

## НОВЫЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ФОРМЫ ДЛЯ СВАРКИ, ПАЙКИ И КИСЛОРОДНОЙ РЕЗКИ

*Е.Н. Цумарев, Д.П. Кибкова, Ю.А. Цумарев*

В работе рассмотрены вопросы, связанные с созданием ресурсосберегающих предложений для сварки и родственных ей технологических процессов кислородной резки и пайки. Данные предложения разработаны на основе новых, более эффективных конструктивных форм, представляющих собой обобщенные конструкции для соответствующего технологического процесса. Предлагаемые конструктивные формы затрагивают ряд областей, для которых характерно отсутствие заметного прогресса в течение длительного времени (конструкции металлических колонн, сварных соединений с угловыми швами, паяных соединений и устройств для проведения их испытаний, а также закладных рельефов для контактной рельефной сварки).

Ключевые слова: конструктивные формы, угловые швы, паяные соединения.

В современных условиях хозяйственная успешная производственная деятельность любого предприятия невозможна без использования ресурсосберегающих мероприятий. Сварка является одним из ведущих направлений мирового промышленного комплекса и характеризуется огромным потенциалом ресурсосбережения. Она носит межотраслевой характер и широко используется всеми предприятиями и организациями машиностроения, энергетики, нефтехимии, строительства, сельского и коммунального хозяйства [1].

Одним из резервов повышения эффективности является сокращение удельного расхода металла в несущих и ограждающих конструкциях, где значительное место занимают сжатые колонны, которые применяются в качестве поддерживающих элементов балочных площадок, междуэтажных перекрытий, эстакад, путепроводов, трубопроводов и т.п. При этом известные конструкции колонн не претерпели существенных изменений за последние 70 лет.

Понятие конструктивной формы как множества конструкций с однородным по материалам набором и одинаковой геометрической структурой несущих элементов и связей с внешней средой предложено в работах [2]. Такое определение игнорирует количественные характеристики, их масштаб, соотношения размеров. В этих работах также показано, что процесс совершенствования и развития конструктивных форм является важнейшей предпосылкой для исключения застоя и деградации в любой сфере деятельности. Поэтому именно это направление было принято в данной работе для создания ресурсосберегающих мероприятий.

В результате анализа всех особенностей работы колонн с трубчатым стержнем нами предложена конструкция, которая схематично показана на рисунке 1. Как и известная колонна, она имеет оголовок 1, стержень 2 и базу [3]. При этом внутренняя полость стержня 2 заполнена сыпучим материалом 4, а оголовок 1 опирается непосредственно на сыпучий материал 4 [3]. При таком выполнении колонны исключается возможность потери местной и общей устойчивости, т.к. оболочка стержня работает не на сжатие, а на растяжение под действием горизонтальной составляющей давления. Нами получено соотношение для расчета эффективности предлагаемой колонны,

определяющее соотношение между максимальными сжимающими усилиями для предлагаемой и известной конструкции. При этом для сравнения был принят наиболее эффективный из известных вариантов конструирования колонн – колонна с трубчатым стержнем, которая обеспечивает равноустойчивость и характеризуется развитым поперечным сечением. Сравнительная формула получена на основании расчетной схемы для новой колонны, учитывающей, что сыпучие материалы обеспечивают отношение горизонтального давления к вертикальному меньше единицы. Таким образом, было получено следующее соотношение:

$$\psi = \frac{N}{N_u} = \frac{\pi \cdot R \cdot \delta[\sigma]}{2 \cdot \zeta \cdot \varphi \cdot \pi \cdot R \cdot \delta[\sigma]} = \frac{1}{\zeta \cdot \varphi} \cdot (1)$$

