

# TRUCKNOLOGY® GENERATION S и X (TGS/TGX)



## **И з д а т е л ь**

**MAN Nutzfahrzeuge AG**

**Отдел TDB**

**Dachauer Str. 667**

**D - 80995 München**

**E-Mail:**

**tdb@de.man-mn.com**

**Факс:**

**+ 49 (0) 89 1580 4264**

MAN сохраняет за собой право внесения технических изменений, основанных на дальнейших конструкторских разработках.

© 2007 MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft

Перепечатка, размножение или перевод данного руководства, в том числе его отдельных частей, без письменного согласия MAN Nutzfahrzeuge AG запрещены. Согласно закону об авторском праве все права принадлежат исключительно MAN.

Trucknology® и MANTED® являются зарегистрированными торговыми знаками MAN Nutzfahrzeuge AG

Права владельца торгового знака действительны, даже если наименование торгового знака не защищено символами (® ™).

## TRUCKNOLOGY® GENERATION S и X (TGS/TGX)

<b>1.</b>	<b>Легитимность и правовые договоренности</b>	<b>1</b>
1.1	Законность (легитимность)	1
1.2	Ответственность и порядок получения разрешений	1
1.2.1	Исходные положения	1
1.2.2	Ответственность	2
1.2.3	Обеспечение качества работ	2
1.2.4	Разрешение на проведение работ	3
1.2.5	Требования к представляемой документации	3
1.2.6	Ответственность за дефекты и недостатки	4
1.2.7	Ответственность за конечную продукцию	5
1.2.8	Безопасность	5
1.2.9	Руководства, выпускаемые предприятиями, производящими работы по монтажу и переоборудованию	6
1.2.10	Ограничение ответственности за принадлежности и запчасти	7
<b>2.</b>	<b>Маркировка продукции</b>	<b>7</b>
2.1	Обозначение автомобилей и колёсная формула	7
2.1.1	Краткое обозначение (надпись на двери)	7
2.1.2	Описание варианта исполнения	7
2.1.3	Колёсная формула	8
2.1.4	Суффикс	9
2.2	Номер модели, VIN, номер автомобиля, номер базового шасси	10
2.3	Использование логотипа марки	12
2.4	Кабины	13
2.5	Двигатели	15
<b>3.</b>	<b>Общие технические положения</b>	<b>16</b>
3.1	Превышение нагрузок на оси, боковое смещение груза.	16
3.2	Минимальная нагрузка на переднюю ось	18
3.3	Колёса; расстояние, проходимое колесом за один оборот	19
3.4	Допустимая длина свеса	19
3.5	Теоретическая колёсная база, свес, теоретическая ось	20
3.6	Расчёт осевых нагрузок и взвешивание	22
3.7	Контроль и регулировка после монтажа надстройки	23
3.8	Указания относительно привода MAN Hydrodrive®	24

<b>4.</b>	<b>Внесение изменений в шасси</b>	<b>24</b>
4.1	Материалы для переоборудования рам	24
4.2	Защита от коррозии	29
4.3	Сверление, резьбовые и клепаные соединения в рамах	29
4.4	Переделка рамы	32
4.4.1	Сварочные работы	32
4.4.2	Изменение свеса рамы	34
4.4.3	Изменение колёсной базы	36
4.5	Последующая установка дополнительных агрегатов, устройств и принадлежностей	42
4.6	Карданные валы	42
4.6.1	Одинарный шарнир	42
4.6.2	Карданная передача с двумя шарнирами	43
4.6.3	Пространственная ориентация шарниров	44
4.6.3.1	Карданная передача	45
4.6.3.2	Силы, действующие в карданной передаче	45
4.6.4	Изменение конструкции карданной передачи в трансмиссии шасси MAN	46
4.7	Изменение колёсной формулы	46
4.8	Сцепные устройства	47
4.8.1	Основные положения	47
4.8.2	БСУ, параметр D	49
4.9	Седелные тягачи и переоборудование грузовик/седелный тягач	49
4.9.1	Седелные тягачи	49
4.9.2	Переоборудование грузовика в седелный тягач или седелного тягача в грузовик	52
4.10	Переоборудование кабин	52
4.10.1	Общие положения	52
4.10.2	Спойлеры, надстройки на крыше, лестницы на крышу	52
4.10.3	Спальник на крыше	55
4.11	Навесные элементы рамы	56
4.11.1	Задний противоподкатный брус	56
4.11.2	Переднее защитное устройство FUP (FUP= front underride protection)	57
4.11.3	Боковое защитное устройство	58
4.12	Внесение изменений в области двигателя	60
4.12.1	Изменение конструкции систем впуска и выпуска, все двигатели	60
4.12.2	Дополнительные указания, касающиеся переоборудования системы AdBlue® и системы выпуска отработавших газов у автомобилей, соответствующих нормам Евро 5	62
4.12.3	Система охлаждения двигателя	70
4.12.4	Моторный отсек и шумоизоляция	70
4.13	Замена механической коробки передач, автоматической коробки передач, раздаточной коробки	70

