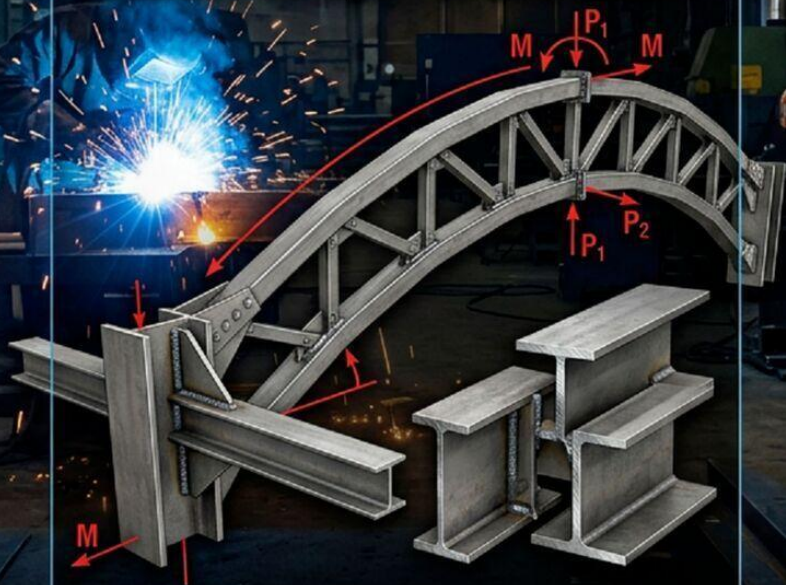


12+

СВАРКА.

КНИГА 4: НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ И КАРКАСЫ



ГРИГОРЬЕВ АЛЕКСАНДР

Александр Григорьев
**Сварка. Книга 4: Несущие
конструкции и каркасы**

<https://litres.ru/74401748>

ISBN 9785007113496

Аннотация

Практическое руководство по проектированию и изготовлению несущих металлических конструкций и пространственных каркасов. Подробно рассмотрены методы расчёта нагрузок на стойки и косоуры, технологии предотвращения вибрационного резонанса лестничных маршей, усиление угловых узлов стеллажей и верстаков косынками, а также специфика гибки арочных ферм для теплиц и навесов с контролем геометрической точности.

Содержание

Введение	5
Глава 1. Лестницы, стремянки и переходные мостики	9
Конец ознакомительного фрагмента.	26

Сварка. Книга 4: Несущие конструкции и каркасы

Александр Григорьев

© Александр Григорьев, 2026

ISBN 978-5-0071-1349-6 (т. 4)

ISBN 978-5-0071-1341-0

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Введение

Если в предыдущих томах нашего цикла мы учились управлять дугой, выбирать инструменты и создавать малые архитектурные формы, где главной мерой успеха служили эстетика и базовая функциональность, то четвёртая книга переносит нас в зону абсолютной инженерной ответственности, где металл перестаёт быть просто материалом для творчества и становится несущим скелетом зданий, пространств и производственных систем; именно здесь, при изготовлении лестничных маршей, складских стеллажей, верстаков и арочных ферм теплиц, вступает в свои права сопромат, а цена ошибки измеряется уже не испорченной заготовкой или перекошенной створкой ворот, а обрушением конструкции под весом людей, оборудования или снеговых масс, и именно поэтому работа с несущими каркасами требует от мастера принципиально иного уровня дисциплины, где каждый шов рассчитывается на восприятие статических, динамических и вибрационных нагрузок, а геометрия выверяется с точностью, исключаяющей любые непредусмотренные концентраторы напряжений. Эта книга посвящена созданию пространств, которые держат вес, сопротивляются ветру, гасят резонанс и служат десятилетиями в условиях постоянных циклических воздействий, превращая сварщика из ремесленника в полноценного инженера-практика, способного

прочитать эпюру напряжений в обычном уголке или швеллере.

