

ПРОИЗВОДСТВО САМОХОДНЫХ СВАРОЧНЫХ АГРЕГАТОВ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ РАБОТЫ СВАРОЧНОЙ УСТАНОВКИ ОТ ГЕНЕРАТОРА

	М.В. КАРАСЕВ Доктор технических наук, генеральный директор ЗАО НПФ «ИТС», Санкт-Петербург		Б.М. СТАРУНОВ Кандидат технических наук, инженер-конструктор ЗАО НПФ «ИТС», Санкт-Петербург		С.Б. КУРОВ Начальник отдела стандартизации и унификации технических средств (сварочная техника и технологии) МО РФ
	Д.Н. РАБОТИНСКИЙ Технический директор ЗАО НПФ «ИТС», Санкт-Петербург	В последнее время в связи с развитием строительства трубопроводов и других объектов нефтегазового комплекса России на рынке появилось значительное количество самоходных установок, оборудованных сварочными постами. Производством этих установок занимается большое число различных производителей. Как правило, в них на различные шасси установлен узел отбора мощности с генератором или самостоятельный дизель-генератор и различные потребители, в том числе — сварочные посты. При этом далеко не всегда производители самоходных сварочных установок учитывают специфику работы сварочной установки от генератора.			
	А.В. СИМОНОВА Коммерческий директор ЗАО НПФ «ИТС», Санкт-Петербург	Опыт группы предприятий ИТС — крупнейшего в СНГ производителя сварочной техники, в том числе для нефтегазового комплекса [2] — позволяет нам провести исследование особенностей работы инверторных, тиристорных и конверторных сварочных источников с автономными генераторами, установленными в самоходных установках.			

С 2004 Г. В ГРУППЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ИТС НАЧИНАЕТ РАЗВИВАТЬСЯ НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ — ПРОИЗВОДСТВО СОВМЕСТНО С ОАО «КИРОВСКИЙ ЗАВОД» И ОАО «ШУМЕРЛИНСКИЙ ЗАВОД СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ» САМОХОДНЫХ УСТАНОВОК, ОБОРУДОВАННЫХ СВАРОЧНЫМИ ПОСТАМИ.

КОМПЛЕКТАЦИЯ САМОХОДНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СВАРКИ ПРОИЗВОДИТСЯ, КАК ПРАВИЛО, ДВУМЯ ТИПАМИ СВАРОЧНЫХ УСТАНОВОК — ИНВЕРТОРНЫМИ (ДС-250.33, «ТЕХНОТРОН» ИЛИ МАСТЕР-3500МЛС, «КЕМПИ») И ТИРИСТОРНЫМИ (ВД-506ДК, «ИТС» ИЛИ ДС-400, «ЛИНКОЛЬН ЭЛЕКТРИК»). КАК СЛЕДУЕТ ИЗ ЭТОГО ПЕРЕЧНЯ, КОМПЛЕКТАЦИЯ САМОХОДНЫХ УСТАНОВОК ИНВЕРТОРНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ В ОСНОВНОМ ПРОИЗВОДИТСЯ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ, КОМПЛЕКТАЦИЯ ТИРИСТОРНЫМИ СВАРОЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ — ДЛЯ ВСЕХ ВИДОВ СВАРКИ (РД, МП, РАД).

Особенности работы инверторных сварочных источников с автономными генераторами подробно рассмотрены в работах НПП «ТехноТрон» [3]. Авторы работы [3] отмечают, что производители са-

моходных установок часто довольно формально подходят к их комплектации, при подборе генератора и сварочных источников исходя только из потребляемой сварочными источниками мощнос-

ти, не предусматривая сколько-нибудь существенного ее запаса. Зачастую это приводит к выходу из строя сварочных аппаратов и самих генераторов.

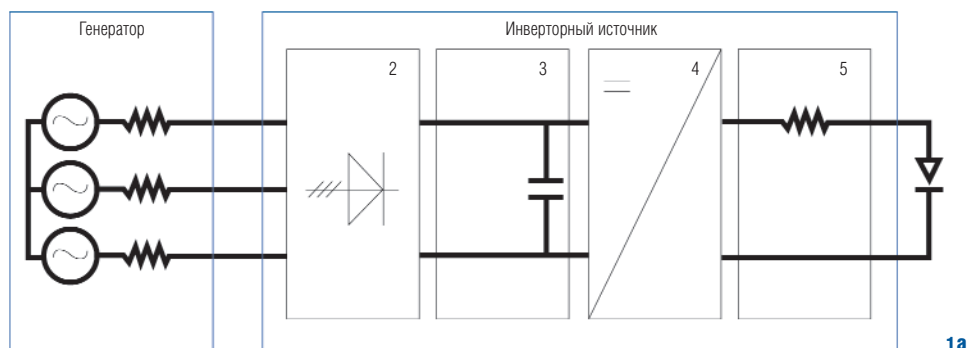
РИСУНОК 1: СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СВАРОЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ, РАБОТАЮЩИХ ОТ АВТОНОМНОГО ГЕНЕРАТОРА:

а — ИНВЕРТОРНЫЙ ИСТОЧНИК;
б — ТИРИСТОРНЫЙ ИСТОЧНИК;
в — СВАРОЧНЫЙ КОНВЕРТОР

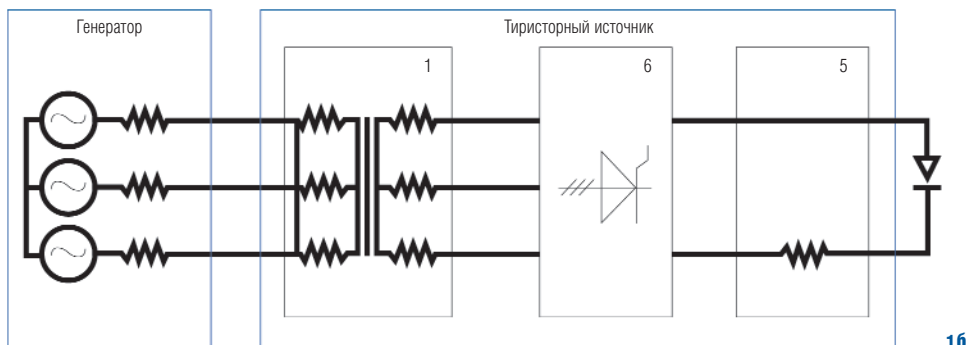
На рисунке 1а представлена структурная схема сварочного инверторного источника, работающего от автономного генератора. Отсутствие входного сетевого трансформатора играет двоякую роль. С одной стороны, это является положительным качеством, обеспечивающим снижение массогабаритных показателей. С другой стороны, это создает сложные технические проблемы, связанные с электромагнитной совместимостью инверторного источника и генератора. В этом случае автономный генератор работает практически на емкостную нагрузку (рисунке 1а), что приводит к возникновению перенапряжений на выходе из-за резонансных явлений в цепи «автономный генератор — входной емкостной фильтр инвертора».

1 — входной силовой трансформатор; 2 — неуправляемый выпрямитель; 3 — сглаживающий фильтр; 4 — инвертор с выпрямите-

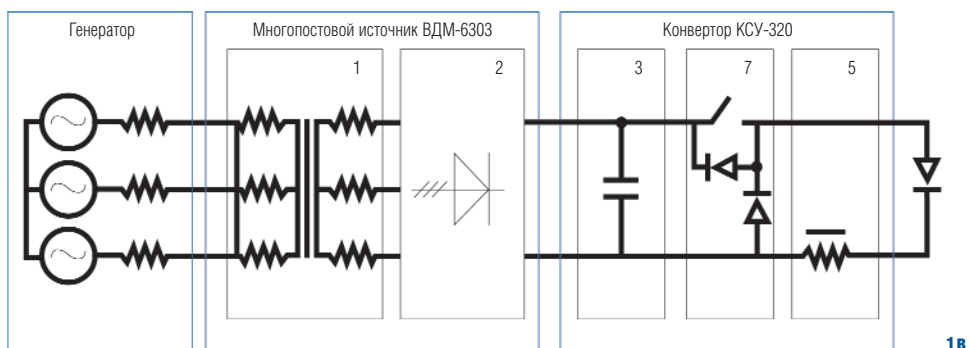
лем; 5 — дроссель; 6 — управляемый выпрямитель; 7 — конвертор (транзисторный ключ)



1а



1б



1в

Для решения проблемы электромагнитной совместимости инверторного источника и генератора делаются попытки использования входного индукционно-емкостного фильтра или включения дополнительной активной нагрузки, которая увеличивает значение $\cos \phi$ в питающей электросети и снижает величину перенапряжений. В России только НПП «ТЕХНОТРОН» решает эти проблемы, выпустив в 2004 г. сварочный инвертор ДС-250.33, оснащенный входным индуктивно-емкостным фильтром. Зарубежные фирмы решением этой проблемы, вызывающей удорожание сварочной техники, пока не занимаются.