<b>5.</b>	<b>Надстройки</b>	<b>70</b>
5.1	Общие положения	70
5.2	Защита от коррозии	72
5.3	Надрамник	72
5.3.1	Общие положения	72
5.3.2	Разрешённые материалы и предел текучести	72
5.3.3	Конструкция надрамника	73
5.3.4	Крепление надрамников и надстроек	75
5.3.5	Болтовые и заклёпочные соединения	76
5.3.6	Подвижные (нежёсткие) соединения	77
5.3.7	Неподвижные (жёсткие) соединения	80
5.4	Кузовные надстройки	83
5.4.1	Анализ проекта кузовной надстройки	83
5.4.2	Бортовые платформы и фургоны	83
5.4.3	Грузоподъёмный борт	84
5.4.4	Сменные надстройки (кузова)	92
5.4.5	Самонесущие кузовные надстройки без надрамника	93
5.4.6	Поворотный круг коника	94
5.4.7	Цистерны и бункеры	94
5.4.8	Самосвалы	97
5.4.9	Портальный погрузчик и крюковой погрузчик (мультилифт)	99
5.4.10	Подпирание грузовых автомобилей с пневматической подвеской	100
5.4.11	Кран-манипулятор	101
5.4.12	Лебёдка	111
5.4.13	Автобетоносмеситель	111
5.4.14	Автовоз	112
<b>6.</b>	<b>Электрика, электроника, проводка</b>	<b>113</b>
6.1	Общие положения	113
6.2	Прокладка электропроводки, подключение к массе	114
6.3	Обращение с аккумуляторными батареями	114
6.4	Дополнительные электрические схемы и схемы расположения жгутов электропроводки	114
6.5	Дополнительные потребители электроэнергии	114
6.6	Осветительное оборудование	115
6.7	Электромагнитная совместимость	115
6.8	Радиопередающая аппаратура и антенны	116
6.9	Интерфейсы автомобиля, подготовка к установке надстройки	118
6.9.1	Электрический интерфейс грузоподъёмного борта	118
6.9.2	Устройство для пуска и отключения двигателя на конце рамы	118
6.9.3	Снятие сигнала скорости	118

6.10	Электронное оборудование	119
6.10.1	Информационно-измерительная система	119
6.10.2	Диагностика и настройка с помощью системы MAN-cats®	119
6.10.3	Настройка электронных систем автомобиля	119
<b>7.</b>	<b>Механизмы отбора мощности</b> (см. соответствующий документ)	<b>119</b>
<b>8.</b>	<b>Тормозная система, трубопроводы</b>	<b>120</b>
8.1	Системы регулировки тормозов ALB и EBS	120
8.2	Трубопроводы тормозной системы и магистрали сжатого воздуха	120
8.2.1	Основные принципы	120
8.2.2	Разъемные соединители системы Voss 232	121
8.2.3	Прокладка и закрепление трубопроводов	122
8.2.4	Контроль негерметичности пневматической системы	124
8.3	Подключение вспомогательных потребителей	124
8.4	Установка тормоза-замедлителя сторонних производителей	126
<b>9.</b>	<b>Расчёты</b>	<b>126</b>
9.1	Скорость автомобиля	126
9.2	Коэффициент полезного действия	127
9.3	Сила тяги	128
9.4	Крутизна максимального преодолеваемого уклона	129
9.4.1	Движение на подъёмах и спусках	129
9.4.2	Угол подъёма или уклона	129
9.4.3	Расчёт максимального преодолеваемого уклонт	130
9.5	Крутящий момент	134
9.6	Мощность	135
9.7	Механизм отбора мощности от раздаточной коробки	137
9.8	Силы сопротивления движению	138
9.9	Криволинейное движение автомобиля	141
9.10	Расчёт осевых нагрузок	143
9.10.1	Пример расчёта осевых нагрузок	143
9.10.2	Расчёт нагрузок с поднятой поддерживающей осью	146
9.11	Протяженность опор при установке надстройки без надрамника	148
9.12	Сцепные устройства	149
9.12.1	Буксирно-сцепные устройства	149
9.12.2	Прицеп с жёстким дышлом/прицеп с центральными осями	149
9.12.3	Седелное сцепное устройство	151