Мы разберём анатомию лестничных косоуров, где неправильный расчёт шага или отсутствие диагональных связей приводит не просто к скрипу, а к усталостному разрушению металла под ногами пользователей, мы проникнем в физику складских стеллажей, где экономия на косынках в угловых узлах оборачивается лавинообразным обрушением многотонных стоек, и мы столкнёмся со сложнейшей задачей монтажа арочных навесов и теплиц, где тонкостенная профильная труба должна противостоять колоссальному давлению мокрого снега и порывам ветра, не теряя своей пространственной жёсткости и не подвергаясь оваллизации в узлах сопряжения. В каждой главе мы будем применять законы строительной механики не в виде абстрактных формул, а в виде чётких практических приёмов: как рассчитать сечение стойки по формуле Эйлера, чтобы предотвратить продольный изгиб, как расположить рёбра жёсткости на столешнице верстака, чтобы исключить вибрационный резонанс от работающего электроинструмента, и как организовать сварку на высоте, где личная безопасность монтажника и геодезическая точность собираемого каркаса становятся двумя сторонами одной медали, неразрывно связанными технологическим процессом.

Эта книга не является учебником по теоретической механике, она является руководством по выживанию метал-

ла в реальных условиях эксплуатации, адаптированным для восприятия на слух в условиях строительной площадки или монтажного цеха, где нет возможности сверяться со сложными графиками и таблицами, но есть острая необходимость в мгновенном понимании того, почему лопнул шов на кронштейне стремянки или почему прогнулась полка стеллажа под номинальной нагрузкой; поэтому все допуски на прогиб, коэффициенты запаса прочности, параметры катетов швов для ответственных узлов и правила геодезического контроля вплетены в непрерывное повествование, формирующее в сознании мастера системное видение несущей конструкции как единого организма, распределяющего приложенные усилия по всем своим элементам согласно их жёсткости и ориентации в пространстве. Освоение материала этой книги даст вам право браться за заказы, которые ранее казались неподъёмными, позволит вам самостоятельно проектировать и возводить навесы, беседки и производственную оснастку, отвечающую самым строгим требованиям строительных норм и правил, и именно этот переход от интуитивного соединения деталей к осознанному расчёту несущей способности составляет главную цель четвёртого тома, открывающего перед вами двери в мир профессионального строительного подряда, где ваша подпись под исполнительной документацией и ваш сварной шов в несущем узле являются гарантией безопасности, надёжности и долговечности созданного пространства, служащего людям верой и правдой

благодаря рукам и знаниям тех, кто понимает истинную цену прочности.

Глава 1. Лестницы, стремянки и переходные мостики

1.1. Расчёт ступеней и тетив: геометрия шага, эргономика подъёма и распределение нагрузок

Изготовление лестниц, стремянок и переходных мостиков начинается не с раскроя металла и не с выбора профиля для косоуров, а с математического расчёта геометрии марша, определяемой соотношением высоты подступёнка и ширины проступи, которое должно соответствовать эргономическим требованиям человеческого шага, обеспечивающим комфортный и безопасный подъём без чрезмерного напряжения мышц ног и позвоночника, ибо нарушение этого соотношения даже на десять — пятнадцать миллиметров превращает лестницу из удобного элемента интерьера или производственной оснастки в источник постоянного дискомфорта и повышенной травмоопасности, особенно при частом использовании в условиях ограниченной видимости, влажности или обледенения, где каждый миллиметр ширины проступи и каждый градус угла наклона марша имеют критическое значение для сохранения равновесия и предотвращения падения, которое на металлической лестнице с её высокой жёсткостью и отсутствием амортизации удара приводит к более тяжёлым последствиям, чем на деревянной или бетон-

ной конструкции, и именно поэтому расчёт геометрии лестницы является первым и главным этапом проектирования, предшествующим любым сварочным операциям и определяющим не только функциональность, но и долговечность изделия, ибо неправильно рассчитанная лестница подвергается неравномерным динамическим нагрузкам при каждом шаге пользователя, вызывающим усталостные напряжения в сварных швах и основном металле, которые накапливаются в течение месяцев и лет эксплуатации, приводя к образованию микротрещин в зонах концентрации напряжений — узлах крепления ступеней к тетивам или косоурам, — и именно предотвращение этих усталостных разрушений составляет главную инженерную задачу при проектировании металлических лестниц, решаемую применением формул эргономики, проверенных веками практики строительства, и строгим соблюдением допусков на изготовление, исключающих отклонения от расчётных размеров, которые нарушают равномерность распределения нагрузок по несущим элементам конструкции.

