

Технология современной сварки деталей трубопровода

А.Х. Ильясова (Омск, Россия)
aliya@flanec.com

инженер сварочного производства,
ООО «Инженерный Союз»

Автоматизация процесса дуговой сварки является крупнейшим достижением современной сварочной техники, обеспечивающим значительное увеличение производительности и экономической выгоды.

Материалы и методы

Проведены аналитический и сравнительный методы исследования, использованы научные и исследовательские материалы соответствующей тематики.

Ключевые слова

автоматизированная сварка, флюс, плавящийся электрод, трубопроводное соединение

The modern technology welding pipe connecting

Authors

Aliya Ilyasova (Omsk, Russia)

welding Engineer, OOO «Inzhenernyj Soyuz»

Abstracts

Automation of arc welding process is a major achievement of modern welding technology that provides significant performance and economic benefits.

Materials and methods

Conducted an analytical and comparative research methods used in academic and research materials on relevant topics.

Элементарные виды сварки были известны людям еще с давних времен. Сегодня сварка является незаменимым способом соединения многих материалов. Сварочные работы позволяют значительно сократить сроки выполнения работ, облегчить металлоконструкции, сохраняя при этом прочность и надежность. Одним из преимуществ сварки является возможность сваривания разнородных или предварительно обработанных материалов.

Методы сварки трубопроводов различаются по типу носителей энергии (дуга — дуговая сварка, газовое пламя — газовая, плазма — плазменная, лазерный луч — лазерная и т.д.); по условиям формирования соединения (свободное или принудительное формирование сварного шва); по способу защиты зоны сварки (под флюсом, в защитных газах, с использованием самозащитной электродной проволоки, в вакууме и т.д.); по степени механизации и автоматизации процесса (ручная, механизированная, автоматизированная и роботизированная); по технологическим признакам (например, сварка в защитных газах плавящимся или неплавящимся электродом).

Автоматизация и механизация процесса дуговой электросварки является крупнейшим достижением современной сварочной техники. Ручная дуговая сварка трубных соединений слишком трудоемка, требует большого количества квалифицированных кадров и отличается относительной дороговизной. Кроме того, она не может обеспечить однородность продукции, следовательно, понижается качество.

Высокопроизводительные методы ручной дуговой сварки не решают проблемы значительного повышения производительности сварочных работ. Это достигается применением автоматической дуговой сварки, при которой механизуются все элементы сварочного процесса.

Принцип автоматической приварки фланцев плавящимся электродом

При автоматической и механизированной сварке плавящимся электродом служит проволока большой длины, намотанная на поворотный барабан. При этом скорости подачи проволоки в зону приварки трубопровода зависит от скорости ее плавления, длина дуги же остается практически постоянной, что положительно влияет на качество сварочного соединения, особенно необходимого при соединении газо- и нефтепроводов. Во избежание перегрева изделия и сварочного шва, ток подводится в непосредственной близости от дуги подвижным контактом. При автоматической сварке защиту зоны осуществляют несколькими способами — обеспечивают подачу защитного газа в зону сварки либо засыпают место сварки сыпучим флюсом (автоматическая сварка под флюсом). Флюсы по своему составу и способу действия сходны с покрытием электрода. Флюс, расплавленный дугой, образует вокруг нее жидкий шлак, который надежно защищает зону сварки от воздействия кислорода, водорода и азота воздуха. Слой флюса препятствует разбрызгиванию жидкого металла и позволяет повысить производительность сварки в пять–восемь раз. Основным достоинством автоматической сварки является непрерывность и высокая производительность процесса, а также высокое качество сварных соединений. Автоматическая сварка все чаще стала применяться в процессах соединения трубопроводов, вытесняя ручную дуговую сварку (РДС). Способ многодуговой сварки, значительно повышает производительность процесса, основан на использовании нескольких горящих дуг.

