

На рисунке 2 приведен расчет объема частиц по размерным группам механоактивированной смеси состава $Ti + Al$ при и времени воздействия 5 и 7 минут, полученные на основе фракционного анализа шлифов на рисунке 1.

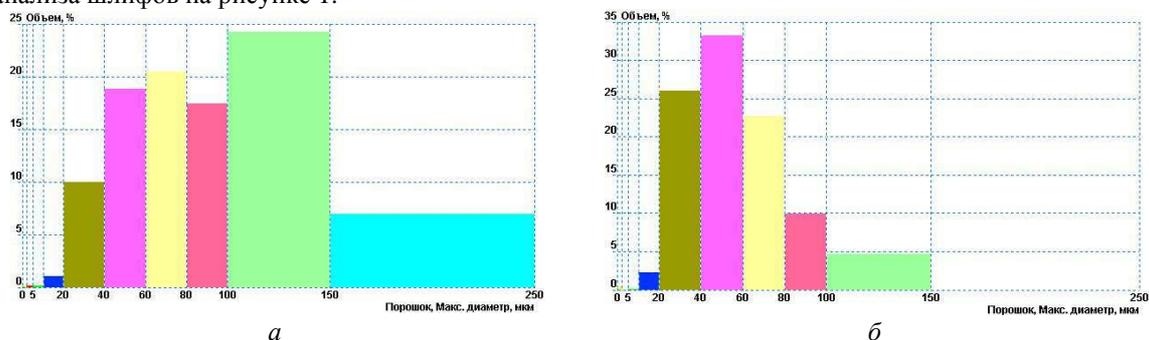


Рис. 2. Объем частиц прекурсоров $Ti + Al$ по размерным группам, время воздействия:
а) 5 минут, б) 7 минут

Из расчета следует, что в механоактивированной смеси состава $Ti + Al$ при времени воздействия 5 минут преобладает объем частиц размерной группы от 20 до 250 мкм, для более точного распределения значений показатель меньше 2% не учитывался. Для механоактивированной смеси состава при времени воздействия 7 минут преобладает объем частиц размерной группы от 20 до 150 мкм.

Выводы

В результате проведенных исследований по механоактивационной обработке порошковой смеси состава $Ti + Al$ с энергонапряженностью шаровой мельницы 50 г следует, что с увеличением времени МА изменение объема частиц прекурсоров носит несистематический характер, что обусловлено деформационными процессами, происходящими во время механоактивационного воздействия. Увеличение количества частиц размерной группы от 0 до 2 мкм на 7 минутах механоактивации приводит к их более равномерному распределению перемешиванию в объеме механокомпозита.

Работа выполнялась в рамках государственного задания FZMM-2020-0002.

Список используемых источников:

1. Bernard F. Mechanical alloying in SHS research // International Journal of SHS. 2001. № 2. P. 109–131.
2. Rogachev A. S., Mukasyan A. S. Combustion for Material Synthesis. CRC Press, 2015. 424 p.
3. Khina B., Formanek B. On the physicochemical mechanism of the influence of preliminary mechanical activation on self-propagating high-temperature synthesis // Solid State Phenomena. 2008. V. 138. P. 159–164.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛИ «СТЯЖКА» МЕХАНИЗИРОВАННОЙ КРЕПИ СОПРЯЖЕНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*В.Ю. Тимофеев^а, доцент, к.т.н., С.П Сопова, доцент, к.ф.н.,
Б.М. Максатбеков, студент гр.10760.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: ^аtvu@tpi.ru*

Аннотация. В статье представлено исследование напряженно-деформированного состояния оригинальной детали вновь разработанной конструкции механизированной крепи сопряжения методом конечных элементов с применением программного комплекса SolidWorks Simulation. Деталь «стяжка» является тяжело нагруженной сварной металлоконструкцией, материал – сталь 14ХГ2САФД. При анализе напряженно-деформированного состояния и расчете на прочность разработаны численная модель и схема нагружения. Результаты численного эксперимента показали что разработанная конструкция и выбранный материал удовлетворяют критериям прочности.

Ключевые слова: Крепь сопряжения, стяжка, метод конечных элементов, численный эксперимент, напряженно-деформированное состояние.

Abstract. The paper presents a study of the stress-strain state of the original part of the newly developed construction of the mechanized face-end support by the finite element method using the SolidWorks Simulation software package. The "buckle" detail is a heavily loaded welded metalwork, material is steel 14XГ2САФД. At the analysis of the stress-strain state and calculations on durability numerical model and the loading scheme have been developed. The results of numerical experiment showed that the designed structure and the selected material meet the strength criteria.

