

## ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 622.285

Г.Д. Буялич, В.В. Воеводин, К.Г. Буялич

### ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ НА РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРОВ ГИДРОСТОЕК

Одним из основных элементов механизированной крепи, определяющим её работоспособность в целом, является гидростойка. Наиболее полную картину её поведения в различных условиях даёт методика, основанная на методе конечных элементов [1-3]. Данный метод позволяет моделировать цилиндр гидростойки несколькими способами (рис. 1):

- двумерными конечными элементами с использованием осесимметрии (условно назовем 2D осесимметричная модель);
- трёхмерными конечными

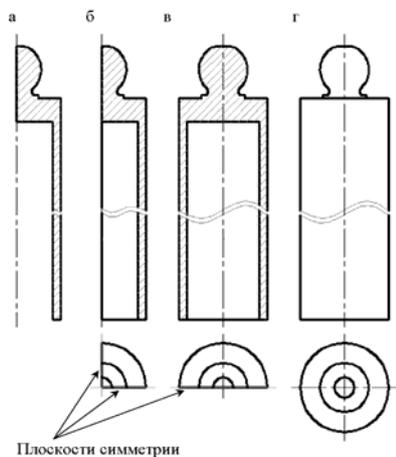


Рис. 1. Модели цилиндра гидростойки: а) 2D осесимметричная; б) 3D четверть; в) 3D половина; г) 3D полная

элементами с использованием повторной симметрии (3D четверть);

- трёхмерными конечными элементами с использованием отражающей симметрии (3D половина);
- построением полной модели с помощью трёхмерных конечных элементов (3D полная).

В работе проведён сравнительный анализ перечисленных видов моделей на примере расчёта цилиндра гидростойки крепи М130. Двумерная осесимметричная модель (рис. 2, а) состояла из плоских конечных элементов с опцией осесимметрии и двумя степенями свободы в каждом узле - перемещения в направлении осей X и Y. Для уменьшения ошибки, вызываемой формой элементов, в подавляющем большинстве случаев использовались только равносторонние четырёхузловые конечные элементы. По толщине стенки цилиндра строилось три таких элемента, а опора разбивалась конечными элементами с ребром, равным не более одной шестой толщины стенки цилиндра. Для полного подобия трёхмерные модели создавались путем вращения двумерной осесимметричной модели вокруг осевой линии цилиндра соответственно на 90, 180 и 360°.

(рис. 2, б, в, г). При вращении плоские конечные элементы преобразовывались в трёхмерные восьмиузловые с тремя степенями свободы - перемещения в направлении осей X, Y и Z. При этом на каждые 90° созда-

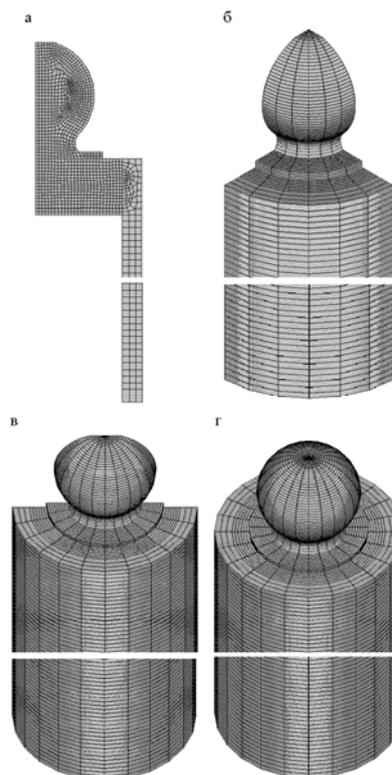


Рис. 2. Разбиение на конечные элементы моделей: а) 2D осесимметричной; б) 3D четверти; в) 3D половины; г) 3D полной

Таблица

Расчётные характеристики моделей цилиндров гидростоек

Параметр	Модели цилиндра гидростойки			
	2D осесимметричная	3D четверть	3D половина	3D полная
Количество узлов	1948	13167	24652	45464
Кол-во конечных элементов	1719	10200	20628	41256
Количество уравнений	3858	35228	69413	135024

