

12+

СВАРКА.

КНИГА 3: БАЗОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАЛЫЕ ФОРМЫ



Григорьев Александр

Александр Григорьев

**Сварка. Книга 3: Базовые
конструкции и малые формы**

«Издательские решения»

Григорьев А.

Сварка. Книга 3: Базовые конструкции и малые формы /
А. Григорьев — «Издательские решения»,

Практическое руководство по изготовлению базовых металлических конструкций и малых архитектурных форм. Подробно рассмотрены технологии раскроя профильной трубы, предотвращения термических деформаций при сварке рам ворот и калиток, методы компенсации коробления днищ мангалов под воздействием высоких температур, а также специфика восстановления автомобильных узлов, включая сварку выхлопных систем и ремонт чугуновых блоков.

Содержание

Введение	6
Глава 1. Сварка ворот, калиток и заборных секций	8
Глава 2. Мангалы, барбекю и печи для казана	13
Конец ознакомительного фрагмента.	14

Сварка. Книга 3: Базовые конструкции и малые формы

Александр Григорьев

© Александр Григорьев, 2026

ISBN 978-5-0071-1339-7 (т. 3)

ISBN 978-5-0071-1341-0

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Введение

Если первый том нашего цикла дал вам в руки инструмент, а второй том объяснил физику дуги и научил управлять расплавленным металлом, то третья книга переводит эти знания в плоскость реальных, осязаемых вещей, которые будут служить вам и вашим заказчикам десятилетиями; именно здесь теория встречается с практикой, и абстрактные понятия катета шва, полярности тока и пространственных положений обретают форму створок ворот, которые не перекашивает от смены сезонов, жаровни мангала, выдерживающей раскалённые угли без коробления, и автомобильных узлов, возвращающих транспортному средству надёжность и безопасность на дороге. Эта книга посвящена базовым конструкциям и малым архитектурным формам — тому фундаменту, на котором строится репутация любого мастера, начинающего свой путь в коммерческих заказах или стремящегося обустроить собственный дом и участок силами своих рук, ибо именно в этих, казалось бы, простых изделиях кроются главные подводные камни бытовой сварки, связанные с термическими деформациями тонкого металла, концентрацией напряжений в угловых соединениях и необходимостью точного совпадения геометрии деталей, обеспечивающего не только эстетику, но и функциональность готового изделия.

Мы пройдем путь от раскрытия профильной трубы под раму распашных ворот до заварки трещин в чугунных блоках цилиндров, и на каждом этапе будем применять законы сопротивления материалов и термомеханики, чтобы предвидеть поведение металла под воздействием локального нагрева, предотвращая диагональный перекос рам, провисание створок под собственным весом и образование холодных трещин в трудносвариваемых сталях, ведь главная ошибка начинающего мастера заключается не в неумении зажечь дугу, а в иллюзии того, что металл можно просто соединить, игнорируя его стремление изменить свою форму при остывании, и именно поэтому каждый параграф этой книги построен вокруг принципа предотвращения дефектов на стадии проектирования и сборки, задолго до того, как электрод коснется поверхности детали. Изготовление ворот потребует от вас понимания геометрии диагоналей и приемов симметричного тепловложения, создание мангала заставит разобраться в методах компенсации термического расширения днища с помощью ребер жесткости и корытообразных форм, а ремонт автомобильных деталей откроет секреты работы с высокопрочными легированными сталями и чугуном, где цена ошибки измеряется не только испорченной заготовкой, но и безопасностью людей, доверяющих свою жизнь прочности восстановленного кронштейна подвески или герметичности выхлопного тракта.

