

МЕТОДИКА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА ПРИВОДОВ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА ТИПА СПЦ 26

Голдобин В.А., Гутаревич Н.В., Гончаренко К.В., Толкачев О.Э.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

В настоящее время при проектировании машин актуальным является вопрос автоматизации прочностных расчетов деталей и узлов машин, испытывающих сложное напряженное состояние.

В данной статье предложена методика прочностного расчета трансмиссии и элементов корпусной группы скребкового конвейера типа СПЦ 26 с применением высокотехнологичного программного обеспечения АРМ WinMachine разработанного Научно-техническим центром АПМ (г. Королев, Россия).

Скребковый конвейер является базирующим элементом многих механических комплексов для выемки углей в условиях тонких пластов. Проведенный анализ показал что, энерговооруженность приводных станций конвейеров неуклонно повышается в связи с ростом интенсификации процессов горного производства. Кроме того, конвейер используется в основе различных механизированных комплексов применительно к многообразию условий производства. Это обуславливает необходимость комплектования конвейеров редукторами различных типов и параметров. Для оперативной модернизации конструкций приводов конвейера необходима методика прочностного обоснования модернизированных вариантов их редукторов, позволяющая оперативно с достаточной точностью и с небольшими затратами выполнить соответствующий анализ. Этими требованиями определяется актуальность и необходимость создания комплексной методики прочностного анализа весьма специфических и сложных конструкций, являющихся основой системы привода исполнительных органов комбайнов.

Цель исследований заключалась в разработке методики прочностного расчета приводов скребкового конвейера типа СПЦ 26.

Для достижения указанной цели были решены следующие задачи:

- разработаны пространственные модели редукторов;
- выполнены проверочные расчеты элементов трансмиссии;
- проведены исследования прочности корпусной группы.

Объектом исследования являлась редукторная группа шахтного скребкового конвейера СПЦ 26.

В исследуемом конвейере редуктор головной приводной станции цилиндрический и редуктор концевой приводной станции коническо-цилиндрический. Особенностью объектов является то, что оба редуктора имеют одинаковые корпуса, но комплектация, крепления отличаются. Оба

имеют по 4 вала, 3 передачи, одинаковые передаточные отношения, одинаковые числа зубьев и модули колес на соответствующих передачах, в цилиндрическом - передачи цилиндрические прямозубые и косозубая, а в коническо-цилиндрическом - первая передача коническая. На рис. 1, 2 представлены твердотельные модели редукторов.

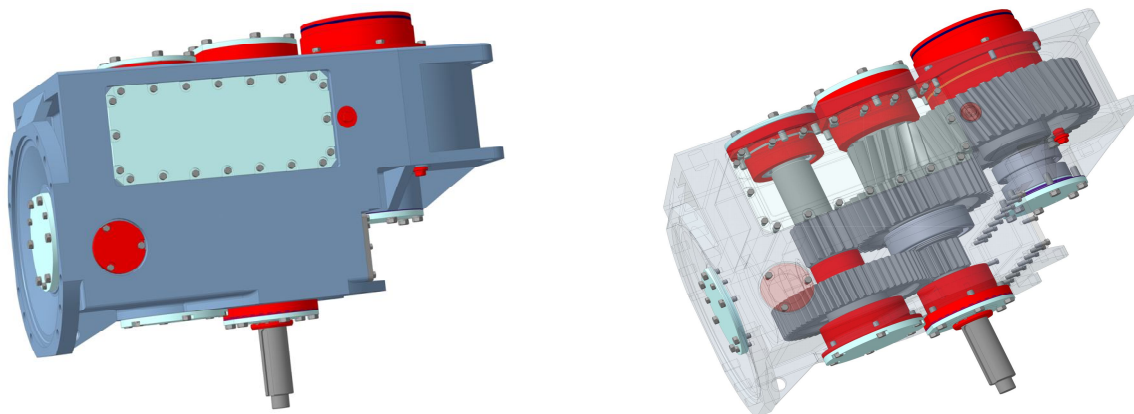


Рис. 1. Твердотельная модель цилиндрического редуктора головной приводной станции

