth of cut $t=0,7$ mm
 а) for mills with 10 and 16 tool holders, б) for milling cutters with 14 tool holders

Для существующей фрезы с 10 резцедержателями угол охвата $20^{\circ}30'$ при глубине резания $t=0,7$ мм одновременно будет в работе пять режущих элементов, а для усовершенствованной конструкции фрезы с 14 резцедержателями угол охвата $26^{\circ}30'$ при глубине резания $t=0,7$ мм одновременно будет в работе три режущих элемента, подтверждается рис. 1.

На рис. 2.a выполнено моделирование при глубине резания $t=3,5$ мм для фрез с 10 и 16 резцедержателями. На рисунке 2.b выполнено моделирование при глубине резания $t=3,5$ мм для фрезы с 14 резцедержателями.

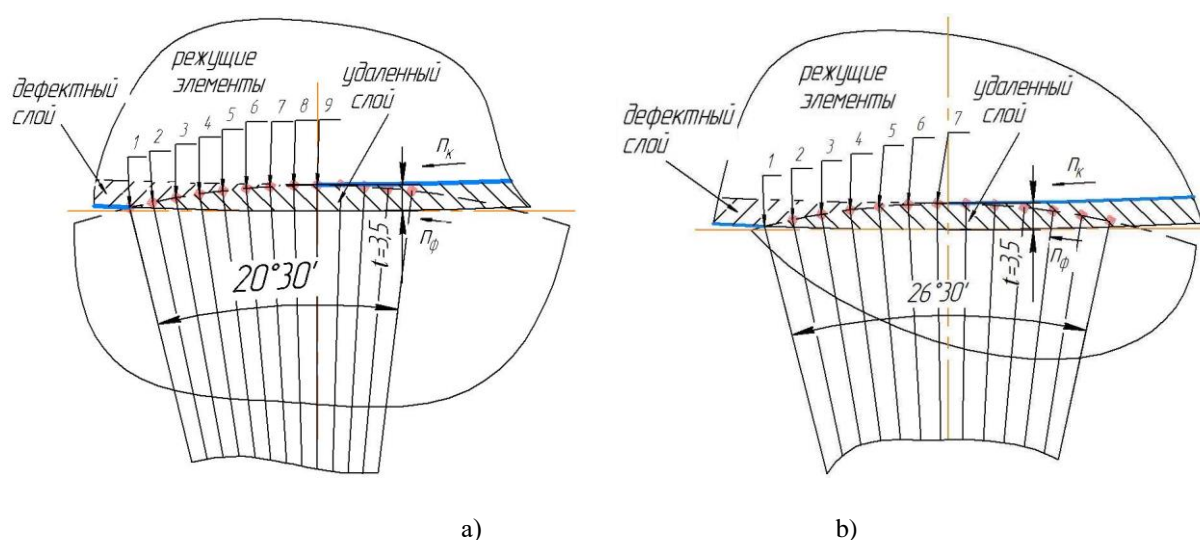


Рис. 2. Моделирование процесса резания при глубине резания $t=3,5$ мм
 а) для фрезы с 10 и 16 резцедержателями, б) для фрезы с 14 резцедержателями
 Fig. 2. Simulation of the cutting process at a depth of cut $t=3,5$ mm
 a) for mills with 10 and 16 tool holders, b) for milling cutters with 14 tool holders

Для существующей фрезы с 10 резцедержателями и для фрезы с 16 резцедержателями угол охвата $20^{\circ}30'$ при глубине резания $t=3,5$ мм одновременно будет в работе девять режущих элементов, а для усовершенствованной конструкции фрезы с 14 резцедержателями угол охвата $26^{\circ}30'$ при глубине резания $t=3,5$ мм одновременно будет в работе семь режущих элементов, что подтверждается рис. 2. Эти данные будут использованы при определении напряженно-деформированного состояния корпусов фасонных фрез.

3. РАСЧЕТ КОРПУСОВ ФАСОННЫХ ФРЕЗ

Корпус фасонной фрезы представляет собой массивную деталь в виде тела вращения, сложной геометрической формы. Корпус имеет два хвостовика, один из них конический. На корпусе со стороны конического хвостовика имеются вырезы для соединения с приводом станка. Центральная часть корпуса фасонной фрезы имеет пазы для резцедержателей. Пазы под резцедержатели выполнены под углом. Для фиксации резцедержателей в корпусе фрезы есть пазы для установки клиньев и резьбовые отверстия.