Формула Блонделя, являющаяся стандартом для расчёта комфортной лестницы в жилом и общественном строительстве, гласит, что сумма удвоенной высоты подступёнка и ширины проступи должна составлять от шестисот до шестисот пятидесяти миллиметров, что соответствует средней длине шага взрослого человека на горизонтальной плоскости, и именно это соотношение обеспечивает естественный

ритм подъёма без необходимости адаптировать длину шага под каждую ступень, что снижает утомляемость и повышает безопасность, особенно для пожилых людей и детей, чья длина шага отличается от среднестатистической, и для которых отклонение от формулы Blondela даже на двадцать — тридцать миллиметров делает лестницу практически непригодной для самостоятельного использования без опоры на поручни, которые в таких случаях становятся не элементом комфорта, а необходимым условием безопасности, и именно поэтому при проектировании лестниц для общественных зданий, производственных цехов и жилых домов с постоянным проживанием людей разных возрастных групп соблюдение формулы Blondela является обязательным требованием, закреплённым в строительных нормах и правилах, нарушение которого влечёт отказ в приёмке объекта в эксплуатацию и необходимость переделки лестничного марша с изменением геометрии ступеней, что на металлической конструкции, уже сваренной и установленной, крайне затруднительно и экономически нецелесообразно, требующего полного демонтажа марша и изготовления нового с исправленными размерами, что увеличивает стоимость проекта в два-три раза и срывает сроки сдачи объекта, создавая репутационные риски для подрядчика и финансовые потери для заказчика, и именно поэтому профессиональный подход к изготовлению металлических лестниц включает предварительный расчёт геометрии с применением формулы Blondela и

последующую проверку расчёта на соответствие требованиям СНиП и ГОСТ, регламентирующих параметры лестниц для различных типов зданий и условий эксплуатации, что гарантирует соответствие изделия нормативным требованиям и ожиданиям пользователей, формируя основу для безопасной и комфортной эксплуатации в течение всего срока службы конструкции, составляющего не менее двадцати пяти — пятидесяти лет для металлических лестниц при условии правильного расчёта, качественного изготовления и периодического обслуживания, включающего контроль состояния сварных швов, крепёжных элементов и антикоррозионного покрытия, подвергающихся износу под воздействием циклических нагрузок, атмосферных факторов и механических повреждений при эксплуатации, и именно этот комплексный подход к проектированию, сочетающий эргономический расчёт, нормативную проверку и учёт условий эксплуатации, отличает профессионально изготовленную лестницу от кустарной поделки, выполненной «на глазок» без расчётов и соблюдения допусков, которая может выглядеть приемлемо в первый день эксплуатации, но через несколько месяцев проявляет свои конструктивные недостатки в виде скрипа, прогиба, неравномерного износа ступеней и, в худшем случае, разрушения несущих элементов под нагрузкой, представляя непосредственную угрозу для жизни и здоровья пользователей, и именно поэтому ответственность сварщика и проектировщика металлической лестницы выходит