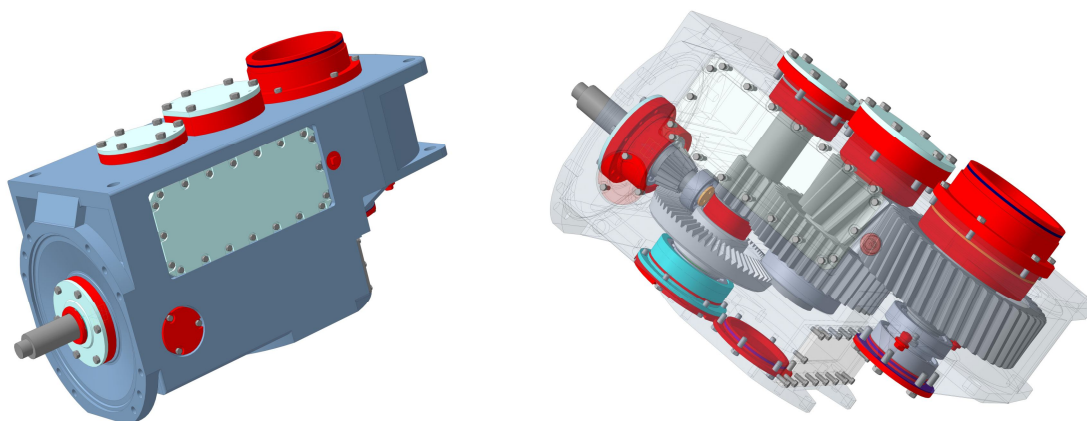


Рис. 2. Твердотельная модель коническо-цилиндрического редуктора концевой приводной станции

Для расчетов элементов трансмиссии применялись модули APM Trans, APM Shaft, APM Bear, APM Joint среды САПР APM WinMachine. Расчет передач выполнен в модуле APM Trans. Все передачи прошли проверку по вращающему моменту и по заданному ресурсу. Результатом расчета являются действительные напряжения, которые имеют оптимальные значения, не превышающие допускаемые и не требующие изменений.

Следующим этапом проведен расчет валов при помощи модуля APM Shaft. В результате была получена эпюра распределения коэффициента за-

паса прочности. Используя эту эпюру, определяем минимальные запасы прочности. Значения коэффициентов находятся в пределах от 3 до 13,5, что значительно превышает минимально допустимое значение. Исходя из этого, можно применить меры, обуславливающие оптимизацию значений коэффициента запаса усталостной прочности, в частности изменение марки стали.

Расчет радиальных, радиально-упорных и сферических роликовых подшипников качения выполнен в модуле APM Bear. Суть расчета – определение долговечности, срока службы подшипника в данных условиях эксплуатации и сравнение с требуемыми значениями. Рассчитанные значения долговечностей удовлетворяют заданным условиям, не требуют подбора и замены на другие типы подшипников, с большим сроком службы.

Шлицевые и шпоночные соединения проверены модулем APM Joint. Анализ полученных результатов расчета позволяет сделать вывод о том, что расчетные значения длин соединений соответствуют, а в ряде случаев превышают требуемые значения. Это обуславливает надежную работу, исключаящую преждевременный выход из строя.

На заключительном этапе выполнения работы выполнен расчет корпусной группы. Расчет базируется на методе конечных элементов, выполняется в модулях APM Studio и APM Structure. Число конечных элементов твердотельной модели, а, следовательно, длительность времени расчета устанавливается в соответствии с желаемой точностью получаемых результатов и рядом других соображений. Для начала составлена расчетная модель в модуле APM Studio: сопряжены грани деталей, примыкающих к корпусу, приложены нагрузки, ограничения в виде закреплений, учтена масса двигателя. Примеры расчетных моделей корпусов представлены на рис. 3.

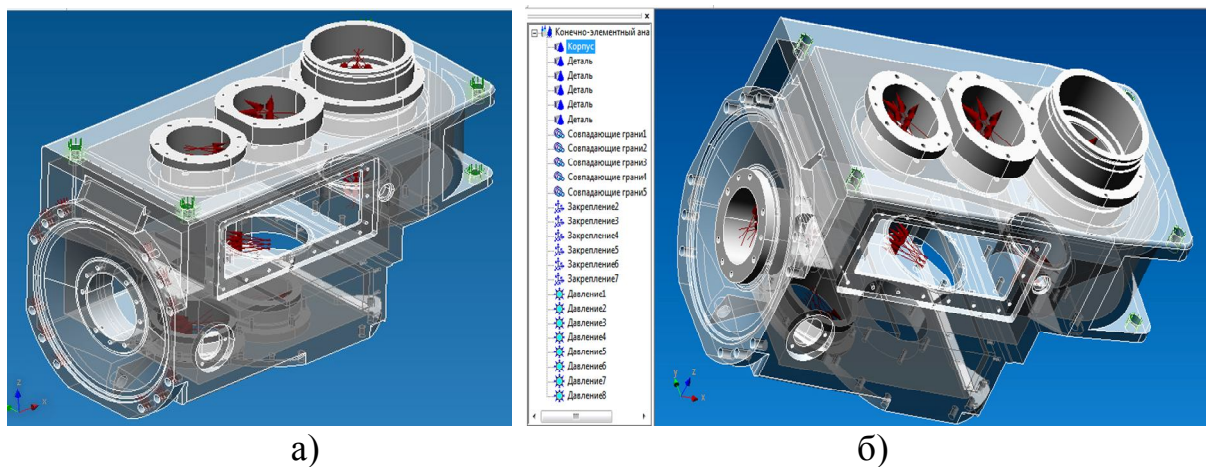


Рис. 3. Расчетная модель: а) корпус цилиндрического редуктора, б) корпус коническо-цилиндрического редуктора

Полученные расчетные схемы разбиты на сетку конечных элементов с заданным шагом разбивки 25. Указанный шаг разбивки выбран после ряда проведенных исследований.

