



СВАРНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ЗАЩИТНОЙ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН

В. Д. ЛАПАНДИН, инж. (ОАО «Азовобшемаш», г. Мариуполь),
А. М. БЕРЕСТОВОЙ, д-р техн. наук (Приазов. гос. техн. ун-т, г. Мариуполь)

Предложена конструкция защитной арматуры и метод расчета на прочность, учитывающий совместную устойчивость котла цистерны и защитного ограждения запорно-предохранительной системы. Такое решение позволяет сохранить работоспособность арматуры в нестандартных аварийных ситуациях при перевозке наливных опасных грузов и обеспечить защиту окружающей среды.

Ключевые слова: сварные конструкции, защитная арматура, предохранительные дуги, аварийная ситуация, расчетная схема, работоспособность

Интенсивность перевозок опасных наливных грузов (особенно сжиженных газов под давлением) железнодорожным транспортом и повышение его технических параметров в нестандартных аварийных ситуациях требует защиты запорно-предохранительной и сливно-наливной арматуры, расположенной в верхней части котла цистерны. В отечественной и зарубежной практике эту проблему в основном решали путем создания различных конструкций защитных колпаков, полностью закрывающих арматуру [1]. Однако, как показывает практика, такое решение недостаточно эффективно, особенно в аварийных ситуациях (например, при опрокидывании цистерн).

В последние годы наметилось использование защиты арматуры путем установки на котле предохранительных сварных дуг (концы которых на цистерне закреплены шарнирно) выше запорно-предохранительной арматуры [2]. Опыт и расчеты показывают, что, кроме значительных технологических сложностей при изготовлении и сборке таких конструкций, наблюдается недостаточная устойчивость и жесткость их в аварийных ситуациях, особенно при опрокидывании груженой цистерны.

Представляет интерес решение описанной выше задачи с учетом устойчивости и жесткости котла и привариваемых элементов защитных дуг для самых неблагоприятных условий эксплуатации. Жесткость элементов защитных дуг необходимо учитывать в основном в направлениях поперек и вдоль котла, с условием того, что значительная часть нагрузок воспринимается непосредственно

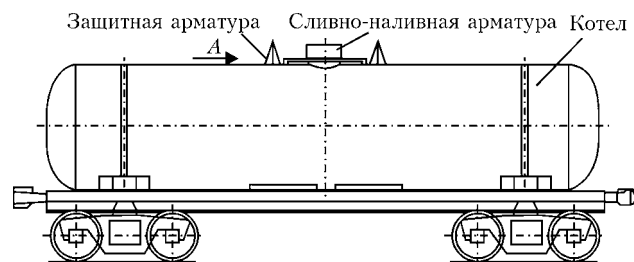


Рис. 1. Схема железнодорожной цистерны с защитной арматурой

котлом. Такой подход позволяет значительно снизить массу конструкции защитной арматуры, обеспечить ее исполнение в сварном варианте и повысить ее эффективность. В общем виде это конструктивное решение защищено патентом Украины [3] и приведено на рис. 1 и 2. Методика расчета прочности такой конструкции должна учитывать аварийную ситуацию, при которой полностью груженная цистерна опрокидывается на предохранительные дуги.

Наиболее эффективно применение метода конечных элементов, при котором расчетная масса в конструкции распределяется на пластинах и стержнях, связанных между собой в узловых точках. Это позволяет математически описать наиболее реально нагруженное состояние конструкции при аварийных ситуациях и выявить самые слабые по прочности участки котла и его защиты. Для расчетов использовали программу «Искра».

Расчеты показали, что при опрокидывании груженой цистерны на предохранительные дуги напряжения в оболочке котла (на участках приварки дуг) ниже предела текучести материала обечайки котла ($\sigma_T = 305$ МПа, сталь 09Г2С), т. е. сохраняется целостность и форма сопрягаемой с предохранительными дугами части обечайки котла. При этом и в распорках, установленных на верхней образующей котла, напряжения ниже предела текучести материала.