Автоматическая приварка фланцев под слоем флюса

Сварка под флюсом (рис. 2) (в ГОСТ 9087-81 приведены различные марки сварочных флюсов и требования к ним) является самым распространенным способом

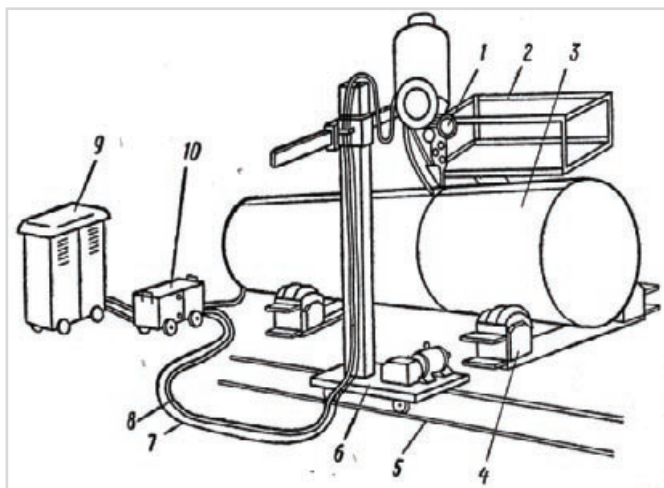


Рис. 1 — Автоматическая сварка плавящимся электродом

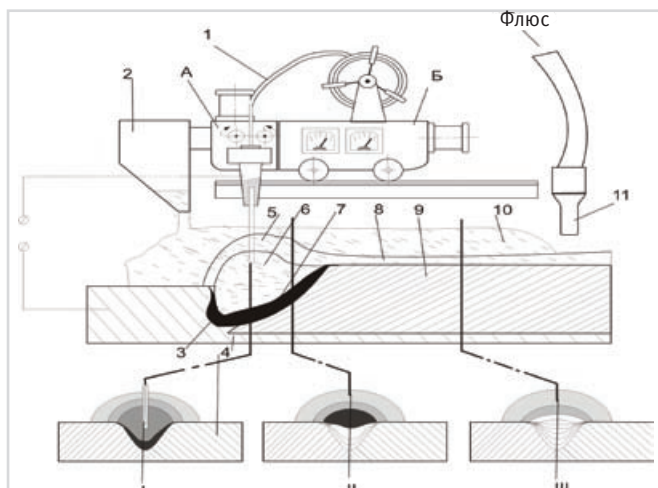


Рис. 2 — Схема сварки под флюсом: А — сварочная головка; Б — механизм перемещения; I, II, III — поперечные сечения в различных зонах шва

механизированной дуговой сварки плавящимся электродом. При сварке под флюсом применяется электродная проволока 1 большой длины, свернутая на катушку или в бухту. Ее подача в зону дуги по мере плавления, а также перемещение вдоль свариваемых кромок механизированы и осуществляются сварочным автоматом, имеющим специальные устройства — бункер 2 для внесения в зону сварки флюса и отсоса 11 не расплавленной его части 10 со шва для возврата в бункер. Перед началом процесса засыпают флюс вдоль свариваемых кромок деталей крепежа в виде валика толщиной 50–60 мм. Возникающая при включении автомата дуга 3 горит между концом электрода и изделием. Под действием тепла дуги плавятся электродная проволока 1, основной металл 4 и часть флюса 5. Дуга горит в закрытой полости 6 (газовом пузыре), ограниченной в верхней части оболочкой шлака, а в нижней — сварочной ванной 7. Полость заполнена парами металлов, флюса и газами. Возникающее статическое давление поддерживает флюсовый свод, который предотвращает разбрызгивание жидкого металла и нарушения в формировании шва.

Расплавленный шлак обладает меньшей плотностью, чем у жидкого металла, поэтому всплывает на поверхность жидкого металла сварочной ванны и покрывает его плотным слоем. По мере поступательного движения электрода происходит затвердевание металлической и шлаковой ванн с образованием сварного шва 9, закрытого твердой шлаковой коркой 8. После сварки шлаковая

корка удаляется с поверхности труб.

