

дель установившегося процесса шнекового бурения. Основываясь на полученных зависимостях представляется возможность разрабатывать алгоритмы расчета режимов бурения, обеспечивающих максимальную механическую скорость проходки вертикальных скважин в заданных геолого-технических условиях.

#### Литература

1. Казаченко Г.В. Исследование процесса шнекового бурения / Г.В. Казаченко, А.В. Нагорский, Г.А. Басалай//Горная механика и машиностроение. -2012.- № 3 с. 65-74.
2. Кардыш В.Г. Бурение неглубоких скважин/В.Г. Кардыш, Б.В. Мурзаков, А.С. Окмянский. -М.: Недра, 1971.- 240 с.

УДК 621.01.001.02

### **К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗАЦЕПЛЕНИИ КОЛЕСО-РЕЙКА В ШАХТНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗАХ**

**Лукиенко Л.В., Исаев, В.В.**

*ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева*

*В работе предложено использовать зубчато-реечные передачи для расширения области применения шахтных электровозов, что позволит эксплуатировать электровозы в выработках с большим углом падения. Описана конструкция предлагаемого технического решения и представлены результаты анализа нагруженности тягового органа.*

Шахтный электровоз – является одним из основных видов транспорта осуществляющего процесс перевозки полезных ископаемых от забоев по подземным выработкам к стволу шахты и далее к пункту погрузки в железнодорожные вагоны.

В связи с тем, что на шахте работает, как правило, не один, а несколько очистных и подготовительных забоев одновременно подземный транспорт характеризуется большой разветвленностью путей, а также тем, что рабочее расстояние, по которым осуществляются перевозки, составляет от нескольких сотен метров до нескольких десятков километров.

Пути рудничного транспорта в соответствии с неравномерностью залегания пласта полезного ископаемого имеют сложную конфигурацию, с чередованием горизонтальных и наклонных участков. При этом угол подъема выработки не может превышать 9 градусов из-за необходимости преодоления силы трения.

Отличием шахтных электровозов от транспорта других отраслей промышленности, является работа в стеснённых горных выработках небольшого сечения. Это предъявляет к конструкции подземного транспорта

особенные требования и в значительной степени усложняет эксплуатацию: высокая степень безопасности, меньшая стоимость эксплуатации, трудоёмкость – наиболее важные требования, которые предъявляются к рудничному транспорту на сегодняшний день.

Расширения области применения шахтных электровозов можно добиться за счёт использования зубчато-реечных передач в приводе, что позволит значительно поднять допустимый угол подъёма выработки. С этой целью на выходном валу двухступенчатого, коническо-цилиндрического редуктора дополнительно должно быть установлено зубчатое колесо, которое обкатывается по зубчатой рейке, установленной по оси симметрии рельсового пути. Причём линейная скорость точек колеса, взаимодействующих с рейкой по делительному диаметру должна быть равна линейной скорости точек колеса, обкатывающегося по рельсу. Для обеспечения постоянства межосевого расстояния в паре колесо-рейка на рейке выполнены продольные пазы, по которым обкатываются опоры качения конструктивно увязанные с приводным редуктором.

Анализ применения зубчато-реечных передач [1] показал, что распространено большое количество конструктивных вариантов реек. В результате проведенных аналитических исследований [2 - 4] показано, что зубчатые рейки (рис. 1), в силу особенностей своей геометрии более перспективны по сравнению с цевочными (рис. 2). Кроме того, все они очень технологичны с точки зрения изготовления.

Применение зубчато-реечных передач для работы в сложных условиях при значительных нагрузках, имеющих динамический характер, позволяет создавать конкурентоспособные компактные высоконадёжные механизмы подачи технологических машин. Ввиду сложного характера нагружения, ранее для определения их рациональных параметров применялись экспериментальные методы, определявшие значительные материальные, временные и трудовые затраты. В условиях рыночной экономики целесообразно использовать менее затратные способы и средства решения задачи по определению рациональных параметров зубчато-реечных механизмов подачи с учётом тяжелого характера нагружения.

Одно из направлений решения таких задач – применение современных методов исследования, требующих значительных ресурсов ЭВМ. Проведённый анализ существующих программ (LabView, SIMULIA Abaqus, Ansys, Nastran) показал, что отечественная система APM WinMachine – CAD/CAE система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения, разработанная с учетом последних достижений в вычислительной математике, области численных методов и программирования, а также теоретических и экспериментальных инженерных решений в наибольшей степени

отвечает решению поставленных задач с учётом критерия стоимость/возможности.