Материал корпуса сталь 45 по ГОСТ 1050, классифицируется как сталь конструкционная углеродистая качественная. Сталь 45 используется в промышленности для изготовления деталей: вал-шестерни, коленчатые и распределительные валы, шестерни, шпиндели, бандажи, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшенные и подвергающиеся поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность.

Для расчета напряженно-деформированного состояния корпусов фрез выбираем вкладку Simulation и выбираем «Новое исследование». В дереве исследования выбираем название нашей детали и выбираем «Применить / редактировать материал».

В SolidWorks, материал можно задать вручную или выбрать из установленной библиотеки материалов, аналог стали 45 - AISI 1045 (рис. 3), AISI (American Iron and Steel Institute).

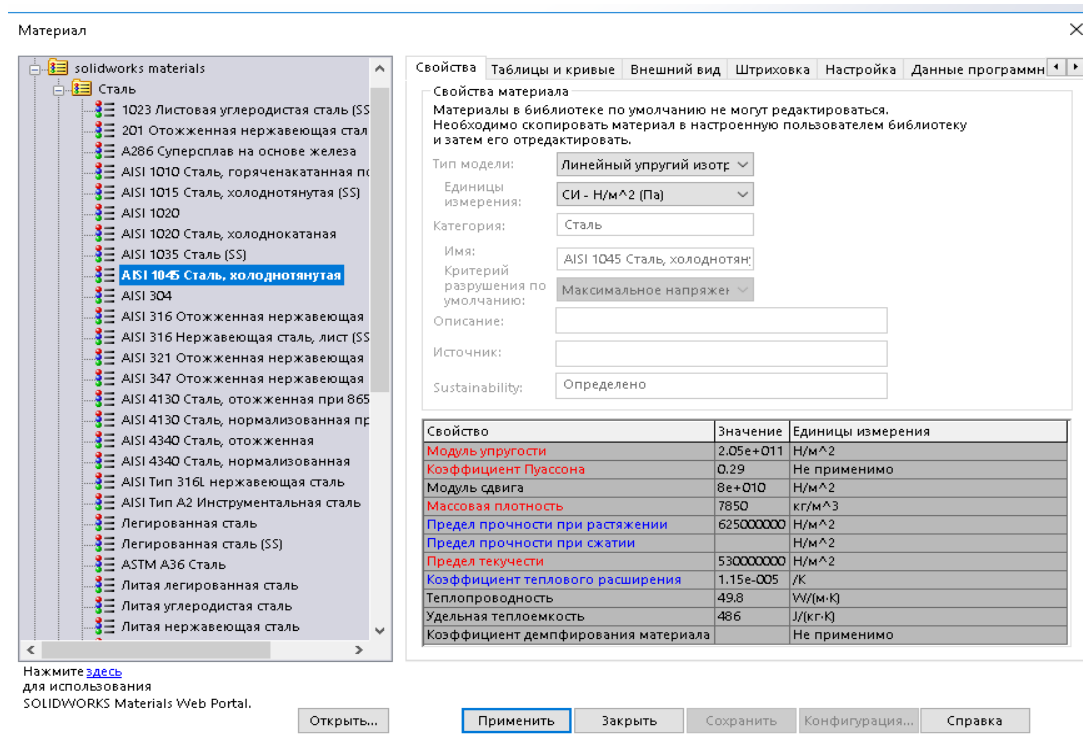


Рис. 3. Задание свойств материала корпуса
Fig. 3. Assigning body material properties

Задаем также поверхности для закрепления. В дереве исследования на вкладке «Крепеж» выбираем «Зафиксированная геометрия», затем выбираем фиксированные поверхности (рис. 4): 1. конусный хвостовик; 2. цилиндрический хвостовик.