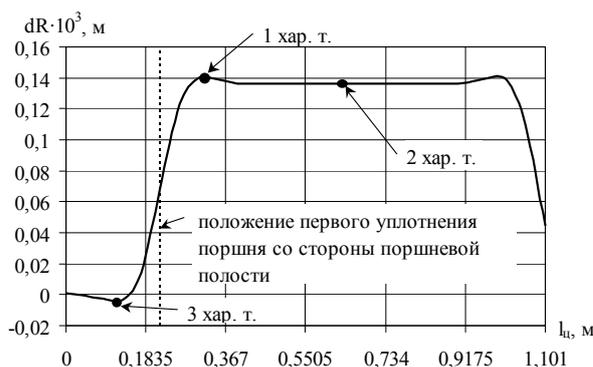


Рис. 3. Расположение характерных точек

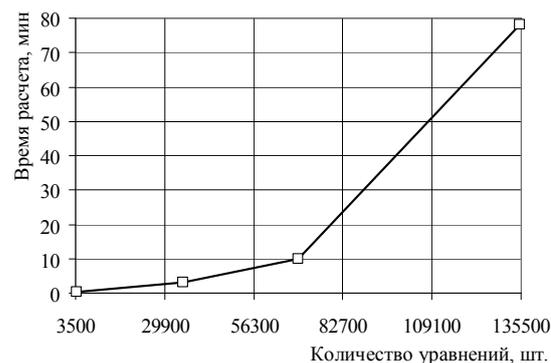


Рис. 4. Время расчёта модели цилиндра

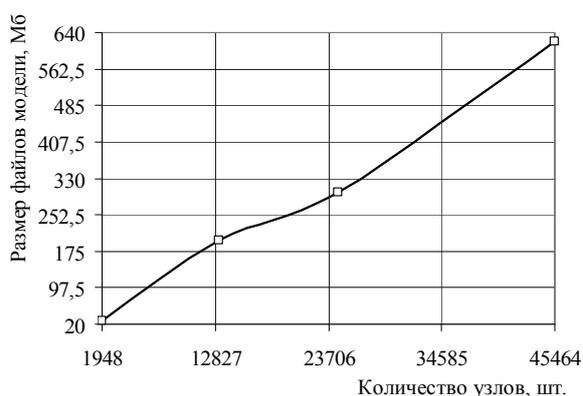


Рис. 5. Необходимое дисковое пространство для хранения модели

валось шесть конечных элементов вдоль дуги.

Имитация взаимодействия опоры гидростойки с верняком производилась наложением в верхней части сферической опоры ограничения на перемещение в осевом направлении. Распределённая нагрузка, численно равная номинальному рабочему давлению в 50 МПа, прикладывалась к внутренней стенке цилиндра от днища до первого уплотнения поршня со стороны поршневой полости. Плоскости симметрии моделировались запретом перемещения в перпендикулярном им направлениях.

Основные расчётные характеристики конечно-элементных моделей приведены в таблице.

Для сравнения между собой различных вариантов моделей в

качестве характеристик были приняты: время расчёта, размер файлов модели и радиальные деформации в трёх характерных точках (рис. 3): 1 – максимальные радиальные деформации; 2 – радиальные деформации в средней точке между первым уплотнением поршня со стороны поршневой полости гидростойки и дном; 3 – максимальная деформация на обжатие. Значения в характерных точках всех трёхмерных моделей полностью совпали, а разница результатов с двумерной осесимметричной моделью составила в характерной точке 1–0,079 %, в точке 2–0,173 % и в точке 3–3,086 %.

Время расчёта имеет параболическую зависимость от количества решаемых уравнений, которая была получена при расчёте моделей в линейной постановке на ПК AMD Duron 1000 со 128 Мб ОЗУ (рис. 4). При решении нелинейной задачи, т. е. с учётом упругопластических свойств материала, время

расчёта возрастает более чем 10 раз и для 3D полной модели оно составляет чуть более 13 час 20 мин.

Размер файлов модели (информация о модели и результаты расчёта) имеет линейную зависимость от количества узлов (рис. 5). Эта зависимость приведена для одного сохраняемого шага решения (последнего), т. е. если задача нелинейная и есть необходимость сохранения всех или части шагов (подшагов), то требуемый объём дискового пространства увеличивается прямо пропорционально количеству сохраняемых шагов.

Полученные значения в характерных точках показывают хорошую сходимость результатов между собой. В связи с этим можно сделать следующие рекомендации: по возможности использовать двумерную осесимметричную модель, т. к. она требует намного меньше дискового пространства для хранения информации о модели и времени расчёта (примерно в 300 раз меньше по сравнению с 3D полной моделью); применять трёхмерные модели только в случае учёта неосесимметричных внешних сил, связей, элементов и проч.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буялич Г.Д. Определение деформаций рабочего цилиндра шахтной гидростойки / Г.Д. Буялич, В.В. Воеводин // Вестн. КузГТУ, 2000. – №6. – С.70-71.

2. Буялич Г.Д. Определение напряжённо-деформированного состояния гидростоек / Г.Д. Буялич, В.В. Воеводин // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс – 2001: Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2001. – С.199-201.