Эта книга не является академическим учебником по сопромату, она является практическим рецептурным справочником, адаптированным для восприятия на слух в условиях работающей мастерской, где нет возможности сверяться со сложными формулами и таблицами, но есть острая необходимость в четких, проверенных практикой алгоритмах действий, позволяющих принять верное решение у верстака; поэтому все числовые данные, допуски на усадку, режимы сварки и последовательности операций вплетены в непрерывное повествование, формирующее в сознании мастера целостную картину производственного процесса, где выбор диаметра электрода неразрывно связан с углом наклона горелки, а скорость перемещения дуги диктуется толщиной стенки профильной трубы и требуемой глубиной проплавления корня шва. Освоение материала этой книги превратит вас из оператора сварочного аппарата в инженера-практика, способного взглянуть на кусок металла и увидеть в нём не просто заготовку, а будущую конструкцию со всеми её скрытыми напряжениями, точками концентрации нагрузок и зонами потенциального разрушения, которые можно и нужно нейтрализовать правильным раскрытием, точной подгонкой и дисциплинированной сваркой, и именно этот переход от ремесла к осознанному созиданию составляет главную цель третьего тома, открывающего перед вами двери в мир профессионального изготовления металлоконструкций, где каждое

изделие несёт на себе отпечаток мастерства, ответственности и уважения к материалу, отвечающему на заботу и знание прочностью, долговечностью и безупречной службой в течение многих лет.

Глава 1. Сварка ворот, калиток и заборных секций

1.1. Раскрой профильной трубы и предотвращение диагонального перекоса рамы

Изготовление распашных или откатных ворот начинается не с зажигания дуги, а с математически точного раскроя профильной трубы, где ошибка в один-два миллиметра на этапе резки многократно умножается при сборке рамы, приводя к диагональному перекосу, при котором створка либо не закрывается до конца, либо заклинивает в проёме, либо создаёт неравномерные зазоры, портящие внешний вид и снижающие взломостойкость конструкции; главным геометрическим критерием правильности прямоугольной рамы является равенство её диагоналей, и именно контроль этого параметра на всех этапах сборки — от укладки заготовок на стпель до завершения обварки угловых узлов — составляет основу технологии изготовления ворот, исключаяющей необходимость последующей правки, которая на собранной конструкции практически невозможна без разрушения швов.

Раскрой профильной трубы квадратного или прямоугольного сечения производится механическим способом — ленточнопильным станком, торцовочной пилой по металлу или угловой шлифовальной машиной с отрезным диском, и выбор инструмента определяется требуемой точностью реза и объёмом партии; для единичных изделий гаражного производства допустима ручная резка болгаркой, однако она требует применения угольника и разметочного кернера для обеспечения перпендикулярности торца к оси трубы, ибо косой рез даже в полградуса на длине стороны рамы в два метра даёт отклонение в вершине угла на семнадцать миллиметров, что делает невозможным плотное сопряжение деталей встык или в ус без образования клиновидных зазоров, которые при сварке заполняются металлом шва, создавая концентраторы напряжений и локальные зоны перегрева, ведущие к короблению рамы при остывании. При серийном изготовлении заборных секций или партий ворот применение ленточнопильного станка с жёстким упором и фиксатором длины является обязательным, ибо только механизированный раскрой обеспечивает повторяемость размеров с допуском не более половины миллиметра, что позволяет собирать рамы методом конвейерной перестановки деталей без индивидуальной подгонки каждого узла.

Предотвращение диагонального перекоса рамы достигается сборкой на плоском стапеле — массивной стальной плите или выверенном столе, поверхность которого имеет отклонение от плоскостности не более одного миллиметра на метр длины, что исключает наследование кривизны основания геометрией собираемого изделия; заготовки укладываются на стпель в проектное положение, фиксируются магнитными уголками или струбцинами с контролем прямых углов поверочным угольником класса точности не ниже второго, и первым технологическим переходом является измерение диагоналей рулеткой с натяжением полотна для исключения провиса, причём разница между диагоналями не должна превышать двух миллиметров для рамы габаритами до двух с половиной метров и трёх миллиметров для рам большего размера, ибо превышение этого допуска означает, что рама имеет форму параллелограмма, и исправление перекоса возможно только путём принудительного деформирования с приложением усилий домкратом или талрепом до восстановления равенства диагоналей с последующей фиксацией в исправленном положении дополнительными распорками перед началом сварки.