Хороший контакт шлака и металлической поверхности, наличие изолированного от внешней среды пространства обеспечивают благоприятные условия для защиты, металлургической и тепловой обработки ванны и тем самым способствуют получению швов с высокими механическими свойствами. Весьма перспективным является применение ленты вместо электродной проволоки. Электродные ленты имеют обычно толщину до 2 мм и ширину до 40 мм.

Горящая дуга перемещается поперек ленты, равномерно ее расплавляя. Изменяя формы ленты, можно существенно влиять на форму шва, изменяя его ширину и глубину проплавления в зависимости от качества и типа соединительного трубопровода. Сварку под флюсом осуществляют на постоянном и переменном токах. В данном случае роль сварщика, работающего со сварочным автоматом, сводится к настройке рабочих параметров режима, наблюдению за процессом и корректировке его с помощью пульта управления. Дуга, находящаяся под флюсом, невидима тем самым, исключая возможность визуального наблюдения за ходом процесса. В то же время это обеспечивает практическое отсутствие таких неблагоприятных факторов воздействия на сварщика, как излучение, сварочные аэрозоли и брызги металла и шлака.

Благодаря повышению силы сварочного тока, увеличению скорости сварки, уменьшению объема наплавленного металла за счет более глубокого провара основного металла при соединении трубопровода производительность автоматической сварки под флюсом по сравнению с ручной дуговой сваркой увеличивается в 5–20 раз. Получение глубокого провара фланцевого соединения и высокие механические свойства сварного соединения позволяют уменьшить сечение швов по сравнению с ручной сваркой, благодаря чему экономится сварочная проволока.

Автоматической сваркой под флюсом выполняют стыковые, тавровые и нахлесточные соединения в нижнем положении. Современные флюсы разнообразны, различаются назначением, составом и свойствами и

Results

The analysis of modern methods of welding pipe, identifying the most profitable and promising - an automated method of submerged arc welding.

Conclusions

At present, submerged arc welding is widely used in the manufacture of cast-welded, welded-forged and welded-stamped designs, as well as connecting parts of the pipeline.

Keywords

automated welding, flux, melting electrode, pipeline connection

References

1. A. Gitlevich AD, Etingof, LA Mechanization and automation of welding - 6.M.: Mechanical Engineering, 1979
2. Two. Dumov S. The technology of electric fusion welding - A: Engineering. Leningrad Branch, 1987
3. Three. Kurkin SA Nikolaev, GA Welded construction - M: High School, 1991
4. Maslov, BG, Vybornov AP Production of welded structures - Moscow: The Academy, 2008
5. Malyshev, BD Welding and cutting in the construction industry. Reference the builder - M: Stroiizdat, 1989
6. NI Ryzhkov Production of welded structures in the heavy engineering - M: 1980
7. Welding in Mechanical Engineering. Reference ed. VA Vinokourov - M, 1978
8. Shalimov MP, V. Panov VI Welding of Yesterday, Today, Tomorrow - ECB.: 2006
9. Automatic arc welding. Welding with welding tractors, fluxes. [Electronic resource]. URL: <http://www.tdsplav74.ru/avtomaticheskaja-dugovaja-svarka>. (date accessed: 13/03/2012)
10. Technology of welding. Construction Directory: materials, design and technology. [Electronic resource]. URL: <http://build.novosibdom.ru/node/330>. (date accessed: 14/03/2012)

