

В.С. Богданов, В.Г. Дмитриенко, Е.Г. Шеметов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ CAD/CAM/CAE СИСТЕМЫ NX В ПРОЕКТИРОВАНИИ ГОРНОРУДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СТУДЕНТАМИ БГТУ ИМ. В.Г. ШУХОВА

Рассмотрено использование в учебном процессе CAD/CAM/CAE системы NX студентами БГТУ им. В. Г. Шухова, в частности приводится пример разработки конструкторской документации на проведение модернизации конусной дробилки КСД-900.

Ключевые слова: система NX, конусная дробилка, конус подвижный, конус неподвижный, механизм регулировки щели.

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-7-0-29-33

Горнорудные предприятия, занимающиеся проектированием и производством горной техники, нуждаются в высококвалифицированных специалистах.

На сегодняшний день при изготовлении технической документации используют системы автоматизированного проектирования AutoCad, Компас-3D и в единичных случаях систему NX.

Современный выпускник университета должен уметь использовать новейшие информационные технологии и нести свое знание в производство.

С 2002 г. кафедра «Механического оборудования» БГТУ им. В.Г. Шухова осуществляет подготовку специалистов по специальности «Компьютерные технологии в проектировании оборудования предприятий строительных материалов» [1] в сотрудничестве с компанией Siemens PLM Software, которая помогла внедрить в учебный процесс систему автоматизированного проектирования NX и систему управления жизненным циклом изделия Teamcenter [2]. Применение подобных систем позволяет в 2—

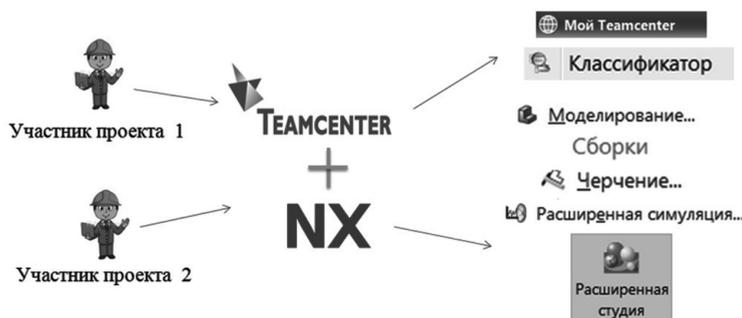


Рис. 1. Схема работы участников проекта

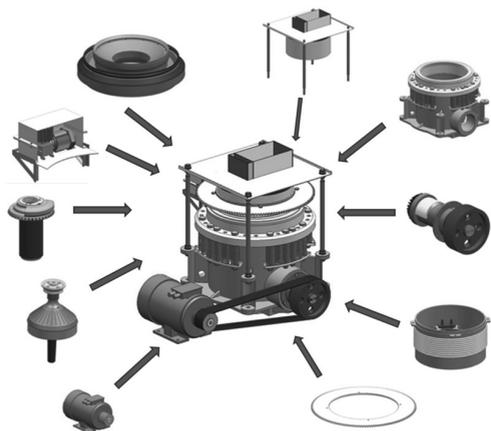


Рис. 2. Электронной цифровой модель конусной дробилки КСД-900

3 раза сократить время разработок от идеи-концепции до воплощения в металл.

NX — уникальное комплексное решение предназначенное для задач промышленных предприятий на различных этапах разработки изделий — от концептуального проектирования до производства [3]. После изучения системы автоматизированного проектирования NX, студент приступает к изготовлению технической документации на модернизацию оборудования.

В частности рассмотрим модернизацию конусной дробилки КСД-900 с применением CAD/CAM/CAE системы NX. Для модернизации дробилки была создана ее электронно-цифровая модель.

При создании модели дробилки использовались приложения Teamcenter: «Мой

Teamcenter», «Классификатор» и модули NX: моделирование, сборки, черчение, расширенная симуляция, расширенная студия.

После завершения создания электронно-цифровой модели конусной дробилки (рис. 2), на ее основе проводим комплексную модернизацию. Модернизации подверглись подвижный, неподвижный конус и механизм регулировки разгрузочной щели.