Последовательность наложения прихваток и основных швов при сборке рамы ворот подчиняется строгому правилу симметричного тепловложения, предотвращающего односторонний нагрев и вызванное им коробление в плоскости рамы или выход из неё в виде «пропеллера»; прихватки выполняются в углах рамы короткими швами длиной от десяти до пятнадцати миллиметров с катетом, равным половине толщины стенки профильной трубы, и располагаются с внутренней стороны профиля, чтобы лицевая поверхность рамы оставалась

чистой для последующей финишной обработки и покраски, причём первая прихватка накладывается в любом углу, вторая — в диагонально противоположном, третья и четвёртая — в оставшихся углах, после чего производится контрольный замер диагоналей и прямых углов, и только при подтверждении геометрии в пределах допуска разрешается переход к обварке угловых узлов основными швами. Обварка углов ведётся обратноступенчатым методом сегментами длиной от пятидесяти до восьмидесяти миллиметров с чередованием углов — сначала проваривается сегмент в первом углу, затем в диагонально противоположном, затем во втором и четвёртом, что обеспечивает равномерное распределение тепла по периметру рамы и минимизирует остаточные напряжения, вызывающие диагональный перекос после остывания; для рам из тонкостенной профильной трубы с толщиной стенки от одного до пятидесяти до двух миллиметров применение сплошных угловых швов с катетом, равным толщине стенки, является избыточным и приводит к перегреву зоны термического влияния, поэтому рекомендуется применение прерывистого шва с длиной провара от тридцати до пятидесяти миллиметров и шагом от ста до ста пятидесяти миллиметров, что снижает тепловложение на сорок — пятьдесят процентов без снижения несущей способности узла, ибо нагрузка на раму ворот носит преимущественно изгибающий характер в плоскости створки, а не срезающий в угловых соединениях.

1.2. Приварка петель под нагрузкой: геометрия оси и компенсация провисания

Приварка петель к раме ворот и ответным частям к столбам или коробке является критической операцией, определяющей кинематику открывания створки, равномерность зазоров по периметру и долговечность фурнитуры, ибо ошибка в соосности петель или в угле их установки приводит к заклиниванию створки, самопроизвольному открыванию или закрыванию под действием силы тяжести, а также к ускоренному износу шарниров из-за перераспределения нагрузки с оси вращения на кромки карт петель, что вызывает их деформацию и разрушение сварных швов под циклическими нагрузками от ветровых пульсаций и инерции массивной створки при разгоне и торможении; главным геометрическим требованием к установке петель является строгая соосность их осей вращения, лежащих в одной вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости закрытой створки, и параллельность этой плоскости вертикали с отклонением не более одного градуса, что обеспечивает вращение створки без заеданий и без возникновения паразитных горизонтальных усилий, нагружающих петли изгибом вместо чистого сдвига и растяжения-сжатия, на которые они рассчитаны производителем.

Компенсация провисания створки под действием собственного веса является обязательным элементом технологии приварки петель для ворот массой свыше пятидесяти килограммов, ибо даже идеально соосные петли не могут предотвратить постепенное опускание свободного края створки из-за упругих деформаций рамы, люфтов в шарнирах и ползучести металла под постоянной нагрузкой, что через несколько месяцев эксплуатации приводит к заеданию нижнего края створки за покрытие двора или порог, требующему регулировки или переварки петель с изменением их положения; предотвращение провисания достигается установкой створки при приварке петель с преднамеренным подъемом свободного края на величину от трёх до пяти миллиметров относительно горизонтального положения, что создаёт предварительный натяг, компенсирующий последующую осадку, и применением регулируемых петель с резьбовым механизмом изменения высоты оси, позволяющим корректировать положение створки в процессе эксплуатации без демонтажа и переварки фурнитуры, а также установкой дополнительной диагональной стяжки или талрепа в плоскости створки, превращающей прямоугольную раму в жёсткую ферму, воспринимающую изгибающий момент от собственного веса через растяжение-сжатие элементов, а не через изгиб угловых узлов, что снижает упругие деформации рамы в десять-пятнадцать раз и практически исключает провисание даже для створок шириной свыше двух метров и массой до двухсот килограммов.