При генерации конечно-элементной сетки корпусов получили 33930 узлов, 124434 объемных элемента, из которых все 4-х узловые (рис.4).

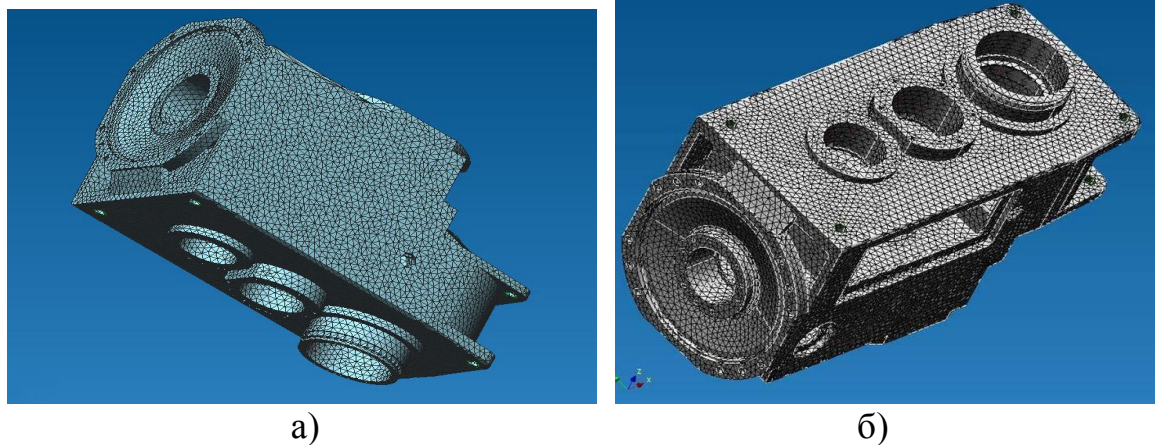


Рис. 4. Конечно-элементная модель: а) корпус цилиндрического редуктора, б) корпус коническо-цилиндрического редуктора

Далее конечно-элементная модель загружается в модуль APM Structure3D, где проводится расчет корпуса. Результатами расчетов являются карты распределения напряжений, перемещений, коэффициента запаса прочности. Примеры для обоих вариантов сборок указаны на рис. 5, 6.

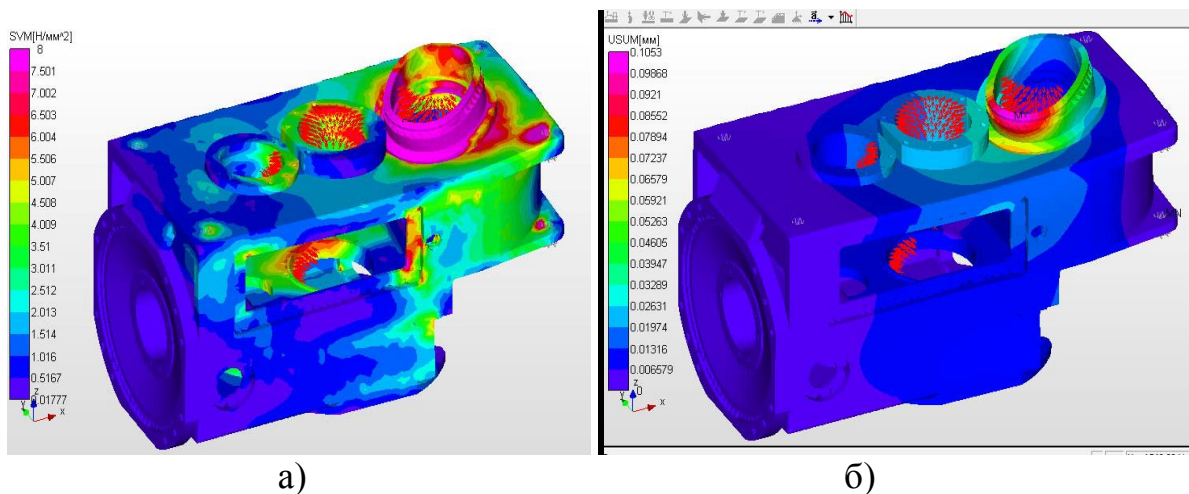


Рис. 5. Корпус цилиндрического редуктора: а) карта напряжений, б) карта перемещений