3. Воеводин В.В. Предварительный выбор параметров шахтных гидростоек / В.В. Воеводин // Информационные недра Кузбасса: Тр. науч.-практ. конф. – Кемерово: Кемер. гос. ун-т, 2003. – С.68-69.

□ Авторы статьи:

Буялич  
Геннадий Даниилович  
– канд.техн.наук, доц. каф. «Горные машины и комплексы»

Воеводин  
Владимир Васильевич  
– старший преподаватель каф. «Горные машины и комплексы»

Буялич  
Константин Геннадьевич  
– студент гр. МК-995.

УДК 622.25/.26.002.5

В.Ф. Горбунов, С.В. Старцев, В.Ю. Садовец

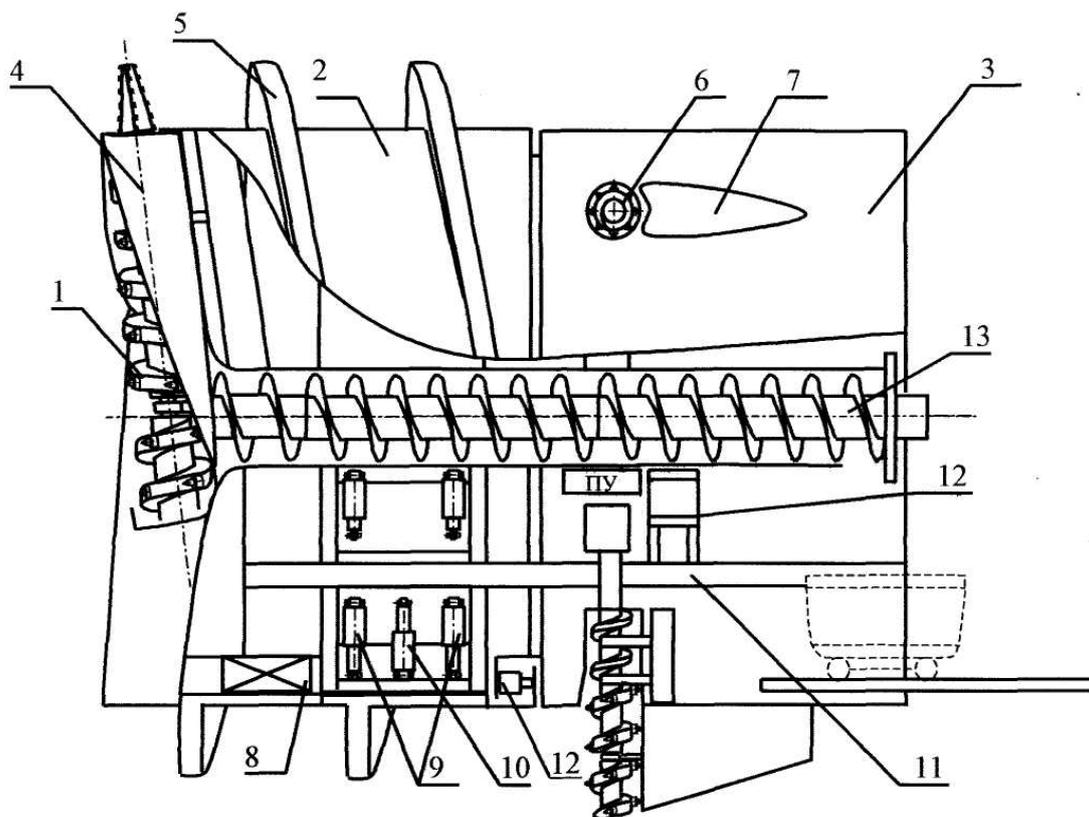
### ЩИТОВЫЕ ПРОХОДЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ: ВИНТОВОРОТНЫЙ АГРЕГАТ ЭЛАНГ САМОЛЕТНОЙ КОМПОНОВКИ

Состояние дел в области создания горнопроходческих машин тесно связано с имеющимися возможностями машиностроительной базы. Вместе с тем, в Кузбассе, да и во всей зауральской зоне не построено ни одного завода, производящего горнопроходческие машины. В настоящее время

существующие заводы горношахтного оборудования освоили выпуск существующих проходческих комбайнов и комплексов. Отсутствие связей между средствами механизации операций отделения горной массы, удаления ее из забоя и закрепления вновь образованного пространства выработки обу-

словливает обособленное функционирование этих комбайнов и комплексов, изготавливаемых на этих предприятиях.

Повышение показателей горно-подготовительных работ может быть достигнуто за счет широкого внедрения принципиально новых функциональных машин и, прежде всего, ком-



Конструктивная схема ВПА ЭЛАНГ самолетной компоновки