Технология приварки петель включает подготовку посадочных мест на раме и столбе, разметку положения петель с учётом зазоров по периметру створки — обычно от пяти до восьми миллиметров сверху, снизу и со стороны замка, и от трёх до пяти миллиметров со стороны петель для компенсации теплового расширения и покрасочного слоя, — и фиксацию петель в проектном положении с помощью шаблона или кондуктора, обеспечивающего соосность и параллельность осей до начала сварки; шаблон представляет собой стальную полосу или профиль, равный расстоянию между центрами петель, с приваренными или закреплёнными болтами втулками, имитирующими оси петель, и устанавливается одновременно на раму и столб в закрытом положении створки, что гарантирует совпадение осей вращения с точностью до одного миллиметра без необходимости сложных геодезических измерений отвесом или лазерным уровнем, хотя для ворот высотой свыше двух с половиной метров применение лазерного построителя плоскостей является предпочтительным для контроля вертикальности оси в пространстве.

Сварка петель выполняется угловыми швами с катетом, равным толщине карты петли, но не менее четырёх миллиметров для обеспечения несущей способности, и ведётся с применением прерывистого шва длиной от двадцати до тридцати миллиметров с шагом от сорока до шестидесяти миллиметров, что снижает тепловложение и предотвращает коробление тонкостенной профильной трубы рамы в зоне приварки, которое нарушило бы плоскостность створки и создало бы внутренние напряжения, снижающие усталостную прочность шва под вибрационными нагрузками; для петель, работающих на отрыв при ветровых нагрузках, применяется сплошной угловой шов по всему периметру карты петли с плавным переходом к основному металлу без подрезов и наплывов, создающих концентраторы напряжений, и с обязательным проваром корня шва для исключения непроваров, которые под циклической нагрузкой развиваются в усталостные трещины, приводящие к отрыву петли от рамы с падением створки, представляющим непосредственную опасность для людей и имущества в зоне движения ворот. После завершения сварки швы зачищаются лепестковым кругом до заподлицо с поверхностью карты петли и рамы, обрабатываются преобразователем ржавчины и грунтуются антикоррозионным составом перед нанесением финишного лакокрасочного покрытия, защищающего зону термического влияния от атмосферной коррозии, которая в условиях улицы развивается в три-пять раз быстрее, чем на основном металле, из-за структурных изменений в околошовной зоне и нарушения защитной оксидной плёнки при нагреве.

1.3. Навесные и откатные системы: усиление узлов и монтаж направляющих

Конструктивное исполнение ворот делится на две принципиально различные схемы — распашную, где створка вращается на петлях вокруг вертикальной оси, и откатную, где створка перемещается в горизонтальной плоскости по направляющей балке, опираясь на роликовые каретки, и каждая схема предъявляет специфические требования к усилению узлов, воспринимающих эксплуатационные нагрузки, и к технологии монтажа фурнитуры, обеспечивающей плавность хода, бесшумность работы и долговечность механизма в условиях уличной эксплуатации с воздействием пыли, влаги, перепадов температур и гололёда, вызывающего повышенные усилия страгивания створки с места, многократно превышающие усилия поддержания движения, и создающего пиковые нагрузки на сварные швы крепления направляющих и консольных балок, которые должны быть рассчитаны и выполнены с запасом прочности, исключающим усталостное разрушение в течение расчётного срока службы конструкции, составляющего не менее двадцати пяти лет для жилых объектов и не менее пятидесяти лет для промышленных.