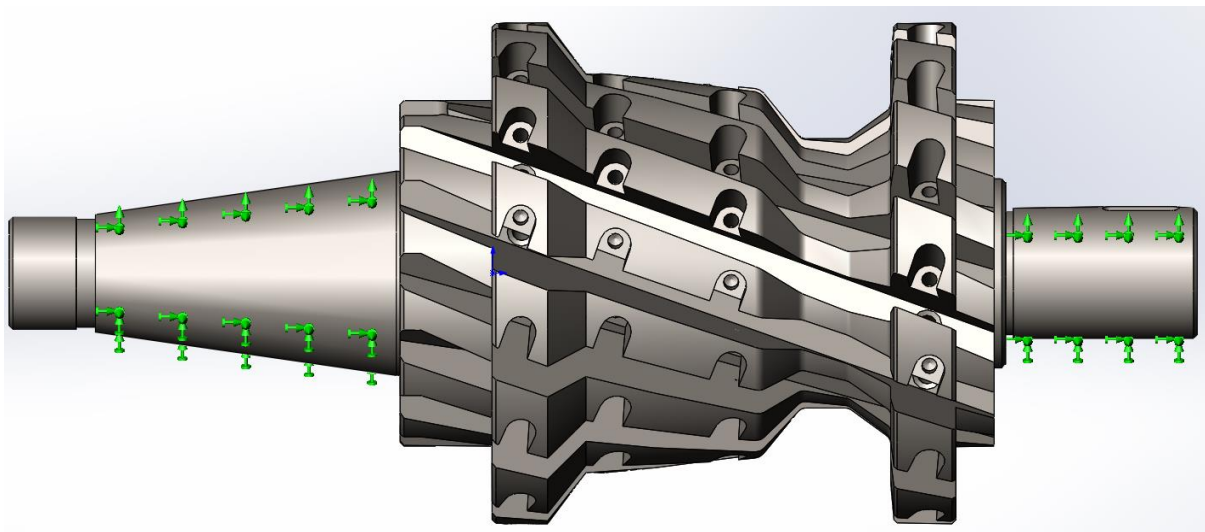


Рис. 4. Задание зафиксированных поверхностей корпуса
Fig. 4. Define the fixed surfaces of the body

Задаем силу, действующую на фрезу. В дереве исследования выбираем вкладку «Внешние нагрузки» и выбираем «Сила» и задаем ее величину (рис. 5).