Key words: Face-end support, buckle, finite element method, numerical experiment, stress-strain state.

Современные механизированные комплексы по добыче угля длинными столбами по простиранию используют крепи сопряжения, как элемент управления оборудованием на участке сопряжения лавы со штреком [1]. Современные механизированные крепи сопряжения управляют креплением кровли и положением головок привода забойного конвейера. Крепь сопряжения модели КСПЮ производства «Юргинский машзавод» (рисунок 1) представляет собой самодвижущаяся конструкцию пенального типа, с верхним расположением пенала. Предназначена для работы в широких и узких штреках трапецевидного и арочного сечений [2].



Рис. 1. Общий вид механизированной крепи сопряжения КСПЮ

В процессе эксплуатации данной крепи были выявлены основные недостатки, это потеря устойчивости и недостаточные возможности корректировки положения крепи. Для устранения указанных недостатков был предложен концептуальный вариант механизированной крепи сопряжения на основе конструкции КСПЮ, устраняющий указанные недостатки (рисунок 2).

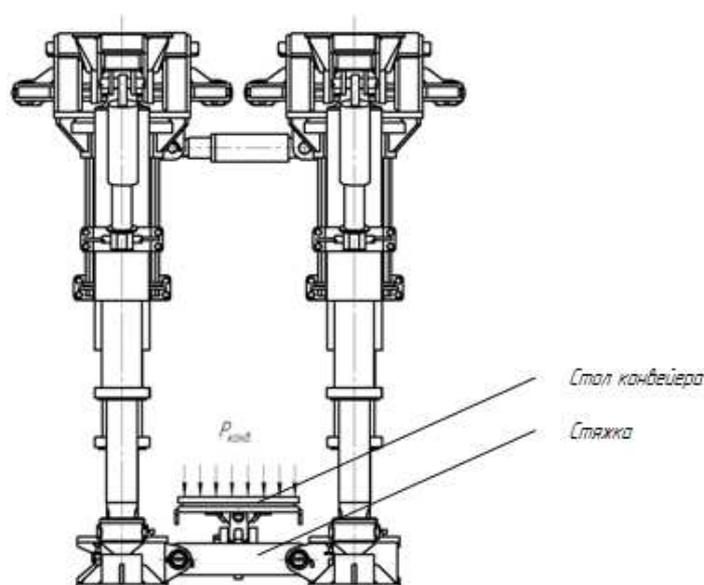


Рис. 2. Концептуальный вариант механизированной крепи сопряжения



Рис. 3. Модель детали «Стяжка»

Для соединения двух нижних балок крепи была разработана конструкция стяжки (рисунок 2). Данная деталь является тяжелонагруженной, т.к. кроме нагрузок от нижних балок на нее воздействует нагрузка от веса конвейера ($P_{конв}=150$ кН) и его привода (рисунок 2), которая передается через стол конвейера.

Деталь стяжка представляет собой сварную металлоконструкцию из стали 14ХГ2САФД. Модель детали «Стяжка» разработана с использованием программного обеспечения SolidWorks для дальнейшего изучения ее напряженно-деформированного состояния и проведения численного эксперимента методом конечных элементов (рисунок 3).

Механические свойства материала детали представлена в таблице 1.

Таблица 1

Механические свойства материала детали

Марка стали	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение A5, %	КСУ, Дж/см ²
14ХГ2САФД	800	700	14	39

После разработки модели стяжки был проведен проверочный прочностной расчет для подтверждения прочности и надежности предлагаемой конструкции. Такого рода расчеты, представляющие собой численные эксперименты проводимые методом конечных элементов подразумевают использование специализированного программного обеспечение (в данном случае применялся SolidWorks Simulation) которое позволяет изучить напряженно-деформированное состояние детали с целью нахождения мест с критическими внутренними напряжениями, что поможет в дальнейшем, в случае получения отрицательных результатов, произвести доработку, усиление или изменение конструкции детали.

Для проведения численного эксперимента (расчета напряженно-деформированного состояния) разработана схема приложения нагрузок, применены граничные условия и создана сетка конечных элементов (рисунок 4.). Для материала детали задан предел текучести равный 700 МПа.



Рис. 4. Исходные данные для численного эксперимента:

а - схема приложения нагрузок и граничных условий, б - сетка конечных элементов

В качестве граничных условий (зафиксированная геометрия) были приняты три отверстия в проушинах стяжки, т.к. предусмотрели наиболее тяжелый случай нагружения в случае опоры на три точки, нагрузка приложена к осям воспринимающим нагрузку от стола, суммарная сосредоточенная нагрузка составляет 150 кН (рисунок 4а). При создании сетки конечных элементов применена высокая плотность, размер конечного элементов - 31,94 мм. Результаты расчета получены в виде эпюр и представлены на рисунке 5.