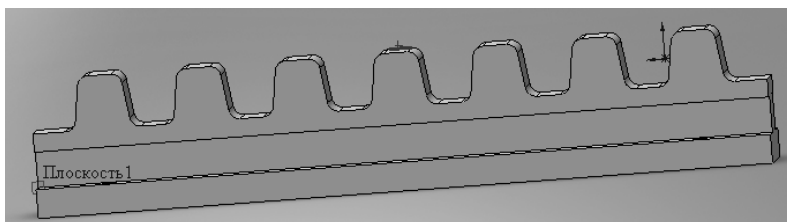


Рис. 1. Конструктивный вариант зубчатой рейки

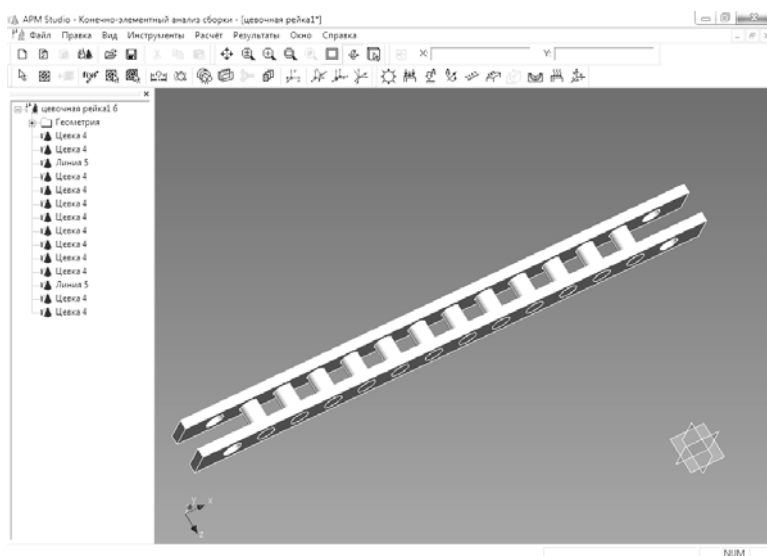


Рис. 2. Конструктивный вариант цвочной рейки

С целью определения наиболее рациональных параметров проектируемых передач по соотношению габаритных и прочностных показателей при помощи пакета прикладных программ APM WinMachine 9.7 была разработана твердотельная расчётная модель зубчатой рейки (Рис. 3) (материал – сталь 45X, шаг зацепления 138 мм, тангенциальная составляющая усилия на приводном зубчатом колесе – 250 кН) шириной 70 мм, в основе которой лежит четырёхугольный тетраэдр со стороной 7 мм. Её исследования проведены с использованием метода конечных элементов.

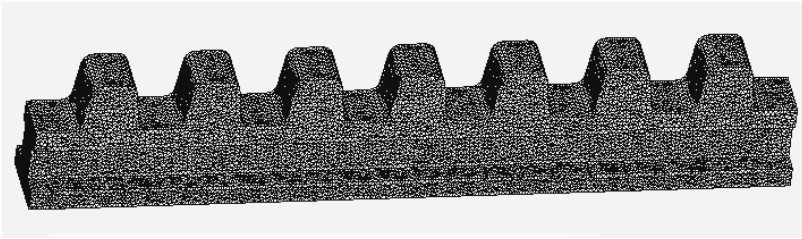


Рис. 3. Твёрдотельная модель зубчатой рейки

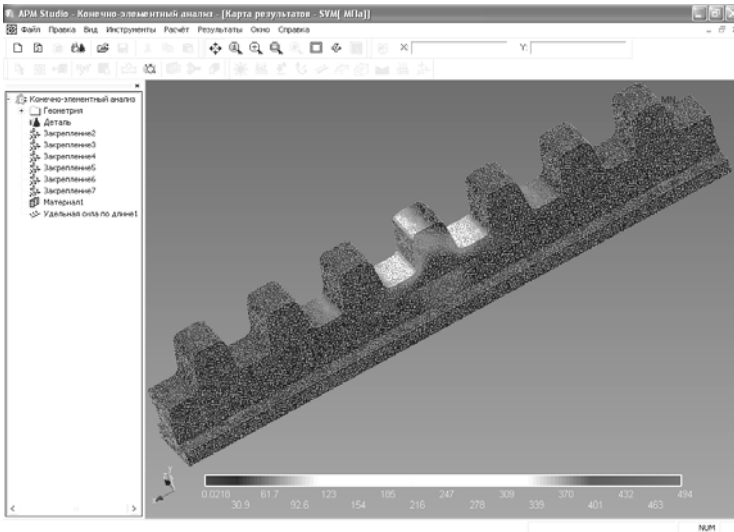


Рис. 4. Распределение эквивалентных напряжений в зубчатой рейке

Анализ распределения эквивалентных напряжений показывает достаточность выбранных геометрических параметров. Однако, для окончательного выбора геометрических параметров рейки необходимо проведение достаточно большого количества исследований с оптимизацией результатов по критериям минимизации изнашивания и скольжения.