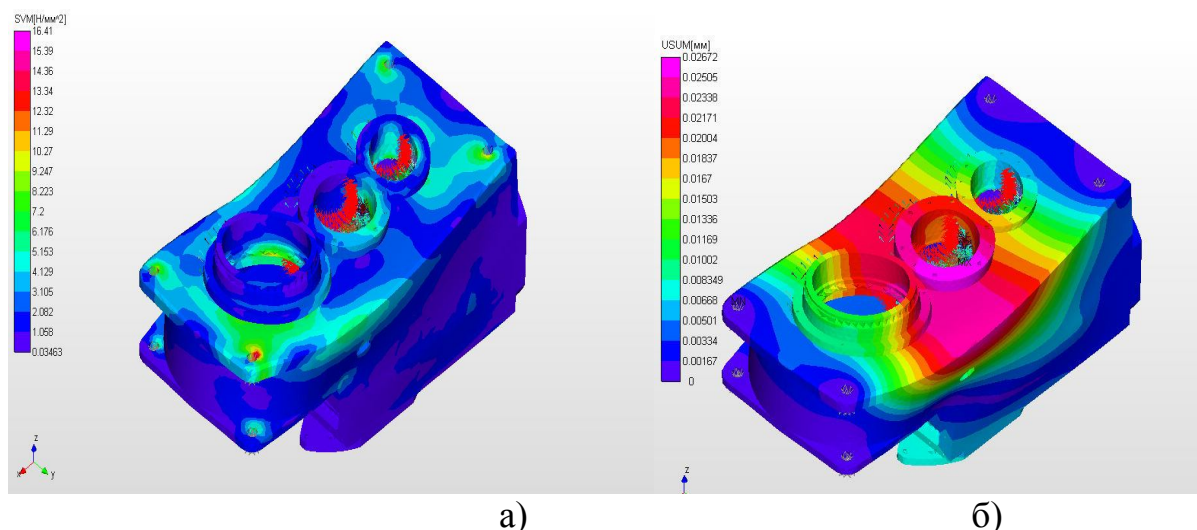


Рис. 6. Корпус коническо-цилиндрического редуктора: а) карта напряжений, б) карта перемещений

Анализ напряженно-деформированного состояния показал, что у цилиндрического редуктора головной приводной станции максимальное значение действующих напряжений составило 81,28 МПа в области стакана для расположения подшипников выходного вала. Также значительные напряжения имеют место в прилегающих зонах. В остальных зонах напряжения более низкие. Коэффициент запаса по текучести у этого редуктора составил 6,64, по прочности – 11,59; максимальное перемещение – 0,105 мм.

Сравнивая значение максимальных напряжений с допусковым, можно сделать вывод о том, что конструкция является недогруженной, следовательно, целесообразно принять меры по снижению металлоемкости в недогруженных зонах корпуса.

В корпусе коническо-цилиндрического редуктора значение максимальных напряжений составляет 35,3 МПа в зоне расположения расточек под подшипники на вертикальной боковой стороне корпуса. Максимальное перемещение составило 0,0315 мм; коэффициент запаса по текучести – 14,98, по прочности – 26,14.

Корпус коническо-цилиндрического редуктора, также как и цилиндрического, является недогруженным, следовательно, рекомендации по равномерному распределению напряжений будут аналогичны цилиндрическому корпусу: снизить металлоемкость в недогруженных областях корпуса.

Выводы:

1. Разработана методика прочностного расчета приводов шахтных скребковых конвейеров в среде САПР APM WinMachine.

2. Проведен сравнительный анализ значений максимальных напряжений с допускаемыми и установлены коэффициенты запаса прочности.

3. Достоверность предлагаемой методики прочностного расчета подтверждается совпадением значений основных прочностных параметров привода шахтного скребкового конвейера СПЦ 26, эксплуатируемого на шахтах Донбасса.

Список литературы: 1. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure 3D, Издательство АПМ, 2004. - 205с. 2. Голдобин В.А., Коробко Ю.Н. Анализ напряженного состояния приводных колес коксовыталькователя Авдеевского коксохимзавода. / Машинознавство/ Матеріали 12-ої регіональної науково-методичної конференції. – Донецьк: ДонНТУ, 2010, С. 12-15. 3. Голдобин В.А., Харламов С.Ю. Методика прочностного расчета редуктора исполнительного органа проходческого комбайна КПД. / Машинознавство/ Матеріали 12-ої регіональної науково-методичної конференції. – Донецьк: ДонНТУ, 2010, С. 16-18.