

Корнеев С. В.
д.т.н., профессор,
Доброногова В. Ю.
к.т.н., доцент,
Захаров О. В.
ассистент

Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОРЯДНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS WORKBENCH

В угольной промышленности применяются резинотросовые и резинотканевые ленты. Соотношение общей навески резинотросовых лент к навеске лент с тканевыми прокладками постоянно сокращается. Причем вытеснение резинотросовых лент происходит, в основном, за счет их замены высокопрочными тканевыми лентами. Резинотканевые многопрокладочные ленты соединяются способами горячей или холодной вулканизации, которые в идеальных условиях обеспечивают прочность стыка, практически равную агрегатной прочности ленты, а также механическим способом. В условиях угольной шахты соблюсти все необходимые требования технологии получения вулканизированных стыков зачастую не представляется возможным, что приводит к значительному снижению их прочности. Так как среди тканевых лент при возрастающей прочности прокладок ленты из синтетических материалов все большее распространение получают ленты с малым числом прокладок, то, несмотря на сравнительно невысокую прочность, все большее применение находят механические способы соединения. На конвейерах с изменяющейся в процессе эксплуатации длиной (телескопические конвейеры) ленты соединяются только механическим способом. В случае применения цельнотканевых лент — это единственно возможный способ соединения. Ежегодный прирост числа механических соединений (МС) составляет 20–25 %. Соединение лент механическим способом осуществляется, в основном, заклепками, П-образными и крючкообразными скобами. В мировой практике наибольшее распространение получили как однорядные, так и многорядные шарнирные соединения скобами типа «Штальгрубер», «Мато» (Германия), «Флекско» (США). В случае применения многорядных соединений возникает проблема равномерного нагружения скоб [1].

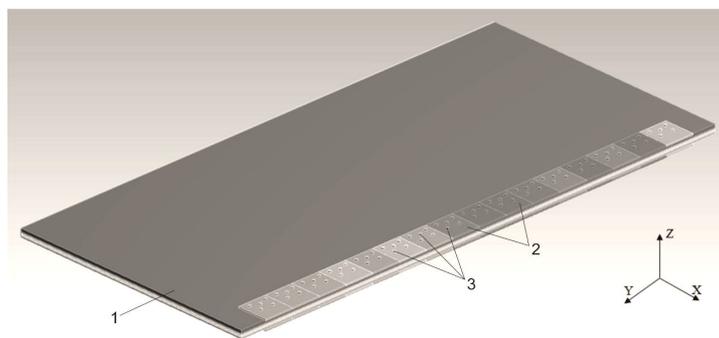
Практика показывает, что относительная прочность и долговечность механических стыков в среднем составляют: для заклепочных соединений внахлест, соответственно, — 39 % и 13 %, для шарнирных стыков с крючкообразными скобами — 51 % и 19 %, с П-образными скобами — 77 % и 35 % [2].

Целью работы является исследование напряженно-деформированного состояния многорядных механических соединений типа Flexco Rivet Hinged резинотканевой конвейерной ленты 800EP-800/4-5+2 фирмы Phoenix (Германия) посредством компьютерной модели в программном комплексе ANSYS Workbench.

Геометрическая модель многорядного механического соединения, разработанная в программном комплексе ANSYS Workbench, представлена на рисунке 1.

Компьютерная модель ленты представляется в виде слоистой композиции из тканевых прокладок, резиновых прослоек и обкладок. Тканевые прокладки представлены упругими ортотропными телами, а резиновые прослойки и обкладки — упругими изотропными телами. Концы ленты соединяются набором шарнирных соединителей, способных поворачиваться относительно тросика, на котором они набираются. Основными элементами шарнира являются две абсолютно жесткие охватывающие ленту пластины и стягивающие их цилиндрические стержни, которые имитируют соединители МС — заклепки или болты. В процессе за-

клепывания или затягивания соединителей в каждом шарнире обеспечивается некоторый «прессовый эффект», благодаря которому, по крайней мере, на начальном этапе эксплуатации стыков возникают силы сцепления металлических пластин МС с поверхностью ленты, что снижает нагрузки на соединители и прокладки ленты. На свободный конец ленты действует равномерно распределенная по всей ширине ленты растягивающая сила.



1 — лента; 2 — пластина; 3 — заклепка

Рисунок 1 — Геометрическая модель механического соединения конвейерных лент

В результате моделирования номинального режима нагружения стыка плоской конвейерной ленты установлено, что все четыре прокладки нагружаются практически равномерно, наибольшей нагрузке подвергается третий со стороны торца ленты ряд заклепок. Максимальные напряжения по основе $\sigma_{x\max}$ до 56,7 МПа наблюдаются на поверхности отверстий в верхней прокладке.

Во втором ряду заклепок нагрузка так же, как и в первом, распределяется равномерно по всем четырем прокладкам. При этом максимальное напряжение составляет 43,4 МПа. Наименьшей нагрузке подвержен первый ряд МС, в котором максимальное напряжение составляет 13,4 МПа. Максимальные напряжения по утку $\sigma_{y\max}$ возникают в верхней прокладке третьего ряда отверстий и составляют 40,9 МПа.

Выводы. Наибольшей нагрузке как по основе (σ_x), так и по утку (σ_y) подвергаются прокладки ленты вокруг заклепок третьего, со стороны торца, ряда МС. Максимальные напряжения возникают на поверхности отверстий в верхней прокладке ленты и составляют по основе 56,7 МПа, что примерно в 1,3 раза больше напряжений вокруг заклепок второго ряда и в 4 раза больше напряжений вокруг заклепок первого ряда. Напряжения по утку составили 40,9 МПа.

При номинальной нагрузке фактический коэффициент запаса прочности прокладок по основе, рассчитываемый для наиболее напряженного (слабейшего) сечения ленты, равен 3, а по утку — 1,1, что значительно ниже нормативных значений.

Полученные результаты исследования показали, что нагрузка в многорядном механическом соединении типа «Flexco» Rivet Hinged распределяется крайне неравномерно. Дальнейшие исследования должны быть направлены на поиск конструктивных решений и выбор параметров МС, обеспечивающих равномерное нагружение всех ее элементов.

Список литературы

1. Киселев, Б. Р. Ленточный конвейер. Расчет и проектирование основных узлов : учеб. пособ. / Б. Р. Киселев, М. Ю. Колобов. — И. : ИГХТУ, 2019. — 179 с.
2. Скворцов, А. М. Совершенствование стыковки конвейерных лент / А. М. Скворцов, Б. А. Кроль, В. В. Шконда // Шахтный и карьерный транспорт. — М. : Недра, 1983. — Вып. 8. — С. 26–30.