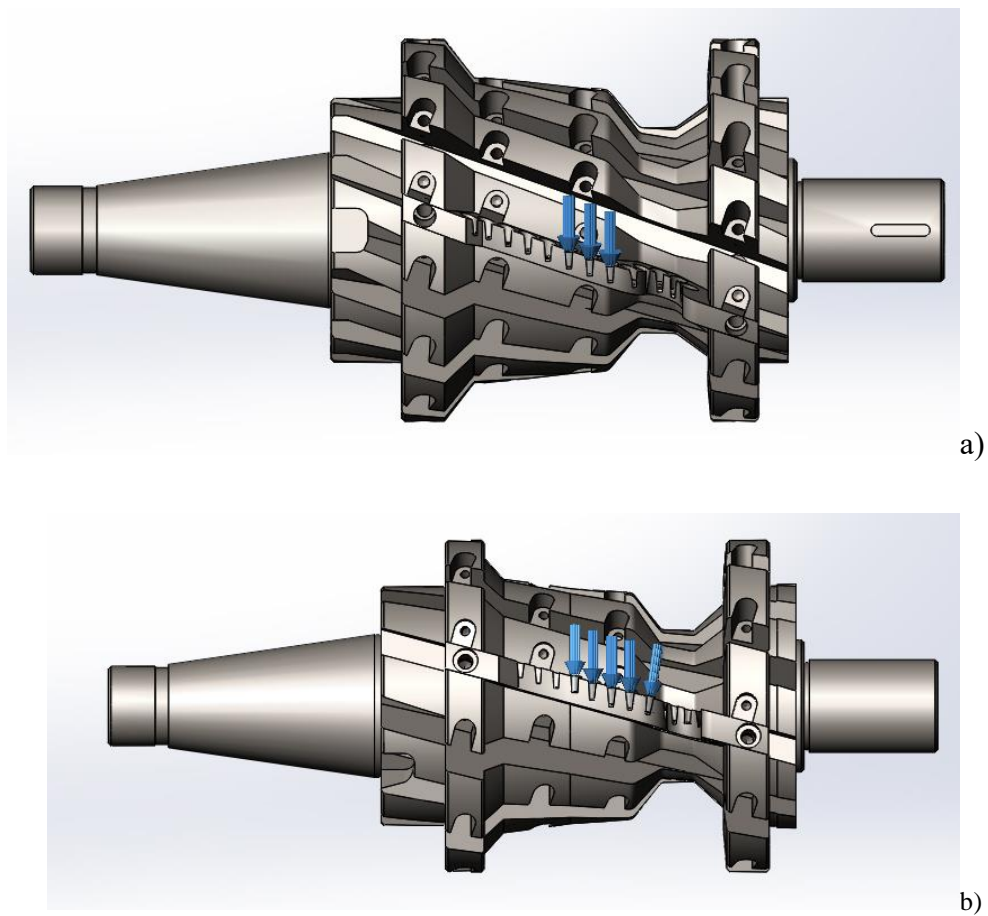


Fig. 5. Appointment of acting loads
Рис. 5. Задание действующих нагрузок

Конечно-элементная сетка созданная автоматически, показана на рис. 6.

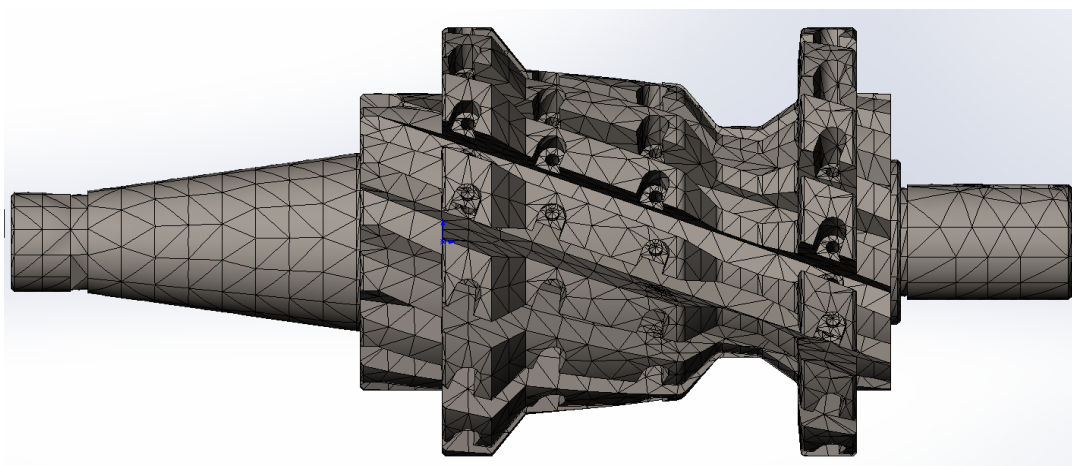


Рис. 6. Задание сетки конечных элементов
Fig. 6. Definition of finite element mesh

Выбираем вкладку Simulation далее «Запуск решающей программы для текущего исследования». В результате определяется напряженно-деформированное состояние корпусов фрез различных конструкций. Было определено, что напряженное состояние для фрез новой конструкции существенно меньше по сравнению с используемыми в настоящее время в эксплуатации.

Доказательством этому могут служить распределения параметра запаса прочности для корпусов фрез, которая приведены на рис. 7. В частности, для фрезы с 10 резцедержателями имеет место минимальный коэффициент запаса прочности, который составляет 6,0 (рис. 7.a). Для фрезы с 16 резцедержателями минимальный коэффициент запаса прочности существенно больше, т.е. 9,9 (рис. 7.b). И, наконец, для фрезы новой конструкции с 14 резцедержателями минимальный коэффициент запаса прочности составляет 8,3 (рис. 7.c).