С целью проведения модернизации был проведен патентный поиск по патентам и изобретениям на узлы подвергающиеся модернизации. Конус неподвижный был модернизирован в соответствии с патентом RU 2177832. Модернизация заключается в том, что рабочий орган конусной дробилки содержит подвижный дробящий конус с концентраторами-вставками на рабочей поверхности конуса, концентраторы-вставки выполнены из износостойкого материала высокой твердости, установлены в рабочей зоне дробления по концентрическим или винтовым линиям на указанную величину [4].

Конус подвижный был модернизирован на основе патента US3614004. Сущность модернизации заключается в том, что внутренняя часть конуса неподвижного снабжена вертикальными гофрами, заданных параметров, которые начинаются в верхнем, входном конце вогнутого кольца, и проходят вниз к одной из кольцевой поверхностей дробления (кольцевой зоне параллельности) [5].

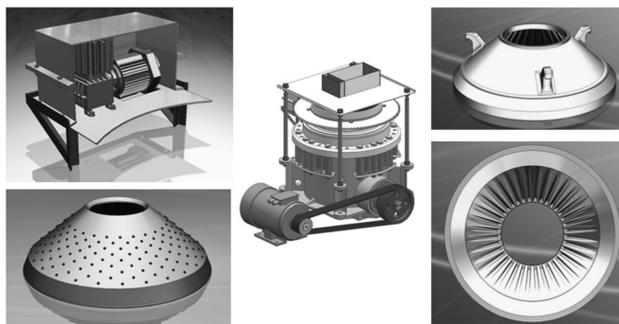


Рис. 3. Комплексная модернизация конусной дробилки КСД-900

Модернизацию механизма регулировки разгрузочной щели проводим в соответствии с разработкой фирмы Metso [6], сущность которой является разработанный мотор-редуктор, который был поставлен вместо существующего гидромотора.

После модернизации узлов механизма возникает необходимость проведения инженерного расчета. Сегодня в процессе разработки высокотехнологичной конкурентоспособной продукции ведущие фирмы мира используют конечно-элементное (КЭ) моделирование, частично заменяя дорогостоящий натурный эксперимент более дешевым и рациональным вычислительным экспериментом. Важно отметить, что при проведении реальных экспериментов, как правило, информацию можно получить лишь в десятках или сотнях точек. При численном моделировании таких точек может быть несколько сотен тысяч, а при необходимости — и больше.

Целью расчета было выявление максимальных напряжений и перемещений, возникающих в разработанной конструкции под действием приложенных нагрузок, в статике. Далее, используя эти данные, необходимо произвести проверку условия жесткости и прочности. Исходными данными для расчета являются: упрощенная трехмерная модель конусной дробилки

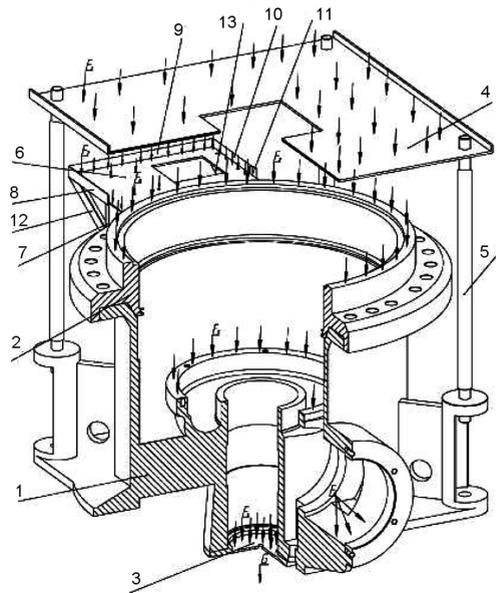


Рис. 4. Расчетная схема конусной дробилки КСД-900: 1 — станина; 2 — кольцо опорное; 3 — крышка подпятника; 4 — площадка; 5 — стойка; 6 — плита опорная; 7 — уголок 1; 8 — уголок 2; 9 — уголок 3; 10 — уголок 4; 11 — уголок 5; 12 — уголок 6; 13 — уголок 7

билки, в которой присутствуют основные детали и сборочные единицы, воспринимающие нагрузку остальных частей машины (рис. 4), характеристика материала детали, нагрузки и закрепления с учетом сопряженных деталей и условий эксплуатации. Важным этапом для расчета явля-