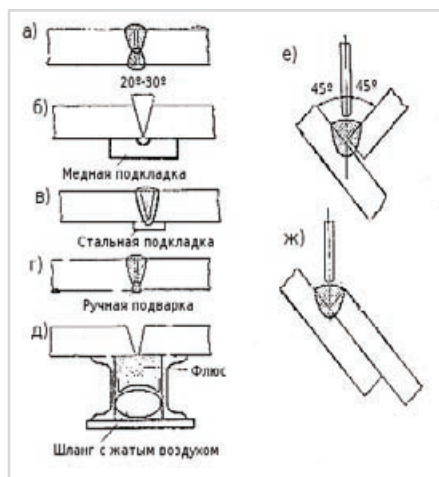


Рис. 3 — Способы автоматической сварки стыковых швов

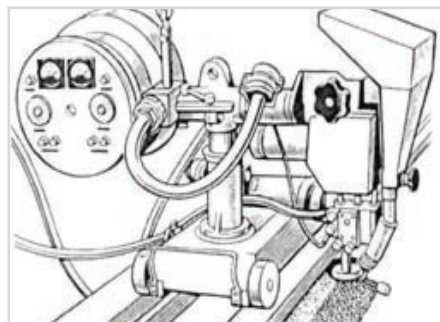


Рис. 4 — Сварочный трактор АДС-1000-2 выпуска 1952 г.



Рис. 5 — Автоматическая сварка под флюсом плоскостных конструкций трактором ТС-17

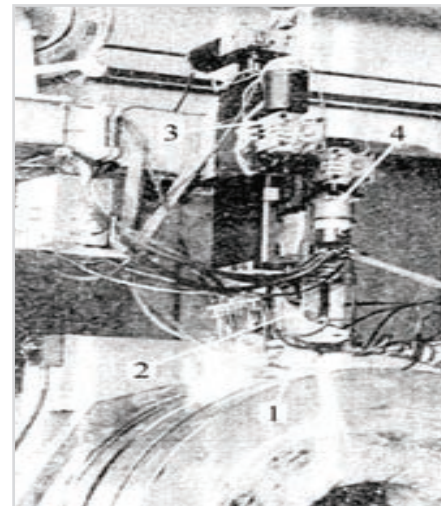


Рис. 6 — Автомат для сварки наружных кольцевых швов: 1 — защитное устройство; 2 — мундштук; 3 — суппорт; 4 — механизм подачи проволоки

выполняют при сварке следующие функции:

- защищают жидкий металл сварочной ванны от непосредственного контакта с воздухом;
- раскисляют, легируют и рафинируют металл шва;
- изменяют тепловой режим сварки путем уменьшения скорости охлаждения металла;
- обеспечивают устойчивое горение дуги;
- улучшают условия формирования шва.

В зависимости от способа изготовления флюсы подразделяются на плавные и керамические. Плавные флюсы получают путем сплавления входящих в них компонентов в электрических или пламенных печах с последующей грануляцией.

Керамические флюсы изготавливают без сплавления входящих в их состав компонентов, путем грануляции смеси порошкообразных веществ с жидким стеклом. В отличие от плавных, керамические флюсы могут содержать неокисленные металлические порошки: раскислители и легирующие. Это связано с тем, что в процессе изготовления керамические флюсы не подвергаются нагреву до высоких температур.

Наибольшее распространение в производстве получили плавные флюсы, представляющие собой сплав оксидов и солей металлов. Основными параметрами режима автоматической приварки фланцев под флюсом являются сварочный ток, род и полярность тока, диаметр электродной проволоки, напряжение дуги, скорость сварки. Режим автоматической сварки выбирают в зависимости от толщины свариваемых кромок, формы разделки и привариваемых труб.

Из-за увеличения глубины проплавления при автоматической сварке по сравнению с ручной, изменился и характер разделки кромок. При толщине металлической трубы до 20 мм скос кромок при сварке встык можно не делать. При больших толщинах сварка выполняется с односторонним скосом одной или двух кромок, X-образной разделкой, с криволинейным скосом и т. п. То же относится и к тавровым соединениям.

При автоматической сварке стыковых трубопроводных соединений под флюсом на весу, практически сложно получить шов

с проваром по всей длине стыка из-за вытекания в зазор между кромками расплавленного металла и флюса и, как результат, — образования прожогов. Для предупреждения этого применяют различные приемы, способствующие формированию корня шва. Сварку односторонних швов можно выполнять по предварительной ручной подварке, если невозможна автоматическая сварка. Односторонняя сварка под флюсом на остающейся стальной подкладке возможна в тех случаях, когда допустимо ее применение с эксплуатационной точки зрения.