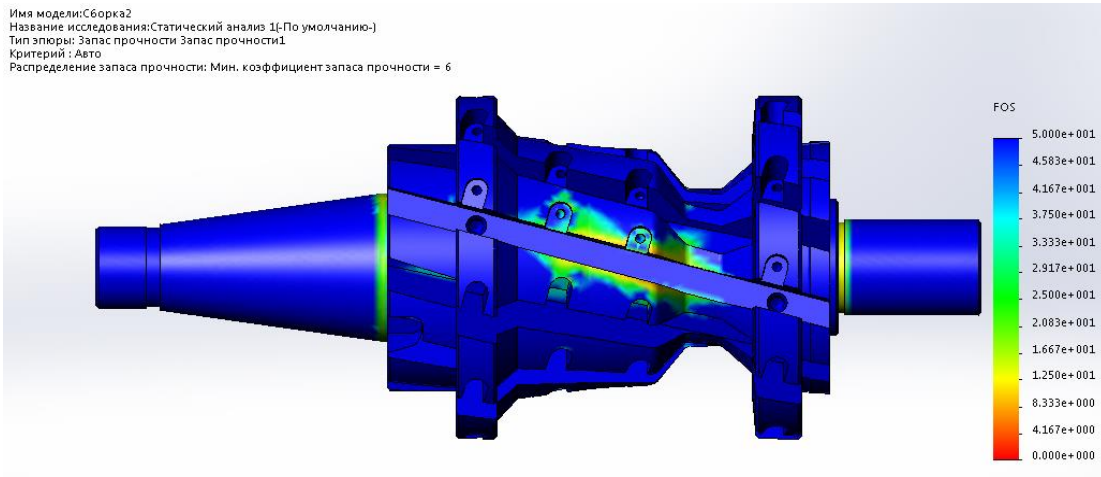
4. ВЫВОДЫ

В результате проведенных экспериментальных исследований и численного моделирования фрез для станков КЖ20 было определено, что предложенные конструкции фрез с 16 и 14 резцедержателями должны быть вполне работоспособны. Более того, напряженное состояние корпусов этих фрез существенно меньше по сравнению с используемыми в настоящее время фрезами с 10 резцедержателями.

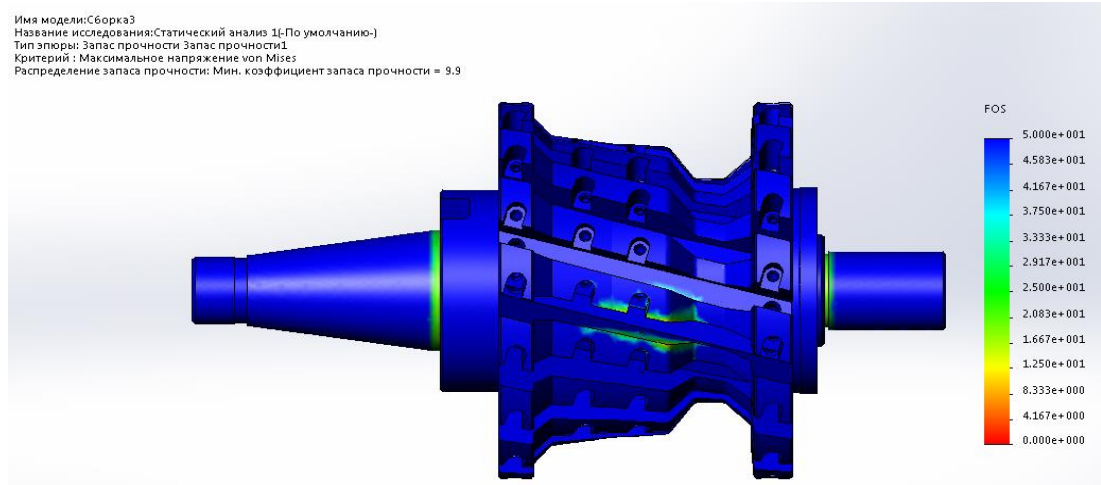
Если при этом учесть другие преимущества фрез новой конструкции, которые описаны в диссертационной работе [6], внедрение указанных разработок может способствовать существенной экономии финансовых средств в локомотивном хозяйстве разных стран, где продолжают использоваться станки серии КЖ-20.