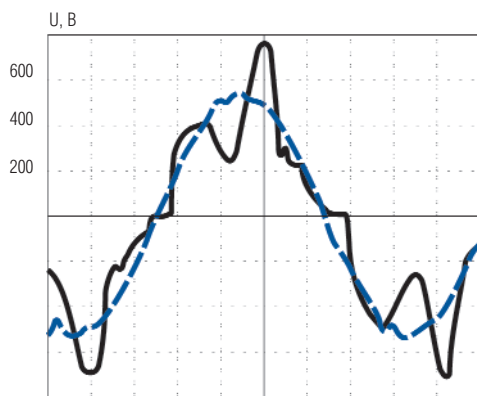


РИСУНОК 2: ЛИНЕЙНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ НА ВЫХОДЕ 30КВТ ГЕНЕРАТОРА ПРИ ПИТАНИИ СТАНДАРТНОГО ИНВЕРТОРА [3]

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:
— Напряжение холостого хода генератора
— Напряжение при работе со сварочным инвертором

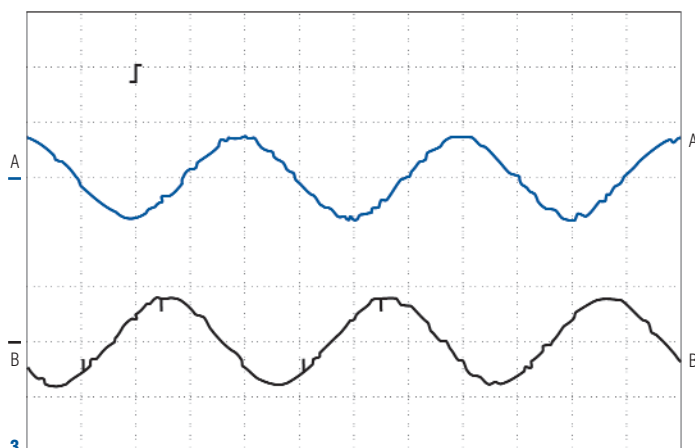
Характерная осциллограмма линейного напряжения автономного генератора мощностью 30 кВт при работе со сварочным инверторным источником приведена на **РИСУНКЕ 2 [3]**. Скачок линейного напряжения на выходе автономного генератора лежит, как показывает практика, в пределах 700 — 900 В. Это и приводит к выходу из строя сварочного инверторного источника или, что хуже, автономного генератора.

К числу стандартных сварочных инверторов относится подавляющее большинство инверторов, выпускаемых в России и за рубежом. В текущем году в Европе только намечено введение специального стандарта по электромагнитной совместимости сварочных инверторов с сетями электропитания, где будут описаны параметры, которым должна соответствовать сеть электропитания при работе со сварочными инверторами. В случае совместной эксплуатации в составе самоходной сварочной установки тиристорных сварочных установок, например, ВД-506ДК, с

автономным генератором, проблема электромагнитной совместимости сварочного источника и автономного генератора значительно проще и не приводит к аварийным ситуациям при соблюдении требуемых мощностных соотношений.

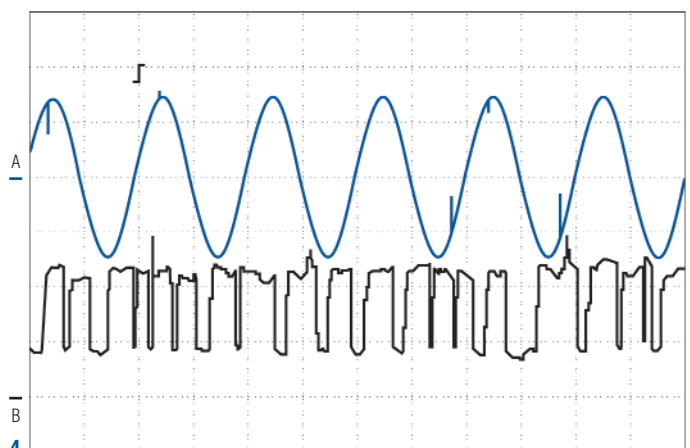
На **РИСУНКЕ 16** представлена структурная схема сварочного тиристорного источника, работающего от автономного генератора. Наличие входного сетевого трансформатора обеспечивает гальваническую развязку сварочного источника и автономного генератора. Это исключает возникновение перенапряжений на выходе автономного генератора.

