

С. В. МЯМЛИН (ДИИТ), В. М. БУБНОВ, Д. Т. ЛАВРЕНКО (ООО «ГСКБВ»)

## ТЕНДЕНЦИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Наведено аналіз основних технічних рішень конструкцій вагонів-цистерн для перевезення світлих нафтопродуктів. Особливу увагу приділено вузлу з'єднання котла та рами вагона.

Представлен анализ основных технических решений конструкций вагонов-цистерн для перевозки светлых нефтепродуктов. Особое внимание уделено узлу соединения котла и рамы вагона.

An analysis of main engineering designs for constructions of tank cars for transportation of light oil products is presented in the paper. A special attention is paid to the connection unit of boiler and wagon frame.

Работы по совершенствованию конструкции и повышению надежности выпускаемых вагонов-цистерн проводятся многими конструкторскими организациями практически во всех промышленно-развитых странах. Постоянное совершенствование конструкции цистерн связано с характером перевозимых грузов, которые, как правило, относятся к категории опасных. В свете проводимых работ по совершенствованию конструкций цистерн большое внимание уделяется такому узлу как соедине-

ние котла с рамой, который, по сути, является одним из наиболее ответственных конструктивных узлов, отвечающий за устойчивость и прочность конструкции цистерны в целом.

Анализ данных, полученных при изучении зарубежного опыта цистерностроения, а также проведенные патентные исследования (более 200 патентов), позволили сравнить и классифицировать основные конструктивные схемы вагонов-цистерн в части соединения котла к раме (рисунок).

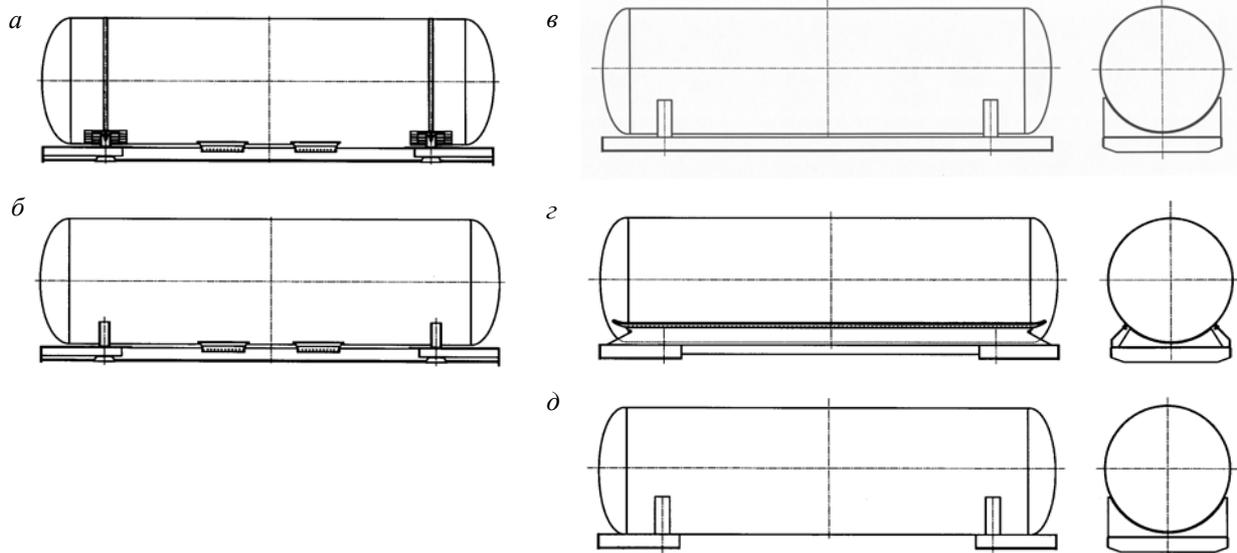


Рис. Классификация конструктивных схем крепления котла на раме:  
*a* – хомутовая схема; *б* – бесхомутовая схема; *в* – двухточечная схема; *г* – жесткая (европейская) схема;  
*д* – безрамная схема

Для цистерн, изготавливаемых в странах СНГ и Скандинавии, характерна хомутовая схема (см. рис., *a*). Крепление котла на раме осуществляется в средних и концевых его частях. В средней части крепление котла на раме осуществляется с помощью фасонных лап, препятст-

вующих смещению котла относительно рамы, а концевые части котла опираются свободно на крайние опоры. К крайним опорам котел притянут стяжными хомутами, предназначенными для предотвращения вертикальных и поперечных перемещений котла относительно рамы.

Особенностью конструкции рамных цистерн является то, что хребтовая балка почти не участвует в восприятии основных вертикальных нагрузок. Это объясняется большей жесткостью котла по сравнению с жесткостью хребтовых балок рамы. Шкворневые балки рамы подвержены значительным вертикальным нагрузкам, и при приложении к их концам усилий, необходимых для подъема кузова, в этих балках могут возникнуть значительные напряжения. Хребтовые балки служат в основном для восприятия продольных усилий. Особенности хомутового крепления котла на раме отражены в патентах [1; 2].

К основным недостаткам такой конструктивной схемы соединения котла к раме следует отнести необходимость применения для изготовления котла листов различной толщины, что не позволяет применять прогрессивные методы при их изготовлении, например, изготовление котлов методом спиральной навивки и др., а также увеличивает количество типоразмеров применяемого металлопроката.

Еще одним существенным недостатком является применение в качестве опорных поверхностей деревянных брусков, которые в процессе эксплуатации могут растрескиваться, менять влажность, а следовательно, и механические свойства при изменении метеорологических условий, кроме того, при установке котла на опоры присутствует трудоемкая операция по подгонке опорного контура деревянных брусков к контуру поверхности цилиндрической части котла.