Литература

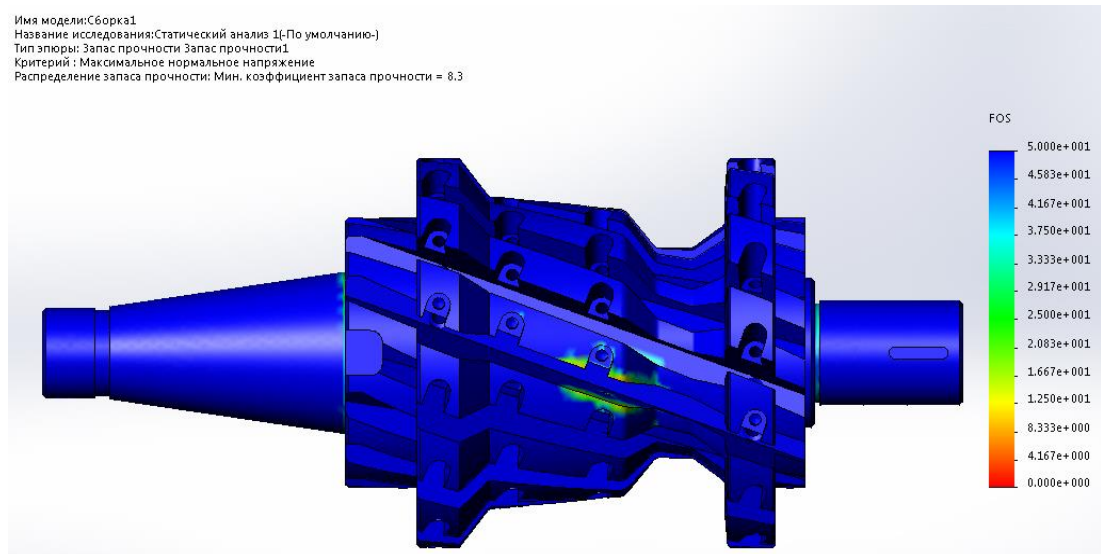
1. Иванов, И.А. & Потахов, Д.А. & Урушев, С.В. Варианты оценки режимов процесса восстановления цельнокатаных колес. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2013. No. 9(198). Part. 1. P. 1-6. [In Russian: Ivanov, I.A. & Potahov, D.A. & Urushev, S.V. Variants of an estimation of modes of process of restoration of all-rolled wheels. *Bulletin of the Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University*].
2. Железнодорожные колеса и бандажи KЛW. Available at: <http://www.interpipe.biz/upload/catalog/2014021111202077629c7bd0368350bc29e8adc056cd86.pdf>. [In Russian: Railway wheels and tires KЛW].
3. Śladkowski, A. & Ruban, V. Types of special-form mills defects for KZh20 machine-tool. *Scientific Journal of TNTU*. 2020. Vol. 98. No. 2. P. 80-90.
4. Śladkowski, A. & Proydak, Yu. & Ruban, V. Increasing the resource of milling cutters used to process the locomotive wheelsets. Part 1: Determination of cutting forces. *Transport Problems*. 2018. Vol. 13. No. 3. P. 119-130.
5. Сладковский, А.В. & Хмиленко, В.С. & Рубан, В.Н. Выбор угла наклона ножей фасонной фрезы для колесофрезерного станка КЖ-20. *Науковий вісник НГУ*. 2003. No. 11. P. 47-50. [In Russian: Sladkovsky, A.V. & Khmilenko, V.S. & Ruban, V.N. The choice of the angle of inclination of the cutter knives for the wheel milling machine KZh-20. *Naukovyi visnik NSU*].
6. Рубан, В.М. Підвищення ефективності відновлення колісних пар фрезеруванням робочих поверхонь на верстатах КЖ20. Державний університет «Житомирська політехніка». 2021. 196 p. [In Ukrainian: Ruban, V.M. Improving the efficiency of wheel pair restoration by milling work surfaces on KZh20 machines. Zhytomyr Polytechnic State University].



a)



b)



c)

Рис. 7. Запас прочности корпусов:

a) фреза с 10 резцедержателями; b) фреза с 16 резцедержателями; c) фреза с 14 резцедержателями

Fig. 7. Safety factor of housings:

a) a cutter with 10 tool holders; b) a cutter with 16 tool holders; c) milling cutter with 14 tool holders