

Отремонтированные покрышки подвергают статической балансировке на специальном станке БЛБ-1. Уравновешивают покрышку, приклеивая на ее внутреннюю беговую часть кусок листовой специальной резины толщиной 2,0 мм. Пробег покрышки после восстановления составляет 15...25 тыс. км [2].

Технология восстановления шин на заводе «Бриджстоун» следующая.

Сначала каждый каркас внимательно осматривают изнутри и снаружи на инспекционном борторасширительном станке. Проколы и другие повреждения помечают.

Пригодные шины отправляются на более детальный осмотр — на станке вакуумной шеарографии при помощи двух камер и лазерных лучей происходит сканирование внутренних расслоений в протекторной зоне и в боковинах. Изображения передаются на компьютер, и оператор видит состояние каркаса на мониторе.

Основные критерии приемки каркасов автошин на восстановление:

1. Каркас автошины должен быть не старше пяти лет.
2. Заводской номер должен быть читаемым.
3. Не допускается износ беговой дорожки до оголения брекерного слоя.
4. Не допускаются повреждения в зоне бортового кольца, повреждения герметизирующего слоя внутри каркаса шины.
5. Не допускаются различные деформации боковины и повреждения в неремонтируемой зоне.
6. Не принимаются уже ранее восстановленные шины, шины китайского, российского производства или шины не установленного производителя.

Следующий этап — шероховальный станок. Здесь удаляют протектор и зачищают всю грязь, причем пыль сразу втягивается встроенным пылесосом. Шину, обработанную на этом станке, запрещено ка-

саться руками, даже в перчатках; ее нельзя опускать на пол. Потом на участке зачистки местных повреждений скайвинга тремя видами пневмоинструмента с насадками удаляют все мелкие повреждения протектора и боковины. Затем шину в покрасочной камере обрабатывают связующим составом — «цементом», чтобы обеспечить потом прилипание протекторной ленты и прослоечной резины.

На лентоотрезном станке оператор должен нажать одновременно две кнопки для того, чтобы отрезать кусок протекторного слоя нужного размера. Это забота о безопасности, при такой технологии просто невозможно получить травму. Есть и кнопка полной остановки в экстренном случае.

С помощью валиков под давлением 0,35 МПа происходит прикатывание ленты и прослоечной резины, на сборочном станке — сборка ленты и каркаса. Оператор контролирует центровку и в целом процесс с помощью лазерного светового устройства. После этого шину упаковывают в герметизирующий резиновый конверт, и она по монорельсу отправляется в автоклав. «Выпекание» 22 шин одновременно производят в течение 4,5 ч при температуре 99 °С под давлением 0,6 МПа. В результате происходит вулканизация — химический процесс, при котором молекулы резины связываются в цельный химический кусок. Это не приклеивание, а именно химическая реакция с взаимопроникновением молекул.

После автоклавирования остается снять конверт и покрасить шину.

Список литературы

1. Зубкова, И. Шинам — вторую и третью жизнь / И. Зубкова // Грузовой транспорт и спецтехника. — 2011. — № 10. — С. 39–42.
2. Румянцев, С.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник для ПТУ / С.И. Румянцев, А.Ф. Синельников, Ю.Л. Штоль. — М.: Машиностроение, 1989. — 272 с.

УДК 624.04

В.А. Елтышев, доктор техн. наук
Ю.А. Барыкин

Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ И ПРОГИБОВ В БАЛЛОНАХ ДАВЛЕНИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Применение современных композиционных материалов в сельском хозяйстве становится все более актуальным в связи с модернизацией, проводимой во всех отраслях народного хозяйства. В настоящее время уже находят применение

баллоны давления из композиционных материалов для сжатого и сжиженного газа в автосельхозтехнике. Перспективным является проектирование и производство различного рода емкостей для хранения и опрыскивания под давлением сельхозуго-

дий различными реактивами. Последнее связано с высокой стойкостью композиционных материалов к агрессивным средам. При проектировании такого рода конструкций необходимо уметь определять возникающие в них перемещения и напряжения от действующих нагрузок.

Из анализа литературы по данному направлению следует, что современные численные методы сложны для реализации и требуют специальной подготовки, а инженерные решения в аналитическом виде отсутствуют.