Схема бесхомутового крепления котла на раме (см. рис., б). Такое решение направлено на повышение надежности крепления путем исключения возможности образования зазоров между котлом и рамой в процессе эксплуатации. Особенности бесхомутового крепления котла на раме отражены в патентах [3; 4].

Схема двухточечного крепления котла на раме (см. рис., в). Она характеризуется отсутствием среднего крепления котла. Передача эксплуатационных нагрузок (вертикальных, продольных и поперечных) от котла на раму осуществляется через опоры. Сущность двухточечного крепления котла на раме можно видеть в патентах [5–7].

Схема двустороннего бокового крепления (см. рис., г), характерна для цистерн, изготавливаемых в странах Западной Европы. Рамы этих цистерн имеют, в большинстве своем стандартизованную конструкцию, а их конструктивное исполнение обусловлено в значительной мере спецификой конструкции котлов

и способов крепления их на раме. Рама, как правило, состоит из системы продольных и поперечных балок и консолей. В конструкции широко применяются гнутые и прокатные профили.

Широкое распространение получило боковое крепление котла и рамы по всей его длине, в связи с чем, рама имеет усиленные боковые продольные балки.

Двустороннее боковое крепление наиболее распространено во Франции и Германии. К котлу снизу с двух сторон по всей длине приваривается специальный профиль, к которому при помощи направляющих элементов (болты, заклепки) крепятся наклонные листы, приваренные по всей длине к продольным балкам рамы, а в безрамных конструкциях к концевым боковым элементам [8; 9].

Безрамная схема крепления котла к полураме (см. рис., д), характерна для цистерн, изготавливаемых в странах СНГ и Северной Америки. Две концевые полурамы имеют соответствующие элементы опор, к которым посредством сварки крепится котел. При такой схеме котел становится несущим элементом конструкции и, следовательно, воспринимает на себя все эксплуатационные нагрузки вместе с полурамой [10–12].

Рассмотренные технические решения характерных конструкций соединения котла с рамой можно классифицировать следующим образом:

- хомутовая схема;
- бесхомутовая схема;
- двухточечная схема;
- жесткая схема;
- безрамная схема.

Таким образом, исходя из анализа технических решений крепления котла к раме, можно сформулировать основные задачи по созданию перспективной конструкции железнодорожной цистерны в части крепления котла на раме цистерны должна:

- иметь безрамную конструкцию;
- обладать пониженной металлоемкостью;
- иметь пониженный центр тяжести вагона за счет максимально-возможного приближения котла к полурамам;
- иметь максимально возможный объем при базе 7 800 мм и длине по осям сцепления автосцепки 12 020 мм.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.с. 1402466 СССР. Железнодорожная цистерна / Ю. Я. Водяников, А. В. Донченко, В. С. Олещак, В. С. Лагута, Ю. А. Холод, Ю. А. Бекасов. – Заявл. 10.11.86; Опубл. 15.06.88, Бюл. № 22.

2. Пат. RU 216102 С2 Российская Федерация. Железнодорожная цистерна / А. В. Зоценко, В. П. Герман, В. П. Ефимов, Н. А. Малых, В. А. Андронов, В. И. Полявин, А. С. Вельчев, Б. Ю. Мажневских, А. П. Шилов. – Заявл. 09.02.1999; Оpubл. 27.12.2000, Бюл. № 36.
3. Пат. RU 2063347 С1 Российская Федерация. Железнодорожная цистерна / Р. А. Зашляпин, И. К. Насибулин, Н. Е. Коньшев, С. Б. Радишевский. – Заявл. 24.03.92; Оpubл. 10.07.96, Бюл. № 19.
4. А.с. 1207867 СССР. Железнодорожная цистерна / Ю. Я. Водяников, В. С. Лагута, А. В. Донченко, Ю. А. Холод, Л. А. Головки, В. М. Бубнов, Е. А. Лалуев. – Заявл. 16.10.84; Оpubл. 30.01.86, Бюл. № 4.
5. А.с. 1592200 А1 СССР. Устройство крепления котла железнодорожной цистерны к раме / В. А. Антипов, В. И. Климанов, С. Т. Павленко, А. С. Пыстогов и В. А. Терехов. – Заявл. 12.04.88; Оpubл. 15.09.90, Бюл. № 34.
6. Патент № 1.380.600 Франция.
7. Патент № 671282 Германия.
8. Пат. № 636400 Франция. Крепление котла железнодорожной цистерны к раме / Кристиан Кардон. – Заявл. 25.07.1988; Оpubл. 26.01.1990; ВОПИ «Brevets» № 4.
9. Пат. № 2518966 Франция. Крепление котла железнодорожной цистерны к раме / Альберт Декроикс. – Заявл. 30.12.1981; Оpubл. 01.07.1983, «Listen» № 26.
10. Пат. № 5467719 США. Способ соединения котла к раме / Tomas H. Dalrymple, Christopher C. Harkey. – Заявл. 29.07.1994; Оpubл. 21.11.1995.
11. Пат. № 4257332 США. Способ соединения котла к раме / Mark A. Sochrist. – Заявл. 15.06.1979; Оpubл. 24.03.1981.
12. Пат. RU 2 257 305 С2 Российская Федерация. Крепление котла цистерны к полурамам / В. П. Ефимов, А. Н. Стрельченко, Л. М. Васильева, Н. А. Малых, А. В. Крючков, В. А. Андронов, К. П. Демин, А. А. Поликарпов, А. А. Илларионов, М. В. Агинских, А. Б. Левин, А. В. Бесастный, Н. А. Белов. – Заявл. 29.07.2002; Оpubл. – 27.07.2005, Бюл. № 21.

Поступила в редколлегию 18.11.2005.