Особенно высокие требования предъявляются к подготовке и сборке кромок под сварку. Неровности кромок и колебания в размерах зазоров при выполнении приварочного процесса трубопроводов не допускаются.

Стыковые швы выполняют с двух сторон на весу (рис. 3, а), на медной подкладке (рис. 3, б) или на стальной остающейся подкладке (рис. 3, в), с ручной подваркой (рис. 3, г) и на флюсовой подушке (рис. 3, д).

Валиковые швы сваривают «в лодочку» (рис. 3, е и ж).

Развитие автоматизированного сварочного процесса

Создание промышленного способа автоматической сварки под флюсом и внедрение его в производство в нашей стране неразрывно связано с именем академика Е.О. Патона. В результате многолетней упорной работы коллектива Института электросварки им. Е.О. Патона создана технология сварки под флюсом, разработаны составы и методы изготовления флюсов, созданы оригинальные конструкции автоматов. В развитии способа автоматической сварки под флюсом деятельное участие принимали и принимают коллективы многих заводов, исследовательских институтов и лабораторий нашей страны. Развитие автоматической сварки под флюсом изменило представление о масштабах и возможностях автоматизации процесса дуговой сварки. Б.Е. Патон стоял у истоков создания нового, относительно дешевого и достаточно простого способа соединения толстенных деталей — электрошлаковой сварки, которая стала использоваться при изготовлении мощных гидротурбин, прессов, химических реакторов и других уникальных изделий.

По известным к середине 30-х гг. прошлого века сведениям следовало, что применение флюса помогает решить ряд задач получения качественного сварного соединения. Он должен был не только прикрыть жидкий металл ванны от воздуха, но и обеспечить введение в строго определенном количестве дополнительных легирующих элементов в металл шва, связать и перевести в шлак вредные примеси (серу и фосфор). Флюс, а после расплавления шлак, должен быстро и активно взаимодействовать с жидким металлом ванны и каплями электродного металла и также быстро покрывать металлическую ванну, как только необходимые металлургические реакции будут завершены. Шлак после охлаждения должен легко отделяться от шва.

В настоящее время сварка под флюсом широко используется при изготовлении сварно-литых, сварно-кованых и сварно-штампованных конструкций, а также при соединении деталей трубопровода. Изделия, создаваемые с применением этого способа сварки, работают во всем диапазоне естественных климатических температур, при сверхвысоких температурах и в условиях глубокого холода, в агрессивных средах и при давлениях значительно отличающихся от атмосферного.

Сварка трубопроводов под слоем флюса

Способ автоматической сварки под слоем флюса применяют при изготовлении в заводских условиях узлов, секций и других сборочных единиц трубопроводов из всех марок сталей. Его используют также при укрупнении сборочных единиц в монтажные блоки на строительном-монтажной площадке. Сваркой под флюсом сваривают поворотные вертикальные стыки труб и деталей трубопроводов диаметром 219 мм и более при толщине стенки не менее 7 мм. При автоматической сварке под флюсом стальных трубопроводов выполняют общие требования к сборке и сварке конструкций. Принимая во внимание специфические условия процесса сварки под флюсом, а также конструктивные особенности трубопроводов, сварку труб и трубных деталей рекомендуется проводить по предварительно наложенному варочному шву (корневому слою), т.е. применять комбинированный способ сварки. При этом корневой слой (и прихватки) можно