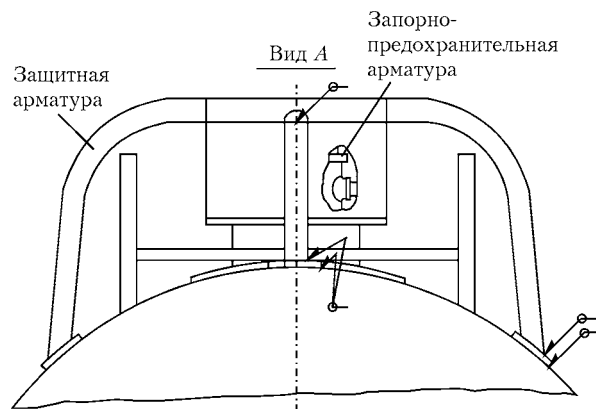


Рис. 2. Расположение швов приварки предохранительных дуг



Рис. 3. Железнодорожная цистерна после опрокидывания

В настоящее время ОАО «Азовмаш» на основании выполненных расчетов и с использованием технического решения [3] изготавливает ряд моделей вагонов-цистерн для перевозки опасных грузов, снабжая их сварными конструкциями предохранительных дуг.

В 2003 г. произошла авария, связанная с опрокидыванием сцепы груженых сжиженными углеводородными газами вагонов-цистерн модели 15-

1519-01. Обследование аварийных цистерн показало, что сварная конструкция арматуры ($\sigma_T = 245$ МПа, сталь 20) обеспечила целостность арматуры и котла. В самих защитных дугах имели место незначительные деформации (рис. 3), которые не отразились на исправности арматуры и целостности котла. Это полностью подтвердило результаты проведенных расчетов.

Таким образом, использование предложенной сварной конструкции защитных устройств и метода его расчета на прочность с учетом взаимосвязи жесткости и устойчивости котла и элементов защитных устройств арматуры цистерн для перевозки опасных грузов позволяет избежать выхода из строя арматуры при нестандартных аварийных ситуациях.

1. *Вагоны* / Под ред. Л. Шадура. — М.: Транспорт, 1973. — 440 с.
2. *Пат. 2038240 РФ, МПК 6В61Д 5/00. Железнодорожная цистерна* / В. Н. Филиппов, Ю. А. Шмырев, Р. Ф. Канивец и др. — Оpubл. 27.06.95, Бюл. № 18.
3. *Пат. 39985 Украина, МКИ 7 В 61D 5/10. Залізнична цистерна* / В. А. Карасьов, С. М. Келембет, В. Д. Лапандін та ін. — Надрук. 16.07.2001, Бюл. № 6.

Design of protective fittings and method for strength design, allowing for combined stability of tank boilers and protection enclosure of the stop safety valve system, are suggested. This design makes it possible to maintain performance of the fittings under emergency conditions, when transporting hazardous bulked cargo, and provide environment protection.

Поступила в редакцию 24.11.2004

УДК 621.791.75.039-229.314

СВАРКА НА КЕРАМИЧЕСКИХ ПОДКЛАДКАХ

М. Г. ШАРАПОВ, д-р техн. наук (ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», г. С.-Петербург, РФ),
А. А. АВЕРЬЯНОВ, инж. (ФГУП «Адмиралтейские верфи», г. С.-Петербург, РФ)

Даны примеры эффективного использования керамических подкладок в сварочном производстве при строительстве танкеров и другой морской техники.

Ключевые слова: дуговая сварка, керамические подкладки, качество формирования, организация производства

Технология сварки на керамических подкладках активно внедрялась в сварочное производство еще в 1970–1980-е годы. В судостроении разработку керамических подкладок вел ЦНИИ ТС, который наладил их производство. Однако в перестроечное и постперестроечное время эту технологию, несмотря на все ее достоинства, не использовали. Ее возвращение на российские верфи произошло в 2000 г., когда (после ознакомления с уровнем производства судов на западных верфях, где находят широкое применение керамические подкладки при сварке) решением руководства ФГУП «Адмиралтейские верфи» была произведена закупка партии керамических подкладок концерна ESAB. Усилиями отдела главного сварщика технология сварки на керамических подкладках внедрена при строительстве танкеров. Сегодня она внедряется при

строительстве другой морской техники, в частности, при сварке сталей повышенной и высокой прочности. Наиболее прогрессивной для этих сталей оказалось применение технологии механизированной сварки корня шва во всех пространственных положениях порошковой проволокой 48ПП-8Н диаметром 1,2 мм. Керамические подкладки обеспечили высокое качество формирования обратной стороны шва, что позволило исключить дополнительную операцию строжки корня шва и аргонодуговую сварку неплавящимся электродом, которую (для обеспечения гарантированно высокого уровня качества корня шва) нередко применяли на судостроительных заводах.

Химический состав керамики импортных подкладок следующий, мас. %: 47,4 SiO₂; 37,5 Al₂O₃; 9,1 MgO; 3,5 CaO.

Наиболее применяемые виды керамических подкладок — подкладки круглой формы диаметром 6, 9, 12 мм и плоские с формирующей канавкой 2×8 мм. Концерн ESAB выпускает подкладки