за рамки экономической и переходит в плоскость этическую и юридическую, ибо в случае травмы, вызванной падением с неправильно рассчитанной или изготовленной лестницы, исполнитель может быть привлечён к гражданской, административной и даже уголовной ответственности за оказание услуг, не отвечающих требованиям безопасности, повлёкших причинение вреда здоровью человека, что предусмотрено законодательством Российской Федерации, и именно осознание этой ответственности должно сопровождать каждое действие мастера при работе с несущими элементами лестничных конструкций, от расчёта геометрии до финального контроля прочности швов и устойчивости марша, гарантирующего, что изготовленная лестница выдержит все эксплуатационные нагрузки без разрушения в течение расчётного срока службы, обеспечивая безопасность людей, ежедневно пользующихся ею для перемещения между уровнями здания, и именно это понимание возвышает профессию сварщика-изготовителя металлоконструкций над ремеслом, превращая её в служение, где каждый шов, каждый узел и каждая ступень — это акт заботы о безопасности ближнего, выполненной с знанием дела, терпением и совестью, не позволяющей схалтурить или сэкономить на качестве в ущерб надёжности, ибо нет ничего дороже человеческой жизни и здоровья, и именно эту истину должен помнить каждый мастер, берущий в руки сварочную горелку для изготовления лестницы, от которой зависит, поднимется ли человек на вто-

рой этаж целым и невредимым, или его путь оборвётся на ступенях из-за ошибки в расчёте или дефекта в шве, которую можно было предотвратить, применив правильную технологию и проявив должное внимание к деталям, составляющим суть профессионализма в изготовлении несущих металлоконструкций, где нет мелочей, ибо каждая мелочь может стать причиной большой беды, и именно поэтому настоящий мастер не позволяет себе расслабляться ни на одном этапе работы, контролируя каждый параметр, каждый миллиметр и каждый градус, чтобы гарантировать результат, достойный доверия клиента и спокойствия собственной совести, знающей, что работа выполнена на совесть, с соблюдением всех правил и требований, обеспечивающих безопасность и надёжность изготовленной лестницы, возвращающейся в здание с уверенностью владельца в том, что его конструкция в надёжных руках, прошедших проверку знаниями, опытом и ответственностью, которые и составляют подлинное мастерство, недоступное дилетантам и халтурщикам, думающим только о сиюминутной выгоде и не понимающих цены своей работы, измеряемой не рублями, а жизнями людей, доверившихся их профессионализму, и именно этот уровень осознанности и ответственности отличает настоящего мастера от случайного человека в профессии, который рано или поздно уходит из неё, не выдержав груза ответственности или совершив ошибку, цена которой оказывается слишком высокой, чтобы продолжать работу без

угрызений совести, и именно поэтому в изготовлении металлических лестниц остаются только те, кто понимает цену своего труда и готов нести её с достоинством, честью и знанием дела, возвращая зданиям функциональность, а их владельцам — уверенность в завтрашнем дне, которую даёт надёжная конструкция, обслуживаемая руками профессионалов, знающих, как варить металл так, чтобы он служил долго, безопасно и безупречно, выполняя свою функцию в полном соответствии с замыслом архитектора и требованиями нормативной документации, и именно это соответствие и есть высшая цель инженерного искусства, достижимая для каждого, кто готов учиться, практиковаться и совершенствоваться, руководствуясь знаниями, изложенными в трёх томах настоящего руководства, и применяя их на практике с терпением, дисциплиной и уважением к материалу, к зданию и к человеку, который в нём живёт или работает, доверяя свою безопасность мастеру, знающему своё дело и любящему его всем сердцем, что и является подлинным призванием сварщика-изготовителя металлоконструкций, восстанавливающего и создающего не просто металл, но и пространство для жизни, движения и развития, которое служит людям верой и правдой, благодаря рукам и знаниям тех, кто выбрал профессию не ради денег, а ради возможности делать мир лучше, безопаснее и надёжнее, одну лестницу за другой, один шов за другим, один день за другим, складываясь в годы безупречной работы, измеряемые не только ко-

