

МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА И МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕДУКТОРА ПРИВОДА БУРОВОГО СТАВА КБВ¹

Семенюк Д.Ю., Пустовой С.А., Манжура М.В. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Современные тенденции развития угольной промышленности требуют быстрой и качественной разработки автоматизированных механических систем, в которых доля участия человека снижена до минимума. Уникальность машин, используемых в горной промышленности предъявляет требования к развитию новых методик проектирования оборудования с использованием современных средств автоматизированного проектирования. Одной из перспективных разработок для добычи угля в шахтах является установка КБВ (Комбайн бурошнековый выемочный). В конструкцию КБВ включены два шнека, в передней части которых расположены буровые головки. Головки разрушают пласты породы относительно небольшого сечения, которые извлекаются из зоны разрушения посредством шнеков, работающих в паре. Участие человека при работе установки сведено к минимуму, что объясняется тяжелыми условиями работы и малой толщиной пласта. Каждый комбайн работает в забое в течении заданного периода времени, после чего он извлекается и заменяется другим. Параметры каждой установки КБВ уникальны, что определяется большими различиями в условиях работы на различных подземных шахтах. Поэтому проблема быстрой и качественной модернизации установки, а именно разработки методики прочностного расчета и модернизации является актуальной.

Предлагается выполнить проектировочный расчет редуктора (рис. 1) привода шнеков установки КБВ, а так же разработать один из вариантов его модернизации. Для реализации быстрой и качественной модернизации редуктора необходимо разработать методику проектирования. При разработке методики целесообразно максимально задействовать возможности ведущих САПР систем – Компас 3D 8 Plus, APM WinMachine 9.2.

Исходными данными для модернизации являются следующие технические характеристики редуктора: тип редуктора – трехступенчатый коническо-цилиндрический, цилиндрические передачи Новикова; передаточное число редуктора - 23,26; крутящий момент на выходном валу (номинальный) - 16464Нм; передаваемая мощность – 110 кВт; частота вращения выходного вала – 63,27об/мин; габариты – 1420 x 1296мм; масса – 1260кг. По условию модернизации редуктора нельзя изменять его габариты, межосевые расстояния и крепежные элементы. Одним из наиболее важных исходных параметров является ресурс работы. Так как агрегат работает в тяжелых условиях горной промышленности, был принят полугодичный срок службы, т.е. 2500час.

На первой стадии модернизации предложено заменить зубчатые передачи Новикова эвольвентными передачами. Такое решение принято исходя из того, что эвольвентные передачи более распространены, чем передачи Новикова и технологический процесс изготовления эвольвентных передач значительно проще, чем изготовление передач Новикова.

При проведении прочностного расчета был использован пакет APM WinMachine 9.2. Расчет зубчатых передач проводился с использованием модуля APM Trans. Так как из условия известен момент на выходном валу, то целесообразно расчет начинать с

¹ Под руководством проф. Нечпаева В.Г., ас. Голдобина В.А., ас. Проскурякова С.В.

третьей передачи. После этого проводится расчет второй и первой передач. При расчете передач использованы исходные данные: числа зубьев колеса и шестерни, межосевое расстояние, момент на выходе, твердость поверхности зубьев колес, способ термообработки, ресурс работы передачи, обороты на выходе, модуль и т.д. Остальные параметры определены автоматически после запуска расчета. Изменяя некоторые исходные данные, можно получить множество решений и выбрать оптимальный вариант.