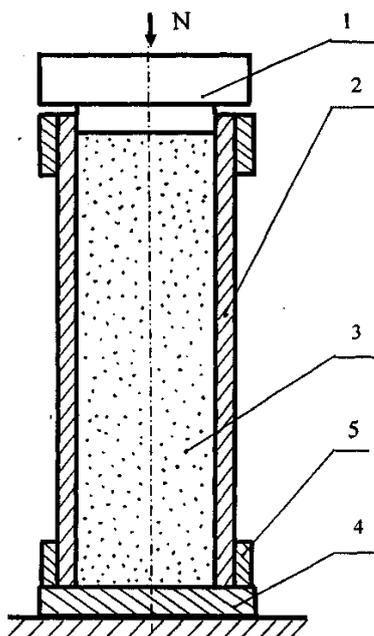


Рис. 1. Конструкция колонны, заполненной сыпучим материалом  
1 – оголовок; 2 – стержень; 3 – сыпучий материал; 4 – база; 5 – кольцо.

В формуле 1  $N$  – рабочее сжимающее усилие предлагаемой колонны,  $N_u$  – усилие известной колонны,  $\zeta$  – отношение горизонтального давления к вертикальному в сыпучем материале,  $\varphi$  – коэффициент продольного изгиба для известной колонны.

Расчет по формуле 1 показывает, что оптимальный подбор сыпучего материала позволяет в 5 раз повысить несущую способность колонны.

С целью совершенствования технологии кислородной резки нами предложено использовать в конструкции резака специальные элементы для закручивания потока кислорода и насыщения его озоном [4]. Это позволило повысить производительность процесса на 40% и улучшить качество реза.

Для повышения технологичности была предложена паяная конструкция колонны [5, 6], а также новые конструкции паяных соединений для труб [7-11]. В новых конструктивных формах для пайки удалось повысить несущую способность соединений, паянных легкоплавкими припоями, за счет вовлечения конструкционного материала в работу под нагрузкой. Кроме того, для снижения объема наплавленного металла при выполнении угловых швов нами разработана конструкция скоса кромок, позволяющая экономить около 50% наплавленного

металла при одинаковой прочности соединений с соответствующим снижением уровня сварочных деформаций, а также затрат на заработную плату и электроэнергию [12].

Контактная рельефная сварка листового металла не нашла широкого применения в практике изготовления конструкций. Отсутствуют здесь и новые конструктивные формы. Основным является подход, при котором рельефы посредством штамповки выполняют на соединяемых листах. Это не только усложняет технологический процесс за счет дополнительной операции штамповки, но и делает его невозможным при большой толщине соединяемых листов. По нашему мнению, более значительными возможностями располагает другая разновидность этого процесса, при которой рельефы закладывают между соединяемыми деталями. Здесь не нужно использовать штамповку рельефов и изготавливать для этого специальный штамп. Однако главным преимуществом, которое никак не отражено в литературных источниках [13], является возможность в широких пределах изменять форму рельефа (а значит и форму сварной точки) и химический состав материала, из которого он изготавливается. Тем самым обеспечивается возможность повышать несущую способность сварных соединений. Таким образом, застой в использовании закладных рельефов связан с однообразием их формы, в качестве которой рекомендуются пластинки круглой формы [13]. Однако именно круглая форма сварной точки является наименее выгодной по параметрам несущей способности, т.к. она имеет наименьший периметр.

В данной работе нами предложен ряд новых, более выгодных конструктивных форм для закладных рельефов [14-16]. Все разработанные рельефы имеют удлиненную форму, и поэтому удлиненной будет и сварная точка, которая получится при их использовании. Такие сварные точки удлиненной формы имеют более развитое поперечное сечение с более равномерным распределением рабочих напряжений и это обеспечивает им более высокую несущую способность. Кроме того, такие точки более компактным образом размещаются в сварном соединении и требуют меньшей нахлестки для своего размещения. Последняя особенность обеспечивает снижение расхода основного металла и веса конструкции.