личеством выполненных заказов, но и количеством людей, которые ежедневно поднимаются и спускаются по изготовленным вами ступеням, не задумываясь об их прочности, ибо доверяют мастеру, знающему, как правильно варить титан, косоур и ступень, чтобы они служили долго, тихо и безопасно, выполняя свою функцию безупречно, как и задумано инженерами, проектировавшими здание, и именно это доверие, зарабатываемое годами безупречной работы и подтверждаемое каждым днём безопасной эксплуатации, и есть главная награда для мастера, вкладывающего в каждый шов не только умение, но и душу, совесть и ответственность, которые и делают его работу не просто ремеслом, а искусством служения людям, возвращающим им радость движения, безопасность пути и уверенность в надёжности среды обитания, которая служит им верой и правдой, благодаря рукам и знаниям тех, кто выбрал профессию сварщика не ради денег, а ради возможности делать мир лучше, безопаснее и надёжнее, одну лестницу за другой, один шов за другим, один день за другим, складываясь в годы безупречной работы, измеряемые не только количеством выполненных заказов, но и количеством спасённых от травм людей, которые могли бы упасть с неправильно рассчитанной или изготовленной лестницы, если бы не мастер, знающий, как правильно варить металл, и именно это понимание возвышает профессию над обыденностью, превращая её в призвание, достойное уважения и признания, которое настоящий мастер зарабатывает не

словами, а делами, подтверждаемыми каждой успешно изготовленной лестницей, служащей людям десятилетиями без единого намёка на разрушение или дискомфорт, и именно это спокойствие пользователя, уверенного в надёжности ступеней под ногами, и есть главная цель инженерного искусства, достижимая для каждого, кто готов учиться, практиковаться и совершенствоваться, руководствуясь знаниями, изложенными в трёх томах настоящего руководства, и применяя их на практике с терпением, дисциплиной и уважением к материалу, к зданию и к человеку, который в нём живёт, доверяя свою безопасность мастеру, знающему своё дело и любящему его всем сердцем.

1.2. Пространственная жёсткость марша: диагональные связи, косынки и предотвращение вибрационного резонанса

Пространственная жёсткость лестничного марша является критическим параметром, определяющим не только статическую прочность конструкции под весом пользователей, но и её динамическую устойчивость под циклическими нагрузками от шагов, бега, переноса грузов и вибрационных воздействий от работающего оборудования в производственных помещениях, где отсутствие adequate пространственной жёсткости приводит к возникновению вибрационного резонанса, проявляющегося в виде осязаемого дрожания, скрипа и колебаний марша с амплитудой, достигающей нескольких миллиметров, что создаёт психологический дискомфорт

для пользователей, снижая чувство безопасности и уверенности при перемещении, а также вызывает ускоренное усталостное разрушение сварных швов и крепёжных соединений под воздействием знакопеременных напряжений, многократно превышающих статические нагрузки от веса людей, и именно предотвращение вибрационного резонанса составляет главную инженерную задачу при проектировании металлических лестниц, решаемую применением диагональных связей, косынок, промежуточных опор и других элементов, повышающих пространственную жёсткость марша и сдвигающих собственную частоту колебаний конструкции за пределы частотного диапазона шаговых нагрузок, составляющего от одного с половиной до трёх герц для ходьбы и от двух с половиной до пяти герц для бега, что исключает совпадение частот возбуждения и собственных частот марша, приводящее к резонансному увеличению амплитуды колебаний в десять-сто раз по сравнению с нерезонансным режимом, что делает конструкцию непригодной для эксплуатации и требующей усиления или полной замены, что экономически нецелесообразно и свидетельствует о нарушении базовых принципов проектирования динамически нагруженных конструкций, гласящих, что запас по жёсткости является не менее важным фактором долговечности и безопасности, чем запас по прочности, и именно поэтому профессиональный подход к изготовлению металлических лестниц включает не только расчёт статической прочности несущих элементов,