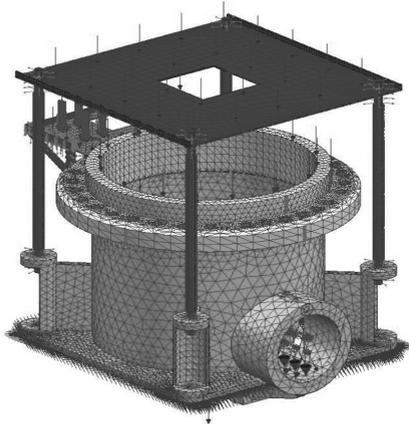


Рис. 5. КЭ модель сборки

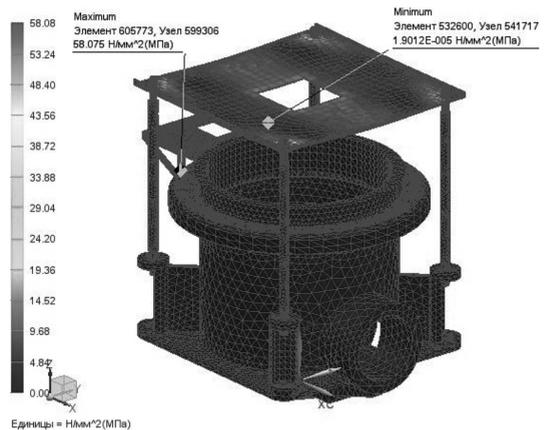
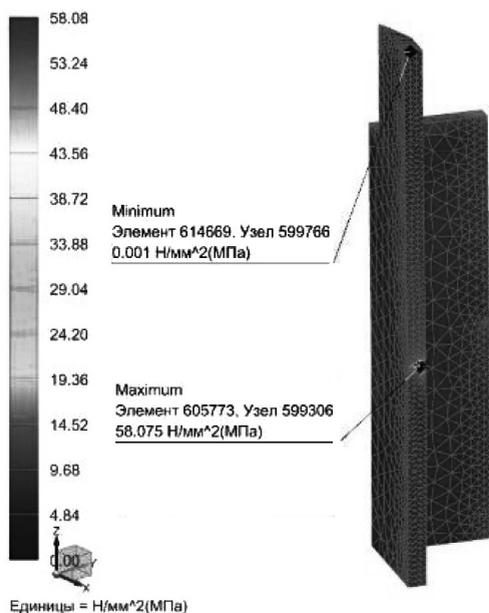


Рис. 6. Распределение напряжений в КЭ сборке



Единицы = Н/мм²(МПа)

Рис. 7. Распределение напряжений в уголке

ется приложение нагрузок и граничных условий, поскольку результатом расчета является решение системы уравнений, описывающей поведение модели в условиях ее эксплуатации, то есть при заданных воздействиях и ограничениях.

Для каждой детали расчетной схемы были созданы КЭ-модели, которые собирались в единую КЭ-сборку, при этом подвижность которых между собой ограничивалась условиями закрепления. Далее задавались нагрузки и условия закрепления всей конструкции. Этот этап очень важен, поскольку опираясь на эти параметры происходит расчет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриенко В. Г., Матусов М. Г., Сажнева Е. А., Мартаков И. Г. Проектирование бетоно-месителя СБ-138 при помощи CAD/CAM/CAE/PLM систем / Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов. Межвузовский сборник статей. Вып. 12. — Белгород, 2013. — С. 144–146.
2. Примеры внедрения на российских предприятиях (2010). www.siemens.ru/plm. — С. 15–20.
3. Обзор системы NX. www.siemens.ru/plm. — С. 1.
4. Иванов А. М., Потапов С. А., Панченко А. И., Евдокимов Н. М. Рабочий орган конусной дробилки. Патент RU 2177832.
5. Burkhardt Edgar S, Torrence James D. Concave ring for cone crushers. Patent US 3614004.

В модуле NX «Расширенная симуляция» представлен широкий выбор нагрузок (ускорение, сила, момент, давление и т.д.) [7].

Далее был произведен непосредственный расчет, результаты которого представлены на рис. 6.

По итогам расчета выяснилось, что наиболее нагруженной деталью оказался уголок (рис. 7), поэтому условие прочности будет проверяться именно для него.