По результатам расчёта перемещений по оси  $x$  (рис. 5) определена изгибная жёсткость рейки:

$$Q = F/S_x = 250000/0.00104 = 240384.6 \text{ кН/мм}$$

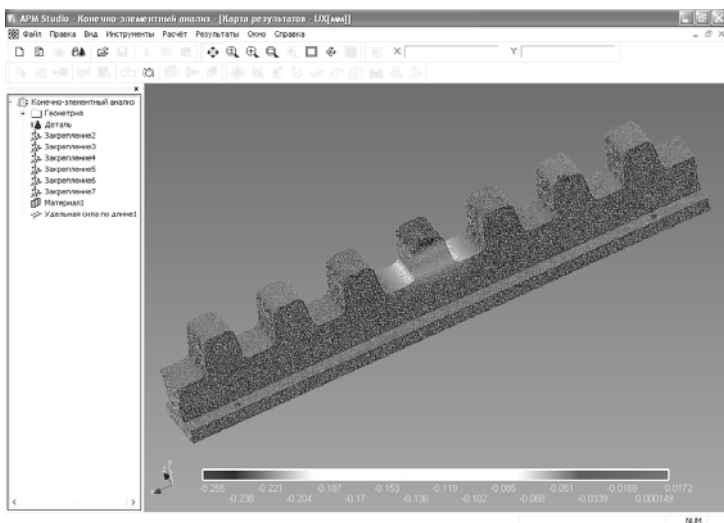


Рис. 5. Перемещение элементов рейки в результате действия тангенциальной составляющей усилия в зацеплении колесо – рейка

Таблица 1. Результаты расчёта различных конструктивных вариантов зубчатых реек

Наименование показателя	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Шаг зацепления, мм	138	138	138	138	120
Высота зуба, мм	75	75	75	75	60
Ширина зуба рейки, мм	80	80	70	60	50
Масса, кг	84,05	84,05	80,091	76,46	66,3
Материал	30ХГС	45Х	35Х	30Х	20Х
Величина нагрузки, кН	250	250	100	100	100
Максимальные эквивалентные напряжения, МПа	451,05	451,05	208	249	293
Коэффициент запаса по пределу текучести	1,851	1,851	3,53	2,75	2,16
Максимальные суммарные перемещения, мм	0,237	0,237	0,104	0,118	0,127

В результате проведённых исследований предложена конструктивная схема, которая позволит значительно расширить область применения шахтных электровозов.

Литература:

1. Бойко Н.Г. Динамика очистных комбайнов. Донецк: Изд-во ДонНТУ, 2004. 206 с.
2. Смирнов С.Н. Разработка методов исследования и проектирования зубчато-речных систем подачи, обеспечивающих повышение эффективности очистных комбайнов: дис. ... докт. техн. наук. Тула, 1991. 572 с.
3. Силовые зубчатые трансмиссии угольных комбайнов. Теория и проектирование / П.Г. Сидоров [и др.]. М.: Машиностроение, 1995. 296 с.
4. Стационарные и тормозные режимы работы бесцепных систем перемещения очистных комбайнов / В.А. Бреннер [и др.]. Тула: Изд-во Тул. гос. ун-та, 2007. 220 с.

УДК 631.372:622.232

### **ВЫБОР ТРАКТОРА ДЛЯ РАБОТЫ С ОБОРУДОВАНИЕМ ДОБЫЧИ КУСКОВОГО ТОРФА**

**Таяновский Г.А., Ромашко Ю.В.**

*Белорусский национальный технический университет, Минск*

*В статье приведены методические положения выбора трактора для работы в составе торфяного машинно-тракторного агрегата (МТА) с навесным фрезерующим оборудованием.*

**Введение.** Рациональный подбор трактора, на базе которого составляется навесной фрезерующе-формующий машинно-тракторный агрегат (МТА), предназначенный для получения сформованного торфяного топливного куска, во многом определяет не только производительность, рабочую скорость движения, удельную энергоёмкость процесса, но и, как показала практика, вообще способность агрегата осуществлять его.

В связи с закупкой торфяной отраслью зарубежного фрезерующе-формующего навесного оборудования для агрегатирования с отечественными колесными тракторами той же мощности, что и штатный зарубежный, на практике оказалось, что такие МТА не достигают эксплуатационных показателей МТА, как с зарубежным трактором. Поэтому актуальной стала задача рационального агрегатирования тракторов МТЗ с упомянутым торфяным оборудованием.

Так как покупное оборудование дорабатывать нецелесообразно, то модель трактора, схему его ошиновки и параметры шин, полную массу и мощность трактора, рабочие передачи в коробке передач, рабочие частоты вращения вала отбора мощности, параметры баллаستировки трактора необходимо выбирать таким образом, чтобы непрерывно обеспечивать близкий к оптимальному режим работы навесного фрезерующего оборудо-