РИСУНОК 3: ОСЦИЛЛОГРАММА ЛИНЕЙНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПО ФАЗАМ А И В НА ВЫХОДЕ АВТОНОМНОГО ГЕНЕРАТОРА БГ-100 ПРИ РАБОТЕ С ЧЕТЫРЬМЯ ТИРИСТОРНЫМИ СВАРОЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ВД-506ДК В РЕЖИМЕ СВАРКИ САМОЗАЩИТНОЙ ПРОВОЛОКОЙ (ТОК ДУГИ 250А, НАПРЯЖЕНИЕ НА ДУГЕ 18В)



Как следует из **РИСУНКА 4**, даже при сварке в режиме ВКЗ (вынужденные короткие замыкания), когда напряжение на дуге с частотой до 150 Гц становится равным 0, не имеется каких-либо серьезных отклонений формы синусоиды питающего напряжения. Единственным недостатком тиристорной сварочной техники в самоходных сварочных установках являются большие массогабаритные показатели.

РИСУНОК 4: ОСЦИЛЛОГРАММА ЛИНЕЙНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ВЫХОДЕ АВТОНОМНОГО ГЕНЕРАТОРА БГ-100 ПРИ РАБОТЕ С ЧЕТЫРЬМЯ ИСТОЧНИКАМИ ВД-506ДК В РЕЖИМЕ СВАРКИ МЕТАЛЛОПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ В СМЕСИ ГАЗОВ (ТОК ДУГИ 185А, НАПРЯЖЕНИЕ НА ДУГЕ 15В — МЕТКА А; НАПРЯЖЕНИЯ НА ДУГЕ ПРИ СВАРКЕ ВКЗ — МЕТКА В)



КОГДА ТРЕБУЮТСЯ МАЛЫЕ МАССОГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ СВАРОЧНОГО ИСТОЧНИКА, КАК У ИНВЕРТОРА, И ПОВЫШЕННАЯ НАДЕЖНОСТЬ В РАБОТЕ, КАК У ТИРИСТОРНОГО ИСТОЧНИКА, ВОЗМОЖЕН ДРУГОЙ ПОДХОД К КОМПЛЕКТАЦИИ СВАРОЧНЫХ САМОХОДНЫХ УСТАНОВОК.

Это достигается применением сварочных низковольтных инверторов или конверторов типа КСУ-320 для ручной дуговой сварки совместно с многостовым сварочным выпрямителем ВДМ-6303. В этом случае сочетаются малые массогабаритные размеры сварочного источника (еще менее, чем у инверторного) и отсутствие перенапряжений на выходе автономного генератора. Это самое новое направление в комплектации сварочных самоходных установок, которое активно развивается группой ИТС с 2004 г.



На **РИСУНКЕ 1в** приведена структурная схема сварочного конвертора, работающего от автономного генератора. Наличие входного сетевого трансформатора в многопостовом выпрямителе типа ВДМ-6303 обеспечивает гальваническую развязку сварочных источников КСУ-320 и автономного генератора. При этом исключается влияние постов друг на друга и возникновение перенапряжений на выходе автономного генератора. На **РИСУНКЕ 5** приведен общий вид сварочного конвертора КСУ-320. С одним многопостовым выпрямителем ВДМ-6303 может эксплуатироваться 4 конвертора КСУ-320. При выборе автономного генератора производители (ОАО «Баранчинский электромеханический завод», ОАО «Электроагрегат» и др.) рекомендуют использовать величину нагрузки на генератор не

РИСУНОК 5: СВАРОЧНЫЙ КОНВЕРТОР ТИПА КСУ-320 ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ (МАКСИМАЛЬНЫЙ ТОК 320А, НОМИНАЛЬНЫЙ ТОК 250А)

более 50–60% его номинальной мощности для работы с любыми сварочными источниками. Такие же величины загрузки рекомендуют ведущие зарубежные фирмы на выпускаемые ими синхронные генераторы. При больших значениях нелинейных нагрузок показатели качества вырабатываемой электроэнергии резко снижаются, что приводит к ухудшению стабильности работы сварочных источников. ОАО «Электроагрегат» (г. Курск) рекомендует использовать при работе со сварочными источниками генератор ГС-100-Б1 или ГС-150-Б1, имеющие более высокие динамические характеристики и нормируемый (4%) коэффициент искажения синусоидальности фазных напряжений. В случае применения этих генераторов процент загрузки можно повысить на 15–20%.