С целью восполнить этот пробел в работе [1] были получены аналитические выражения для определения перемещений (прогибов) и напряжений в композиционных баллонах давления из ортотропного материала.

Выражения для прогибов имеют следующий вид:

для цилиндрической части баллона

$$w_{ц} = \frac{pb^2}{2E_2h} \left[2 - v_2 - \frac{1}{2} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta(\beta x) \right], \quad (1)$$

для эллиптических днищ

$$w_{э} = \frac{pb^2}{2E_2h} \left[2 - \left(\frac{b}{a} \right)^2 - v_2 + \frac{1}{2} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta(\beta x) \right], \quad (2)$$

где $\eta(\beta x) = e^{-\beta x} \cos \beta x$, $\beta = \sqrt[4]{\frac{3}{h^2 b^2} \left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2 \right)}$; p — давление в баллоне; E_2, v_2, v_1 — модули упругости и коэффициенты Пуассона ортотропного материала в меридиональном и окружном (кольцевом) направлениях ($E_1 = E_2 v_2 / v_1$); a, b — полуоси эллиптических днищ; h — толщина баллона; x — меридиальная координата.

Анализ выражений (1) и (2) показывает, что в стыковом сечении цилиндра с днищем при $x = 0$ функция $\eta(\beta x) = 1$, поэтому оба выражения (1) и (2) дают одну и ту же зависимость

$$w = \frac{Pb^2}{2E_2h} \left[2 - v_2 - \frac{1}{2} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \right].$$

При увеличении координаты x функция $\eta(\beta x)$ убывает, при $\beta x = \pi$ равна 0,0432 и при значениях $\beta x > \pi$ ей в инженерных расчетах можно пренебречь.

Поэтому при $\beta x > \pi$ для прогибов цилиндрической части можно принять следующее значение:

$$w = \frac{Pb^2}{2E_2h} (2 - v_2),$$

а для днищ при длине дуги меридиана $\beta x > \pi$ значение

$$w = \frac{Pb^2}{2E_2h} \left(2 - \frac{b^2}{a^2} v_2 \right).$$

На основании проведенного анализа распределение прогибов в баллоне показано на рисунке.

Распределение меридиональных напряжений σ_x в баллоне описывается следующим выражением [1]:

$$\sigma_x = \frac{Pb}{2h} \left[1 + \frac{3}{2 \sqrt[3]{3 \left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2 \right)}} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta_1(\beta x) \right], \quad (3)$$

где $\eta_1(\beta x) = e^{-\beta x} \sin \beta x$.

Исследование на экстремум выражения (3) показывает, что максимальное значение σ_x при $\beta x = \frac{\pi}{4}$ следующее:

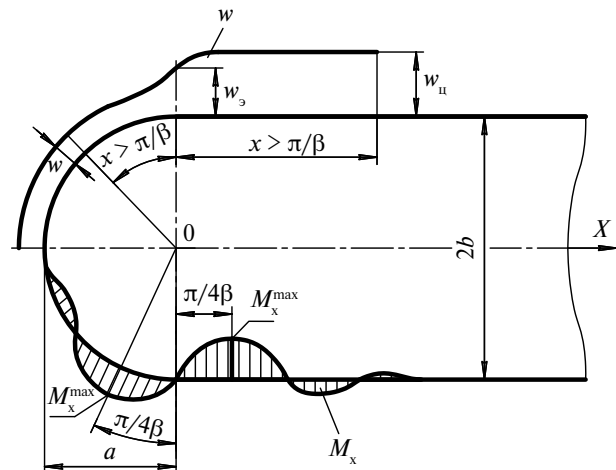
$$\sigma_x^{\max} = \frac{pb}{2h} \left[1 + \frac{0,484}{\sqrt[3]{3 \left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2 \right)}} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \right]. \quad (4)$$

Выражение (4) справедливо как для цилиндрической части, так и для днищ, только опасная точка для цилиндра лежит на наружной поверхности, а для днищ — на внутренней. Это следует из распределения изгибающих моментов M_x^u в цилиндре и $M_x^э$ в днище (рисунок), где

$$M_x^u = -M_x^э = \frac{p}{8\beta^2} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta_1(\beta x),$$

$$\begin{aligned} |M_x^u|^{\max} &= |M_x^э|^{\max} = \frac{p}{8\beta^2} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta_1 \left(\frac{\pi}{4} \right) \approx \\ &\approx 0,322 \left(\frac{b}{a} \right)^2 \frac{pbh}{8 \sqrt[3]{3 \left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2 \right)}}. \end{aligned}$$