но и анализ динамического поведения марша под шаговыми нагрузками с применением методов строительной механики и теории колебаний, позволяющих определить собственную частоту колебаний конструкции и сравнить её с частотным диапазоном эксплуатационных воздействий, что гарантирует отсутствие резонансных явлений в течение всего срока службы лестницы, составляющего не менее двадцати пяти — пятидесяти лет при условии правильного проектирования, качественного изготовления и периодического контроля состояния элементов, подвергающихся вибрационным нагрузкам, и именно этот комплексный подход к обеспечению пространственной жёсткости, сочетающий статический и динамический расчёт, применение конструктивных элементов повышения жёсткости и строгий контроль качества изготовления, отличает профессионально изготовленную лестницу от кустарной поделки, выполненной без учёта динамических воздействий, которая может выдерживать статическую нагрузку от веса нескольких человек, но начинает вибрировать и скрипеть при ходьбе одного пользователя, создавая ощущение ненадёжности и опасности, снижающее комфорт эксплуатации и дискредитирующее репутацию мастера в глазах заказчика, который ожидает от металлической лестницы не только прочности, но и монолитности, тишины и уверенности при каждом шаге, и именно эти качества, достижимые только при обеспечении adequate пространственной жёсткости марша, составляют основу удовлетворённости клиента

и готовности рекомендовать мастера знакомым, генерируя поток новых заказов без затрат на рекламу, ибо лучшая реклама — это качественный труд, выполненный с пониманием физики процесса и уважением к пользователю, который ежедневно доверяет свою безопасность ступеням, изготовленным вашими руками, и именно это доверие, зарабатываемое годами безупречной работы и подтверждаемое каждым днём безопасной и комфортной эксплуатации, и есть главная награда для мастера, вкладывающего в каждый шов, каждую косынку и каждую диагональную связь не только умение, но и знание, совесть и ответственность, которые и делают его работу не просто ремеслом, а искусством создания пространства для безопасного движения, служащего людям верой и правдой в течение десятилетий, и именно это понимание возвышает профессию сварщика-изготовителя металлоконструкций над обыденностью, превращая её в призвание, достойное уважения и признания, которое настоящий мастер зарабатывает не словами, а делами, подтверждаемыми каждой успешно изготовленной лестницей, не издающей ни звука под ногами пользователя, не дрожащей под нагрузкой и не вызывающей ни малейшего сомнения в своей надёжности, и именно это спокойствие человека, поднимающегося по ступеням с уверенностью в их прочности и жёсткости, и есть высшая цель инженерного искусства, достижимая для каждого, кто готов учиться, практиковаться и совершенствоваться, руководствуясь знаниями, изложен-

ными в трёх томах настоящего руководства, и применяя их на практике с терпением, дисциплиной и уважением к материалу, к зданию и к человеку, который в нём живёт или работает, доверяя свою безопасность мастеру, знающему своё дело и любящему его всем сердцем, что и является подлинным смыслом профессии сварщика-изготовителя металлоконструкций, создающего не просто металл, но и среду для жизни, движения и развития, которая служит людям надёжно, тихо и безопасно, благодаря рукам и знаниям тех, кто выбрал профессию не ради денег, а ради возможности делать мир лучше, безопаснее и комфортнее, одну лестницу за другой, один шов за другим, один день за другим, складываясь в годы безупречной работы, измеряемые не только количеством выполненных заказов, но и количеством людей, которые ежедневно перемещаются между уровнями здания, не задумываясь о прочности ступеней, ибо доверяют мастеру, знающему, как правильно обеспечить пространственную жёсткость марша, чтобы он служил долго, монолитно и безупречно, выполняя свою функцию в полном соответствии с замыслом архитектора и требованиями нормативной документации, и именно это соответствие и есть высшая цель инженерного искусства, достижимая для каждого, кто готов учиться, практиковаться и совершенствоваться, руководствуясь знаниями, изложенными в трёх томах настоящего руководства, и применяя их на практике с терпением, дисциплиной и уважением к материалу, к зданию и к человеку,

который в нём живёт, доверяя свою безопасность мастеру, знающему своё дело и любящему его всем сердцем.