НАИБОЛЕЕ СЛОЖНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ АВТОНОМНОГО ГЕНЕРАТОРА — В СЛУЧАЕ ПРИМЕНЕНИЯ СВАРКИ С КОРОТКИМИ ЗАМЫКАНИЯМИ (РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА ЭЛЕКТРОДАМИ С ОСНОВНЫМ ВИДОМ ПОКРЫТИЯ, МЕХАНИЗИРОВАННАЯ СВАРКА В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ ПРОВОЛОКОЙ СПЛОШНОГО СЕЧЕНИЯ).

В этом случае значение $\cos \varphi$ резко снижается (до 0,6–0,7), и требуется запас мощности генератора не менее 50% от номинального значения. Важнейшим фактором является равномерная загрузка автономного генератора по фазам. В группе предприятий ИТС выпуск самоходных сварочных установок производится с учетом этих специфических условий.

РИСУНОК 6: СВАРОЧНАЯ САМОХОДНАЯ УСТАНОВКА К-703МА-АС-4-100-01 ПРИ СВАРКЕ ГАЗОПРОВОДА В ООО «ВОЛГОТРАНСГАЗ»

С 2004 Г. ПОСТАВЛЯЕТСЯ СВАРОЧНЫЙ АГРЕГАТ К-703МА-АС-4-100-01.

В КОМПЛЕКТАЦИЮ АГРЕГАТА ВКЛЮЧЕНО:

- базовый тракторный модуль (К-703МА) с двигателем ЯМЗ-238НДЗ-1 мощностью 173 кВт (235 л.с.),
- кунг с внутренним утеплением, пластиковой обшивкой и освещением,
- ящик для инструментов,
- стрела грузоподъемностью 500 кг и вылетом 4,6 м,
- генератор БГ-100 с номинальной мощностью 100 кВт (имеется версия с генератором БГ-200, номинальной мощностью 200 кВт и увеличенной мощностью двигателя — тип сварочного агрегата К-703МА-АС-8-200 — на 8 сварочных постов),
- пульт управления генератором,
- корректор напряжения генератора,
- шкаф управления сварочным оборудованием,
- сварочная палатка,
- дополнительное и сварочное оборудование.





7а

К ДОПОЛНИТЕЛЬНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ ОТНОСЯТСЯ:

- термопенал ТП-8/130;
- размагничивающее устройство АУРА 7001 «Метель» с комплектом размагничивающих обмоток на диаметр до 1420 мм, индикатором магнитного поля, пультом ДУ;
- комплект прожекторов на едином штативе;
- машина Ж65-Р302 для резки труб с электроприводом или машинка "Zincer RSV-4" (Германия) для резки пропаном стенки трубы и комплектом бандажей диаметром 600–100 мм, 800–1200 мм, 1200–1500 мм;
- комплект оборудования для операционного контроля;
- эллипсограф Ж08А 7960;
- центраторы — типа Ж08А, облегченные ручные диаметром 630,720,1020,1220мм и эксцентриковый типа Ж08А 7992 диаметром 159–219 мм;
- шлифмашинки "BOSCH" DC-125,180,230;
- печь для сушки электродов СШО-3,2.

7б



К СВАРОЧНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ ОТНОСИТСЯ:

- выпрямитель ВД-506ДК с механизмом подачи ПДГО-511 и пультом ДУ(4 шт.) и расходными материалами или
- два инверторных источника ДС-250.33 и два комплекта сварочного комплекса ВД-506ДК.

РИСУНОК 7: а — ОБЩИЙ ВИД САМОХОДНОЙ СВАРОЧНОЙ УСТАНОВКИ К-703МА-АС-4-100-01; **б** — СВАРОЧНОЕ ОСНАЩЕНИЕ САМОХОДНОЙ УСТАНОВКИ (ДВА МАСТЕР - 3500, ДВА ВД-506ДК, ОДИН ДС-250.33)



8а

РИСУНОК 8: а — ОБЩИЙ ВИД САМОХОДНОЙ СВАРОЧНОЙ УСТАНОВКИ ПКSR (ПОДВИЖНЫЙ КОМПЛЕКС СВАРОЧНЫХ РАБОТ) НА БАЗЕ «КАМАЗ-4310»; **б** — СВАРОЧНОЕ ОСНАЩЕНИЕ (ОДИН ВД-306ДК)



8б

РИСУНОК 9: ОБЩИЙ ВИД КУНГА КП-10 ДЛЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ НА САННОМ ХОДУ С АВТОНОМНЫМ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ВЕРТОЛЕТНЫМ ТРАНСПОРТОМ



НА **РИСУНКЕ 9** ПОКАЗАН ОБЩИЙ ВИД КУНГА КП-10 ДЛЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ НА САННОМ ХОДУ С АВТОНОМНЫМ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ВЕРТОЛЕТНЫМ ТРАНСПОРТОМ.