Откатные ворота консольного типа, являющиеся стандартом для современных загородных участков и промышленных территорий благодаря отсутствию нижнего рельса в проёме, подверженного засорению снегом, льдом и грязью, требуют принципиально иного подхода к усилению рамы створки, ибо вся масса створки, достигающая для кованых или

сэндвич-панельных конструкций трёхсот-пятист килограммов, передаётся на две роликовые опоры, расположенные вне проёма на консольной балке, приваренной к нижнему поясу рамы створки, что создаёт в раме значительный изгибающий момент, стремящийся деформировать прямоугольный контур в трапецию с опусканием свободного края створки и подъёмом края, ближайшего к опорам, и именно предотвращение этой деформации составляет главную инженерную задачу при изготовлении откатных ворот, решаемую применением пространственной фермы внутри рамы створки с диагональными раскосами из профильной трубы меньшего сечения, приваренными в узлах к поясам рамы сплошными или прерывистыми швами, воспринимающими растягивающие и сжимающие усилия от изгибающего момента и распределяющими их по всему контуру рамы, снижая максимальные напряжения в угловых узлах в пять-семь раз по сравнению с рамой без внутреннего усиления, что исключает остаточные деформации и заклинивание створки в проёме при сезонных температурных расширениях металла, достигающих для створки шириной четыре метра величины от четырёх до шести миллиметров, что соизмеримо с рабочими зазорами и требует либо увеличения зазоров с ухудшением эстетики и взломостойкости, либо применения компенсаторов в виде овальных отверстий в местах крепления обшивки к раме, позволяющих металлу свободно расширяться без передачи усилий на обшивочный материал, вызывающих его коробление и отрыв крепёжных элементов.

Консольная балка откатных ворот, представляющая собой толстостенную профильную трубу сечения не менее шестидесяти на шестидесяти миллиметров при толщине стенки от трёх с половиной до пяти миллиметров для створок массой до трёхсот килограммов, и не менее восьмидесяти на восьмидесяти миллиметров при толщине стенки от пяти до восьми миллиметров для створок массой до пятисот килограммов, приваривается к нижнему поясу рамы створки сплошным угловым швом с катетом, равным толщине стенки балки, по всей длине примыкания, составляющей обычно от одной трети до половины ширины створки, что обеспечивает равномерное распределение реакции опор на раму без концентрации напряжений в точках крепления роликовых кареток, которые устанавливаются на фундаментные столбы с анкерным креплением болтами диаметром не менее шестнадцати миллиметров класса прочности не ниже восемь целых восемь десятых, затянутыми тарированным динамометрическим ключом с моментом, указанным в паспорте фурнитуры, что исключает самопроизвольное ослабление крепления под вибрационными нагрузками от движения створки и ветровых пульсаций, вызывающее перекос направляющей и заклинивание роликов с последующим разрушением подшипников и деформацией балки, требующим дорогостоящего ремонта с демонтажом створки и заменой фурнитуры.

Монтаж направляющих и роликовых систем для откатных ворот требует применения геодезического инструмента — лазерного уровня или нивелира — для обеспечения горизонтальности консольной балки в продольном направлении с допуском не более двух миллиметров на метр длины и в поперечном направлении с допуском не более одного миллиметра на всю ширину балки, ибо отклонения сверх этих значений приводят к неравномерному распределению нагрузки между роликами в каретке, перегрузке отдельных подшипников и их преждевременному выходу из строя, а также к заклиниванию створки в крайних положениях из-за несоосности направляющей и улавливателей, фиксирующих свободный край створки в закрытом положении и снимающих изгибающую нагрузку с консольной балки, передавая её на столб забора, что снижает напряжение в раме створки в закрытом положении на шестьдесят-семьдесят процентов и предотвращает провисание створки под собственным весом, особенно критичное для широких створок с тяжёлой обшивкой из профнастила или сэндвич-панелей; улавливатели и верхний поддерживающий ролик, предотвращающий боковое смещение створки под ветровой нагрузкой, привариваются к столбам или крепятся анкерами с применением шаблона, фиксирующего их положение относительно оси движения створки с точностью до одного миллиметра, что обеспечивает плавный вход створки в улавливатель без ударов и заеданий,

снижающих ресурс фурнитуры и создающих шум, недопустимый для жилых территорий в ночное время.