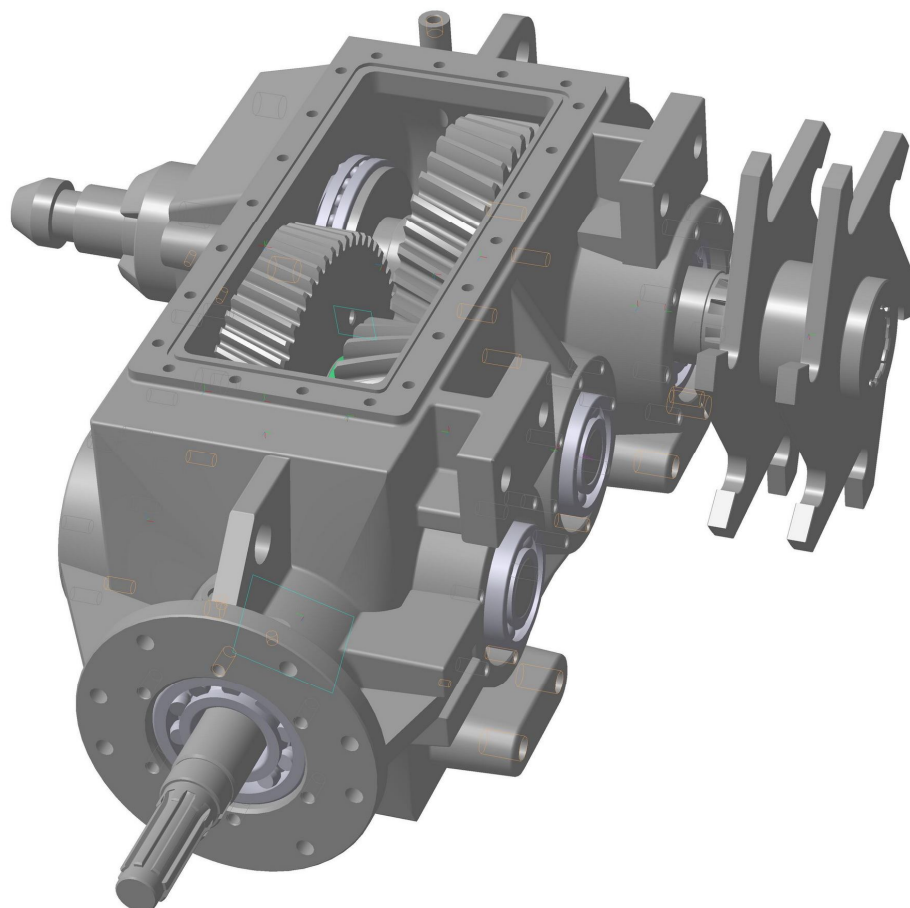


Рис. 1 – Редуктор привода бурового става КБВ

При расчете конической передачи возникла проблема нехватки ресурса работоспособности. Эта проблема была решена подбором чисел зубьев колеса и шестерни конической передачи. Модуль APM Trans позволяет ввести в исходные данные требуемый ресурс и передаточное отношение, после чего получить передачу с другим числом зубьев, но с требуемыми габаритами.

После расчета передач выполнялся расчет валов. Расчет валов на усталостную прочность выполнялся с помощью модуля APM Shaft. В качестве исходных данных использовались данные, полученные из расчета передач, т.е. усилия в зацеплении. В главном окне программы из стандартных блоков собирался вал требуемой конструкции. После этого расставлялись опоры и прикладывались нагрузки в зонах их действия. Так же для расчета необходимо было задать материал, из которого изготовлен вал. Затем запускалась программа расчета. Можно проводиться как общий

расчет вала, при котором определяется ресурс работы при определенной частоте вращения, так и расчет динамических характеристик, после которого можно посмотреть эпюры нагружения, деформацию, напряжения и выявить опасные сечения вала. Так же программа автоматически рассчитывает реакции в опорах, которые понадобятся при расчете подшипников качения. Рассчитанный вал можно экспортировать в файл с расширением agr (APM Graph), который является чертежом этого вала. Данная функция очень полезна при создании технической документации, так как она позволяет сэкономить много времени.

Следующий этап - расчет подшипников качения. Такой расчет позволяет выполнить модуль APM Bear. Исходными данными при расчете являются: геометрические параметры подшипника; силы, действующие в осевом и радиальном направлении; квалитет точности; скорость вращения; коэффициент динамичности; схема установки. После расчета получают параметры, такие как долговечность, жесткость, момент трения, потери мощности, выброс тепла, силы, действующие на тела качения и т. д.

Неотъемлемой частью расчета редуктора является расчет соединений (шлицевых, шпоночных). В исследуемом редукторе присутствуют только шлицевые соединения. Расчет соединений производится в системе APM Joint. Данный модуль позволяет проводить расчет практически всех типов соединений, применяемых в машиностроении.

Вторым этапом методики является разработка конструкции модернизированного редуктора, которая была выполнена в виде трехмерной модели всех элементов редуктора (рис. 1) в САПР Компас 3D 8 Plus. Разработанная 3D модель корпуса помогает выявить в нем тонкие места и опасные сечения. Далее эта модель корпуса используется для расчета внутренних напряжений и деформаций методом конечных элементов. Такой расчет позволяет выполнить модуль APM Structure 3D.

Заключительным этапом методики проектирования является анализ полученных результатов.

Таким образом, была предложена методика прочностного расчета редуктора привода установки КБВ и на примере показан один из множества вариантов модернизации этого редуктора.

Выводы: 1. Разработана методика прочностного расчета и модернизации редуктора привода бурового става КБВ. 2. Выполнен прочностной расчет стандартных элементов редуктора с использованием APM WinMachine 9.2. 3. Выполнена конструкторская проработка редуктора с модернизацией зубчатых передач. 4. Выполнена оптимизация конструкции редуктора по критерию долговечности.

Список литературы. 1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з деталей машин. “Вибір електродвигуна та визначення вихідних даних для розрахунку приводу” (для студентів напрямку “Інженерна механіка”). Автори: Оніщенко В.П., Ісадченко В.С., Недосекін В.Б., – Донецьк: ДонНТУ, 2005. - 36 стор. 2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з деталей машин. Розділ 2 “Проектування зубчастих і черв’ячних передач” (для студентів напрямку «Інженерна механіка»). / Автори: В.П. Блескун, С.Л. Сулейманов.– Донецьк.: ДонНТУ, 2005.- 48с. 3. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з деталей машин. Розділ 3. Проектування валів та їх опор на подшипниках кочення (для студентів напрямку “Інженерна механіка”) / Автори: О.В. Деркач, О.В. Лукічов, В.Б. Недосекін, Проскураков С.В. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. - 106 с. 4. Детали машин: Атлас конструкций. Уч. пособие для машиностроительных вузов/ В.Н. Беляев, И.С. Богатырев, А. В. Буланже и др., Под ред. д-ра техн. наук проф. Д. Н. Решетова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. – 1979. – 367с.