Кунг типа КП-10 представляет собой панельный кузов закрытого типа бескаркасной конструкции, состоящий из основания, двух боковых панелей, передней и задней съемных панелей и панели крыши со скосами. Пол трехслойный (внутренний слой — доска 18 мм, средний слой — армированный фанерой конструкционный пенополистирол толщиной 26 мм; наружный слой — обшивка из дюралевого сплава толщиной 1 мм). Панели кузова трехслойные (внутренний слой — фанера 3 мм, средний слой — армированный фанерой конструкционный пенополистирол толщиной 26 мм; наружный слой — обшивка из дюралевого сплава толщиной 1 мм). Соединение слоев клей ВИАМ-БЗ.

Имеется два отсека, разделенные сплошной перегородкой — агрегатный и бытовой, система отопления бытового отсека — ОВУ-65 на задней панели кузова (оборудуется по отдельному заказу), дверь одностворчатая на задней панели и

дверь одностворчатая на правой панели кузова. Двери четырехслойной конструкции оборудованы замками. В заднюю дверь вмонтировано окно с двойным остеклением из безосколочного закаленного стекла.

Имеются входные трапы для дверей, крепятся на задней и передней панелях в транспортном положении, розетки 220/380 В, 1 розетка в бытовом отсеке и 4 в агрегатном отсеке;

В КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ ВХОДЯТ:

- прицеп МАЗ-5224В или санное шасси со сцепкой;
- дизельная электростанция АД-100С-Т400-1Р (топл. бак 250 л) с АКБ и ПЖД;
- балластный реостат РБ-302 (4 шт.);
- ВДМ-1202С (аттестован по РД 03-614-03);
- печь для сушки электродов СШ032325/3,5 (220В);
- комплект кабелей для стыковки 4-х сварочных постов, 30 м;

- электрододержатели (4шт.);
- маска сварщика (4 шт.);
- дополнительный топливный бак 1000 л.

Кузов-фургон поставляется с комплектом эксплуатационной документации и комплектом документов для постановки его на учет в органах Госгортехнадзора.

Аналогично производится комплектация сварочных самоходных установок на базе грузовиков «Урал» и «Камаз» на ОАО «Шумерлинский завод специализированных автомобилей», а также ремонт старой самоходной сварочной техники на любых шасси («КАМАЗ», «УРАЛ», «Кировец») с заменой кунга, ремонтом двигателя, заменой изношенной сварочной техники, установкой стрел, палаток, комплектацией всем необходимым из приведенного выше перечня и согласно приведенным выше рекомендациям. Особое внимание при этом обращается на совместимость сварочной техники и системы энергообеспечения.

Данный принцип должен быть основополагающим при производстве или ремонте самоходных сварочных установок на любых шасси особое внимание следует обращать на совместимость применяемого сварочного оборудования и энергетического оснащения самоходной сварочной установки. Это принципиальным образом влияет на надежность работы всего комплекса оборудования.

[1] Исследование влияния режимов полуавтоматической сварки в смеси газов и вида переноса электродного металла на химический состав и механические свойства наплавленного

металла. Д.т.н. Карасев М.В., Работинский Д.Н., (ЗАО НПФ «ИТС»), к.т.н. Головин С.В., Ладыжанский А.П. (ООО «Институт-ВНИИСТ»), Павленко Г.В. (ОАО «фирма «СЭЛМА»), к.т.н. Р. Розерт ("Drahtzug

Stein", Германия), Зинченко А.В. (УЦ «Пермь-Нефть»). Интернет-сайт ЗАО НПФ «ИТС» Сварочное оборудование, раздел «Все о сварке» - www.etscompany.spb.ru.

[2] Выпуск электросварочного оборудования и сварочных материалов для сварки нефтегазопроводов на заводах группы предприятий ИТС. Д.т.н. Карасев М.В., Ладыжанский А.П., Павленко

Г.В., Симонова А.В., Работинский Д.Н. Интернет-сайт ЗАО НПФ «ИТС» Сварочные материалы, раздел «Все о сварке» - www.provoloka.npfets.ru.

[3] Особенности работы сварочных инверторов от автономных источников питания. Галкин О.Б., Яров В.М. Кудров И.В. Интернет-сайт НПП «ТехноТрон» - раздел «Литература» - www.tehnotron.ru