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\max}} \geq [n], \quad (1)$$

где n — коэффициент запаса прочности; $[\sigma]$ — допускаемые напряжения для выбранного материала, 245 МПа; σ_{\max} — максимальные расчетные напряжения, 58,075 МПа; $[n]$ — допускаемый коэффициент запаса прочности, $[n] = 2$.

Проверим условие прочности:

$$n = 245/58 = 4,2; 4,2 \geq 2.$$

Условие прочности выполняется. Следовательно, для остальных деталей условие прочности может не проверяться [8].

После выполнения данной работы студент осваивает трехмерное моделирование, производит прочностные и динамические расчеты. Когда студенты собирают машину подетально, они наглядно разбирают строение машины, что облегчает понятие о принципе работы оборудования. Кафедра механического оборудования выпускает высокоспециализированных инженеров, способных конкурировать на рынке труда не только в России, но и за рубежом.

6. Конусная дробилка Metso (2015). http://www.metso.ru/ru/miningandconstruction/Mining_Construction_Russia.nsf/WebWID/WTB-120518-22576-1E329.

7. Ельцов М. Ю. Основы расчета изделия на прочность в приложении NX Расширенная симуляция, учебное пособие. — Белгород, 2014. — 206 с.

8. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 1. — 9-е изд., перераб. и доп. / Под ред. И. Н. Жестковой. — М.: Машиностроение, 2006. — 928 с. **ПЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Богданов Василий Степанович¹ — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой,

Дмитриенко Виктор Григорьевич¹ — кандидат технических наук, доцент,

Шеметов Евгений Геннадьевич¹ — инженер,

¹ Белгородский технологический государственный университет им. В.Г. Шухова.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 7, pp. 29—33.

UDC 622.23.05

V.S. Bogdanov, V.G. Dmitrienko, E.G. Shemetov

NX CAD/CAM/CAE USE IN MINING MACHINE DESIGN BY STUDENTS OF THE BELGOROD STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER SHUKHOV

Examines the use in the educational process CAD/CAM/CAE system NX students of BSTU named after V.G. Shukhov, in particular, is an example of development of design documentation for the modernization of cone crusher KSD-900.

Key words: NX, cone crusher, movable cone, fixed cone, the adjusting mechanism of the slit.

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-7-0-29-33

AUTHORS

Bogdanov V.S.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair,

Dmitrienko V.G.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,

Shemetov E.G.¹, Engineer,

¹ Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia.

REFERENCES

1. Dmitrienko V.G., Matusov M.G., Sazhneva E.A., Martakov I.G. *Energosberegayushchie tekhnologicheskie komplekсы i oborudovanie dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov. Mezhvuzovskiy sbornik statey*. Vyp. 12. (Energy saving technological complexes and equipment for manufacture of building materials. Interuniversity collection of articles, issue 12), Belgorod, 2013, pp. 144—146.

2. *Primery vnedreniya na rossiyskikh predpriyatiyakh (2010)*, <http://www.siemens.ru/plm>, pp. 15—20.

3. *Obzor sistemy NX*, <http://www.siemens.ru/plm>, pp. 1.

4. Ivanov A.M., Potapov S.A., Panchenko A.I., Evdokimov N.M. *Patent RU 2177832*.

5. Burkhardt Edgar S, Torrence James D. Concave ring for cone crushers. *Patent US 3614004*.

6. *Konusnaya drobilka Metso (2015)*. http://www.metso.ru/ru/miningandconstruction/Mining_Construction_Russia.nsf/WebWID/WTB-120518-22576-1E329.

7. El'tsov M.Yu. *Osnovy rascheta izdeliya na prochnost' v prilozhenii NX Rasshirennaya simulyatsiya, uchebnoe posobie* (The basis of the calculation of the product's strength in the application of NX Advanced simulation, Educational aid), Belgorod, 2014, 206 p.

8. Anur'ev V.I. *Spravochnik konstruktora-mashinostroytelya: v 3-kh t. T. 1. 9-e izd. Pod red. I. N. Zhestkovoy* (Reference designer-mechanical engineer: in 3 books, vol. 1, 9th edition. Zhestkova I.N. (Ed.)), Moscow, Mashinostroenie, 2006, 928 p.