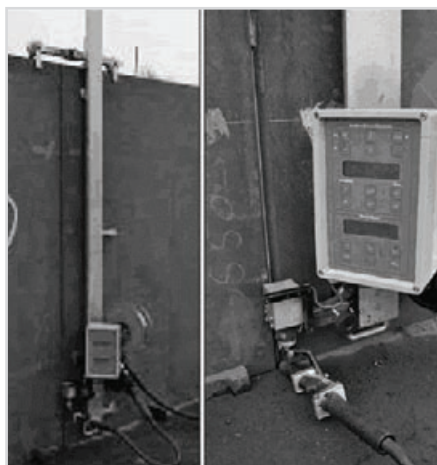


Рис. 7 — Автоматическая приварка плоских стыков

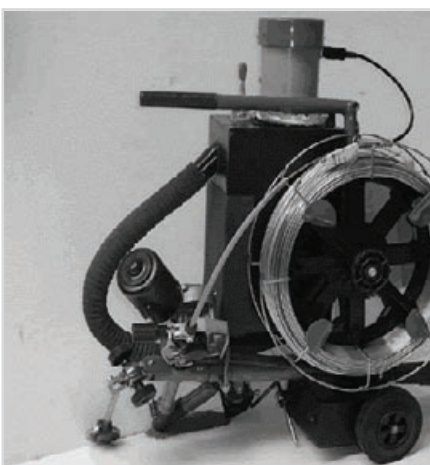


Рис. 8 — Автоматическая сварка металлов плавящимся электродом под слоем флюса. Сварочный трактор

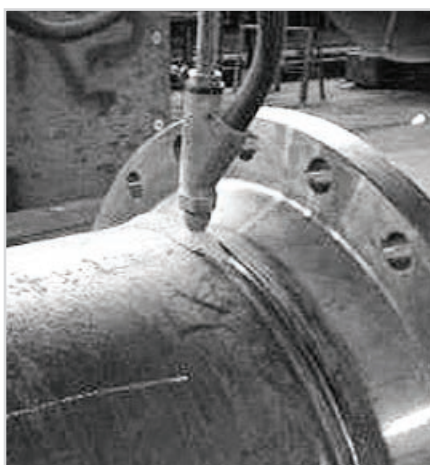


Рис. 9 — Монтаж приварочного встык фланца приваркой под слоем флюса

выполнять ручной дуговой сваркой покрытыми электродами или в аргоне (при сварке всех марок сталей), механизированной сваркой в углекислом газе (при сварке преимущественно углеродистых и низколегированных сталей). Толщина корневого слоя (или слоев) должна быть не менее 6 мм, в противном случае при последующей сварке под флюсом может получиться прожог. Сварка под флюсом трубопроводов осуществляется с помощью сварочного манипулятора, обеспечивающего равномерное перемещение сварочной ванны со скоростью, равной скорости сварки. Мундштук стандартного сварочного автомата или другого сварочного механизма устанавливается таким образом, чтобы электрод (сварочная проволока) был смещен от верхней вертикальной точки в сторону, обратную направлению вращения труб. Это смещение зависит от диаметра труб и равно 15–20 мм.

Широкое применение находит автоматическая сварка под слоем флюса поворотных стыковых труб. Однако основными затруднениями ее применения считаются:

1) затекание металла шва внутрь трубы, во

избежание чего необходимо применить технологическую прокладку внутри стыка либо предварительно произвести заварку корня шва вручную;

2) при сварке стыков труб средних диаметров и особенно при сварке стыков труб, диаметр которых менее 150 мм происходит стекание расплавленного металла и шлака;

3) отсутствие возможности наблюдения за формированием шва в процессе такой сварки.

Для обеспечения требуемого качества сварочного шва существует несколько способов автоматической сварки поворотных стыковых труб:

- 1) сварка с подкладным кольцом;
- 2) сварка со свободным формированием корня шва внутри трубы и с принудительным формированием шва снаружи;
- 3) двухсторонняя сварка под флюсом;
- 4) сварка в среде углекислого газа.

Для сварки магистральных трубопроводов наибольшее распространение получили дуговые методы сварки. Более 60% всех

стыков на магистралях свариваются автоматической дуговой сваркой под флюсом. Дуговая сварка под флюсом используется только в тех случаях, когда существует возможность вращения стыка. Сварку трубопроводов под слоем флюса, в основном автоматизированным способом, применяют при изготовлении двух- и трехтрубных секций диаметром 219...1420 мм. Когда применение механизированных методов невозможно, используется ручная дуговая сварка.