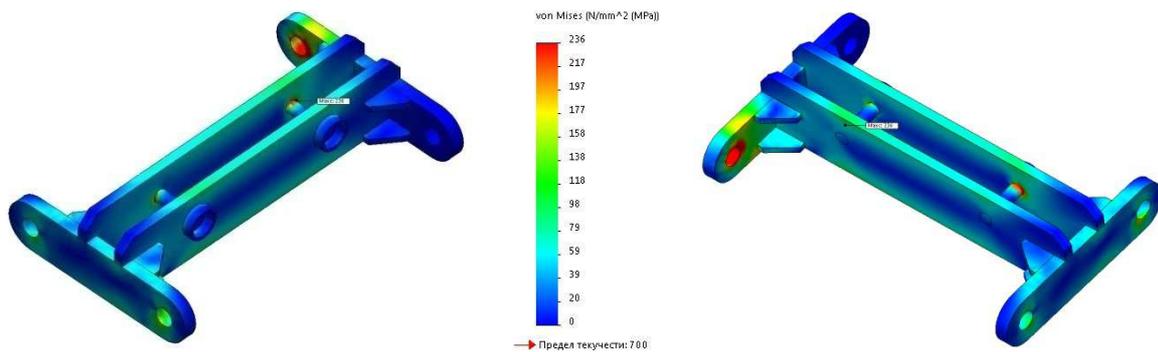


Рис. 5. Эпюры распределения напряжений по Мизесу по объему модели детали

По результатам исследования напряженно-деформированного состояния детали что возникающие в результате нагрузок воздействия вызывают максимальные напряжения по Мизесу порядка 236 МПа, расположение максимальных напряжений – в районе проушин с зафиксированной геометрией. Предел прочности материала детали не превышен и составляет 3,39. Согласно требованиями п. 6.1.6 ГОСТ 31561-2012 – элементы секции крепи должны иметь запас прочности не менее 1,5. В нашем случае, выбранный материал сталь 14ХГ2САФД имеет предел прочности 800 МПа, что удовлетворяет требованиям ГОСТ. Одновременно с этим мы видим, что напряжения возникающие в металлоконструкции имеют ограниченную глубину и площадь. Так же следует учесть, что контактные напряжения возникающие в пальцах крепления верхнего стола, по мере работы крепи будут уменьшаться из-за увеличения площади контакта сопрягаемых элементов.

Проведенные расчеты являются теоретическими и после предварительной оценки надежности конструкции в соответствии с требованиями ГОСТ 31561-2012 необходимо проведение испытаний на стенде, которые имитируют эксплуатационные условия с максимальным приближением их к шахтным для получения достоверных результатов по выявлению или подтверждению показателей качества крепи. Согласно п. 13.20.2 ГОСТ 31561-2012 - предусматривается два вида прочностных испытаний, в том числе с разовыми статическими нагрузками до значения не менее 1,2 и много-разовыми циклическими нагрузками до значения не менее.

Только после положительных результатов стендовых испытаний может быть принято решение о запуске изделия в производство и получение сертификата соответствия или заключения экспертизы промышленной безопасности.

Список используемых источников:

1. Бурков, П.В. Моделирование процесса испытания секции механизированной крепи МКЮ.2ш-26/53/ П.В. Бурков, С.П. Буркова, В.Ю. Тимофеев // Инновационные технологии и экономика в машиностроении : Сборник трудов V Международной научно-практической конференции, Юрга, 22–23 мая 2014 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Юрга: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2014. – С. 263-269.
2. Mine of system of calculations [Электронный ресурс] // Крепь сопряжения штрековая КСПЮ. [сайт]. [2022]. URL: <https://soc-mine.ru/note/note.php?l=116&> (дата обращения: 04.04.2022).

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БРОНЗЫ БРКМЦ 3-1 НАПЕЧАТАННОЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ДОБАВЛЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВОГО ФИЛАМЕНТА

А.В. Филиппов^а, к.т.н., с.н.с., Е.С. Хорошко, м.н.с., Н.Н. Шамарин, м.н.с.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,
634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4, тел. (3822)-49-18-81

E-mail: ^аavf@ispms.ru

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований структуры и механических свойств бронзы БрКМц 3-1, напечатанной с добавлением алюминиевого филамента с помощью метода мультипроволочного электронно-лучевого аддитивного производства. Методом оп-