Для распашных ворот с автоматическим приводом, применяемым для створок массой свыше ста килограммов или шириной свыше полутора метров, где ручное открывание требует значительных усилий и неудобно в зимний период при обледенении петель, технология усиления узлов включает приварку дополнительных косынок в углах рамы со стороны привода, воспринимающих крутящий момент от рычага или линейного актуатора, прикладываемого к створке на расстоянии от двухсот до четырёхсот миллиметров от оси петель, что создаёт в раме локальный изгибающий момент, способный деформировать тонкостенный профиль без усиления, и применение скрытых петель с внутренним расположением оси вращения, привариваемых к раме и столбу с применением кондуктора, обеспечивающего соосность с точностью до половины миллиметра, что исключает заедание привода из-за перекоса створки и снижает пусковые токи электродвигателя, продлевая ресурс редуктора и электронной платы управления, чувствительной к перегрузкам по току при заклинивании механизма, вызывающем срабатывание защиты и остановку ворот в промежуточном положении, требующем ручного разблокирования привода и аварийного открывания створки, что в условиях отсутствия хозяев на участке создаёт угрозу безопасности и блокирует въезд экстренных служб, поэтому надёжность сварных соединений фурнитуры автоматики является вопросом не только удобства, но и гражданской ответственности владельца объекта.

Глава 2. Мангалы, барбекю и печи для казана

2.1. Расчёт толщины стали под термические нагрузки и выбор марки металла

Изготовление мангала, барбекю или печи для казана начинается не с раскроя металла и не с выбора формы корпуса, а с инженерного расчёта толщины стенок жаровни, определяемой температурным режимом эксплуатации, массой единовременной загрузки топлива и требуемым сроком службы конструкции до сквозного прогорания, ибо главная причина преждевременного выхода самодельных мангалов из строя заключается не в качестве сварных швов, а в банальном выгорании тонкого листа под воздействием открытого пламени древесного угля, температура которого в зоне горения достигает восьмисот — тысячи градусов Цельсия, что при толщине стенки менее двух миллиметров приводит к сквозному прогару дна и боковых стенок за один-два сезона интенсивной эксплуатации, превращая изделие в непригодный для использования металлолом, требующий полной замены жаровни с сохранением лишь несущего каркаса и декоративных элементов, что экономически нецелесообразно и свидетельствует о нарушении базового принципа проектирования термонагруженных конструкций, гласящего, что запас по толщине металла является главным фактором долговечности, многократно превосходящим по значимости любые усилия по улучшению геометрии швов или применению дорогостоящих присадочных материалов.

Минимальная толщина листовой стали для жаровни мангала, рассчитанного на регулярную эксплуатацию в течение пяти — десяти сезонов, составляет три миллиметра для углеродистой стали марок Ст3сп или Ст3пс, являющейся стандартом для гаражного производства благодаря доступности, низкой стоимости и отличной свариваемости без предварительного подогрева и последующей термообработки, однако для мангалов, предназначенных для коммерческого использования в зонах барбекю ресторанов, баз отдыха и кемпингов, где суточная наработка достигает четырёх — шести часов непрерывного горения, толщина днища должна быть увеличена до четырёх — пяти миллиметров, а боковых стенок — до трёх — четырёх миллиметров, что обеспечивает ресурс конструкции до десяти — пятнадцати лет даже при ежедневной эксплуатации, причём применение легированных сталей с повышенной жаростойкостью, таких как сталь 12Х18Н10Т или сталь 10Х17Н13М2, экономически оправдано только для стационарных печей-барбекю закрытого типа с дымоходом, где температура стенок в зоне топки превышает шестьсот градусов Цельсия постоянно, тогда как для открытых мангалов с периодическим режимом нагрева использование нержавеющей стали является избыточным, ибо окисление углеродистой стали на воздухе при температурах до пятисот градусов образует плотную окалину, замедляющую дальнейшую коррозию, и срок службы трёхмиллиметровой стенки из Ст3 при сезонной эксплуатации сопоставим со сроком службы полуторамиллиметровой стенки из нержавеющей стали, но стоимость материала различается в четыре-пять раз, что делает углеродистую сталь безальтернативным выбором для подавляющего большинства бытовых и полупрофессиональных изделий.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.