#### Литература

1. *Ильющенко А.Ф., Здор Г.Н., Радченко А.А., Астрейко Л.А.* Состояние и перспективы развития производства сварочных материалов в Республике Беларусь. Материалы международной научно-технической конференции «Соединение и резка материалов, покрытий». Минск, 2006. - с. 8-11.
2. *Фридкин В.М.* Принципы формообразования в теории линейно протяженных сооружений. – М.: Лада, 2006. - 512 с.
3. *Цумарев Ю.А., Кузменко И.М., Зинкевич Л.Я., Бансюкова Е.Л., Кибкова Д.П.* Сжатая стойка. Патент Республики Беларусь № 1673 (U), кл. E 04 C 3/36. Заявл. 26.03.2004г.
4. *Павлюк С.С., Цумарев Ю.А., Латылова Е.Ю., Мешкова Е.В., Кибкова Д.П.* Устройство для термической резки. Патент Республики Беларусь № 1521 (U). МПК 7 В 23 К 7/00. Заявлено 1.08.2004 г.
5. *Кибкова Д.П.* Конструкция стойки. Заявка № а 20060663. МПК 7 E04 C 3/36. Приоритет от 4.07.2006 г.
6. *Кибкова Д.П.* Конструкция сжатой стойки. Заявка № а 20060664. МПК 7 E04 C 3/36. Приоритет от 4.07.2006 г.
7. *Латылова Е.Ю., Цумарев Ю.А., Кибкова Д.П., Тарасенко И.В., Радченко А.А.* Соединение встык пайкой. Патент № 4392 (U), (BY), МПК В23К 3/00. Заявлено 20.09.2007, опубл. 30.06.3008 г.
8. *Шелег В.К., Цумарев Ю.А., Латун Т.С., Цумарев Е.Н.* Решение о выдаче патента по заявке № и 20080421, кл. В23К 3/00 с приоритетом от 29.05.2008 г.
9. *Цумарев Ю.А., Латылова Е.Ю., Латун Т.С., Цумарев Е.Н.* Решение о выдаче патента по заявке № и 20080422, кл. В23К 3/00 с приоритетом от 29.05.2008 г.
10. Решение о выдаче патента по заявке № и 20080428, кл. В23К 3/00 с приоритетом от 30.05.2008 г. Авторы *Цумарев Ю.А., Шелег В.К., Латун Т.С., Цумарев Е.Н.*
11. *Латылова Е.Ю., Цумарев Ю.А., Кибкова Д.П., Тарасенко И.В., Радченко А.А.* Патент № 4391 (U), Паяное соединение внахлестку. Кл. В23К 3/00. Заявлено 20.09.2007, опубл. 3.03.2008 г.

12. *Кибкова Д.П., Хоменков А.Г., Коссинский В.Л., Сидорова В.Н.* Сварное соединение. Заявка № а 20070240, Кл. В 23 К 00/00, заявлено 6.03.2007.
13. *Липа М., Голасек Я.* Контактная рельефная сварка.- Киев.: Техника, 1971, 470 с.
14. *Шелег В.К., Цумарев Ю.А., Фурманов С.М., Бендик Т.И., Кибкова Д.П.* Конструкция рельефа для контактной рельефной сварки. Патент № 4570 (U), (BY), МПК В23К 11/14, заявлено 14.01.2008 г., опубл. 30.08.2008 г.
15. *Шелег В.К., Бендик Т.И., Фурманов С.М., Цумарев Ю.А., Кибкова Д.П.* Конструкция рельефа для рельефной контактной сварки. Патент № 4571 (U), (BY), МПК В23К 11/14, заявлено 14.01.2008 г., опубл. 30.08.2008 г.
16. *Шелег В.К., Бендик Т.И., Цумарев Ю.А., Фурманов С.М., Кибкова Д.П.* Рельеф для контактной рельефной сварки. Патент № 4623 (U), (BY), МПК В23К 11/14, заявлено 14.01.2008 г., опубл. 30.08.2008 г.

**Кибкова Диана Петровна**

Студентка машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(022) 247-27-40, +375(029) 743-17-55

**Цумарев Евгений Николаевич**

Студент машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев  
тел. +375(022) 232-80-47, +375(029) 632-74-28

**Цумарев Юрий Алексеевич**

Доцент кафедры «Оборудование и технология сварочного производства»  
Белорусский-Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(022) 225-21-80, +375(022) 607-81-93  
E-mail: [u\\_tumarev@tut.by](mailto:u_tumarev@tut.by)