1.3. Сварка косоуров из швеллера, безопасные поручни и ограждения: узлы примыкания, эргономика хвата и нормативные требования

Сварка косоуров из швеллера, являющихся наиболее распространённым типом несущих элементов для металлических лестниц в промышленном и гражданском строительстве благодаря высокой жёсткости на изгиб, доступности сортамента и простоте обработки, требует особого внимания к технологии формирования угловых и стыковых швов в зонах максимальных изгибающих моментов, расположенных в середине пролёта марша и в узлах опирания на площадки и перекрытия, где концентрация напряжений достигает максимальных значений под эксплуатационными нагрузками, и именно качество сварных соединений в этих зонах определяет несущую способность всей конструкции, её долговечность и безопасность для пользователей, ибо дефекты швов в виде непроваров, пор, трещин и подрезов, снижающие эффективное сечение металла и создающие концентраторы напряжений, приводят к усталостному разрушению косоура под циклическими нагрузками от шагов пользователей, накапливающимися в течение месяцев и лет эксплуатации и проявляющимися внезапно, без предварительных пластических деформаций, предупреждающих о приближении аварии, что представляет непосредственную угро-

зу для жизни и здоровья людей, находящихся на лестнице в момент разрушения, и именно поэтому технология сварки косоуров из швеллера включает обязательный контроль качества швов методами визуального осмотра, капиллярной дефектоскопии и, для ответственных конструкций, ультразвукового или рентгеновского контроля, подтверждающего отсутствие внутренних дефектов и соответствие геометрии шва требованиям нормативной документации, регламентирующей параметры сварных соединений для несущих элементов лестничных маршей, работающих под динамическими нагрузками, и именно соблюдение этих требований, сочетающее правильный выбор режима сварки, присадочных материалов и последовательности наложения валиков, минимизирующей остаточные напряжения и деформации, отличает профессионально изготовленный косоур от кустарной поделки, сваренной без учёта концентрации напряжений и усталостной прочности, которая может выдерживать статическую нагрузку в первые месяцы эксплуатации, но разрушается под циклическими воздействиями через год-два, требуя дорогостоящего ремонта или полной замены марша, что экономически нецелесообразно и свидетельствует о низком качестве выполнения работ, дискредитирующем репутацию мастера и создающем юридические риски в случае травмы пользователя, вызванной разрушением косоура, и именно поэтому ответственность сварщика, изготавливающего несущие элементы лестницы, выходит за рамки эко-

номической и переходит в плоскость этическую и юридическую, ибо цена ошибки в этом случае измеряется не только стоимостью повторного изготовления, но и здоровьем, а возможно, и жизнью людей, доверивших свою безопасность качеству сварных швов, которые они не видят, но на которые опираются при каждом шаге, и именно это понимание возвышает профессию сварщика-изготовителя металлоконструкций над ремеслом, превращая её в служение, где каждый шов на косоуре — это акт заботы о безопасности ближнего, выполненной с знанием дела, терпением и совестью, не позволяющей схалтурить или сэкономить на качестве в ущерб надёжности, ибо нет ничего дороже человеческой жизни, и именно эту истину должен помнить каждый мастер, берущий в руки сварочную горелку для изготовления косоура из швеллера, от которого зависит, выдержит ли лестница вес пользователей в течение десятилетий, или разрушится под ногами первого же человека, поднявшегося по ступеням, и именно ради предотвращения этой трагедии и работает настоящий мастер, вкладывая в каждый шов не только умение, но и душу, совесть и ответственность, которые и делают его работу не просто ремеслом, а искусством создания безопасного пространства для движения, служащего людям верой и правдой в течение многих лет, и именно это спокойствие пользователя, уверенного в прочности ступеней под ногами, и есть главная награда для мастера, знающего, как правильно варить косоур из швеллера, чтобы он

служил долго, надёжно и безупречно, выполняя свою функцию в полном соответствии с замыслом проектировщика и требованиями нормативной документации, и именно это соответствие и есть высшая цель инженерного искусства, достижимая для каждого, кто готов учиться, практиковаться и совершенствоваться, руководствуясь знаниями, изложенными в трёх томах настоящего руководства, и применяя их на практике с терпением, дисциплиной и уважением к материалу, к зданию и к человеку, который в нём живёт или работает, доверяя свою безопасность мастеру, знающему своё дело и любящему его всем сердцем.

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.