Итоги

Проведен анализ современных способов сварки трубопровода, с выявлением наиболее выгодного и перспективного — автоматизированного способа сварки под слоем флюса.

Выводы

В настоящее время сварка под флюсом широко используется при изготовлении сварно-литых, сварно-кованых и сварно-штампованных конструкций, а также при соединении деталей трубопровода.

Список используемой литературы

1. Гитлевич А.Д., Этингф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства – 6.М: Машиностроение, 1979
2. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением – Л: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1987
3. Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции – М: Высшая школа, 1991
4. Маслов Б.Г., Выборнов А.П. Производство сварных конструкций – М: Академия, 2008
5. Малышев Б.Д. Сварка и резка в промышленном строительстве. Справочник строителя – М.: Стройиздат, 1989
6. Рыжков Н.И. Производство сварных конструкций в тяжёлом машиностроении – М: 1980
7. Сварка в машиностроении. Справочник под ред. В.А. Винокурова – М, 1978
8. Шалимов М.П., В.И. Панов В.И. Сварка Вчера, Сегодня, Завтра – Екб.: 2006
9. Автоматическая дуговая сварка. Сварка с применением сварочных тракторов, флюсов. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tdsplav74.ru/avtomaticheskaja-dugovaja-svarka>. (дата обращения: 13.03.2012)
10. Технология сварки под флюсом. Строительный справочник: материалы, конструкции, технологии. [Электронный ресурс]. URL: <http://build.novosibdom.ru/node/330>. (дата обращения: 14.03.2012)



XI Международная
специализированная выставка

НЕФТЬ. ГАЗ. ХИМИЯ.

18-21 сентября / 2012

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ!

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ

- Добыча, переработка и сбыт нефти и газа
- Техника и технологии для добычи, транспортировки и хранения нефти и газа, нефтепереработки и нефтехимии
- Нефтегазопромысловая геология и геофизика
- Охрана труда, безопасность на производстве. Средства индивидуальной защиты
- Энергетическое и электротехническое оборудование
- Ресурсосберегающие технологии
- Сырье, химические материалы
- Сервисные услуги

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫСТАВОК «НЕФТЬ. ГАЗ. ХИМИЯ»
И «МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ. МЕТАЛЛООБРАБОТКА» 2009-2011 гг.:

306 ПРЕДПРИЯТИЙ **17** РЕГИОНОВ РОССИИ **13 000** ПОСЕТИТЕЛЕЙ

ОДНОВРЕМЕННО СОСТОИТСЯ XI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА «МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ. МЕТАЛЛООБРАБОТКА»

Место проведения выставки:
г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9

Выставочный центр «УДМУРТИЯ»
тел./факс: (3412) 731-171, 731-116, 733-624, 733-664
neft@vcudmurtia.ru; www.neft.vcudm.ru

Информационные
партнеры:

ГЕОПОЛИАТ
НЕФТИ И ГАЗА

ПОСТАВЩИКИ МАШИНОСТРОЕНИЯ И
ОБОРУДОВАНИЯ

МИНИСТЕРСТВО
НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
РОССИИ

OilMARKET

ЭКО
ПРОГРЕСС

И.Р. ЮВАН
АРОСИИ

Экспозиция
НЕФТЬ ГАЗ

ИнфоАир

НЕФТЬ
ГАЗОВЫЕ
ПЕРСПЕКТИВЫ

Слабженец
(804) 776 79 89

ТЕРРИТОРИИ
НЕФТЕГАЗ

ЭКСПЕРТ
ГАЗ И НЕФТЬ

Экспозиция
НЕФТЬ ГАЗ

Интернет
партнеры:

НЕФТЯНИКИ

Экспозиция
НЕФТЬ ГАЗ