Так как мембранные кольцевые напряжения σ_y в эллиптических днищах меньше, чем в цилиндрической части баллона [2], то для определения максимального значения кольцевого напряжения σ_y достаточно исследовать его выражение для цилиндрической части баллона:



Распределения прогибов w и изгибающих моментов M_x

$$\sigma_y = \frac{pb}{2h} \left[2 - \frac{1}{2} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta(\beta x) + \frac{3v_2}{2\sqrt{3\left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2\right)}} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta_1(\beta x) \right]. \quad (5)$$

Выражение (5) принимает экстремальное значение при значении

$$\beta x^* = \pi + \arctg \frac{\sqrt{3\left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2\right)} + 3v_2}{3v_2 - \sqrt{3\left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2\right)}}, \quad (6)$$

$$\sigma_y^{\max} = \frac{pb}{2h} \left[2 - \frac{1}{2} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta(\beta x^*) + \frac{3v_2}{2\sqrt{3\left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2\right)}} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta_1(\beta x^*) \right]. \quad (7)$$

Таким образом, подставляя в приведенные выражения (1)–(7) конкретные значения размеров, давления и механических характеристик материала баллона, можно получить все необходимые данные по прогибам и напряжениям в рассчитываемых конструкциях.

Достоверность полученных результатов подтверждается тем, что приведенные выражения (1)–(5) в частном случае для изотропного металлического баллона, т. е. при $E_1 = E_2 = E$, $v_1 = v_2 = v$, совпадают с выражениями, полученными в работе [2].

Список литературы

1. Елтышев, В.А. Напряженное и деформированное состояние ортотропных баллонов давления / В.А. Елтышев, Ю.А. Барыкин // Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Пермской ГСХА. — Пермь: ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2010. — С. 311–315.
2. Тимошенко, С.П. Пластинки и оболочки / С.П. Тимошенко, С. Войновский-Критер. — М.: Физматгиз, 1963. — 636 с.

УДК 629.083

А.Л. Тоцкий

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ УТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Автомобиль является крупнейшим загрязнителем окружающей среды, особенно в крупных городах. Считают, что мировой парк автомобилей приблизился к 700 млн ед. Россия, Китай, Индия, другие страны переживают автомобильный бум. Автопарк России ежегодно увеличивается на 1,6...1,8 млн автомобилей [1].

Происходит ускорение обновления автопарка и вывод из эксплуатации автотехники, узлы и компоненты которой пригодны для дальнейшей эксплуатации. Учитывая, что в 90-е годы прошлого века в нашу страну хлынул поток подержанных автомобилей, иногда полностью выработавших свой ресурс, следует ожидать значительного увеличения количества автомобилей, выводимых из эксплуатации.

Ускорившееся обновление автопарка, увеличение его численности создают реальную и серьезную угрозу окружающей среде, в том числе неоправданно большого потребления материальных ресурсов. Снизить ее может рациональное обращение с выводимыми из эксплуатации автомобилями, автокомпонентами и материалами [2].

Утилизация автотранспортных средств должна развиваться в двух направлениях:

- восстановления и повторного использования узлов, агрегатов и других автокомпонентов, сохранивших свой ресурс;
- переработки узлов и агрегатов, не подлежащих восстановлению, во вторичные материалы с целью их использования при производстве новых материалов.

Для реализации этих направлений необходимо знать, какие материалы и в каком количестве образуются при утилизации автотранспортных средств.

По состоянию на 1 января 2011 г. количество автотранспортных средств, зарегистрированных на территории Российской Федерации, равняется 49,2 млн ед. Общее число легковых автомобилей при этом составило 40,02 млн, грузовых авто — 5,35 млн, тракторов и комбайнов — 2,94 млн, а оставшиеся 894 тыс. приходятся на автобусы [2].

В России утилизируемые автотранспортные средства можно разделить на два основных потока:

- автотранспортные средства, утилизируемые при финансовой поддержке государства («Программа утилизации автомобилей»), порядка 500 тыс. автомобилей;
- автотранспортные средства, утилизируемые без финансовой поддержки государства (на-