## **1. Легитимность и правовые договоренности**

### **1.1 Законность (легитимность)**

Указания, содержащиеся в настоящем Руководстве, обязательны для исполнения. Исключения, при их технической реализуемости, возможны только на основании письменного запроса и соответствующего разрешения MAN, отдел TDB (адрес для направления запроса см. в разделе «Издатель»).

### **1.2 Ответственность и порядок получения разрешений**

#### **1.2.1 Исходные положения**

Предприятие, выполняющее работы, наряду с соблюдением настоящего Руководства при эксплуатации и оборудовании автомобилей должно соблюдать

- законы и предписания,
- правила техники безопасности,
- инструкции по эксплуатации.

Минимальное требование состоит в соблюдении технических стандартов.

Невыполнение минимальных требований является нарушением правил ведения работ. Соблюдение нормативов является обязательным условием для выполнения предписаний.

Справки, выдаваемые MAN на телефонные запросы, не имеют официального значения, если они не подкреплены письменным запросом. Запросы следует направлять в соответствующий отдел MAN. Порядок прохождения запросов аналогичен общепринятому в Европе. Отклонения в размерах, массе и других основных параметрах должны учитываться при проектировании, установке надстройки и при выборе надрамника. Предприятие, выполняющее работы, должно обеспечить соответствие автомобиля ожидаемым потребительским качествам.

Для некоторых агрегатов, таких как краны, грузоподъемные борты, лебёдки и т. п., предприятиями-изготовителями разработаны собственные руководства по проведению монтажа. Если эти руководства содержат требования помимо тех, что предъявляет MAN, их также необходимо выполнять.

Требования, касающиеся

- законодательных актов,
- правил техники безопасности,
- решений профсоюзных организаций,
- производственных инструкций,
- прочих директив и указаний

подлежат обязательному исполнению.

Однако они не заменяют контроля со стороны самого предприятия.

Вследствие изменений, производимых с автомобилем в результате установки определенной надстройки, а также по причине привода установленных агрегатов от двигателя автомобиля, значительно изменяется расход топлива. Желательно, чтобы предприятие, выполняющее эти работы, позаботилось о том, чтобы увеличение расхода топлива было минимальным.

## 1.2.2 Ответственность

Ответственность за квалифицированные

- конструирование,
- производство,
- монтаж надстроек,
- внесение изменений в конструкцию шасси

всегда и в полной мере несёт предприятие, осуществляющее изготовление, монтаж и внесение изменений (ответственность предприятия-изготовителя). Это обстоятельство действует и в том случае, когда внесенные изменения были целиком одобрены MAN.

Письменное согласие со стороны MAN на проведение работ по установке надстройки или переделке не снимает с предприятия, производящего работы, ответственности за их выполнение.

Если предприятие, производящее работы, обнаружит на стадии проектирования или в предложениях

- клиентов,
- потребителей,
- собственного персонала,
- изготовителя автомобиля

ошибку, то совершивший данную ошибку должен быть поставлен об этом в известность.

Предприятие несёт ответственность за то, чтобы

- безопасность эксплуатации,
- безопасность в дорожных условиях,
- удобство обслуживания,
- управляемость и ездовые качества

автомобиля не пострадали в результате его действий.

Для создания безопасного транспортного средства

- при конструировании,
- изготовлении надстроек,
- монтаже надстроек,
- внесении изменений в конструкцию шасси,
- составлении руководств и
- производственных инструкций

предприятие должно проводить работы на современном техническом уровне в соответствии с общепринятыми в данной отрасли правилами. Сложным проектам должно уделяться особое внимание.

## 1.2.3 Обеспечение качества работ

Для обеспечения высокого качества работ, на которое вправе рассчитывать наши клиенты, а также, исходя из международных правил ответственности производителя за качество продукции, при проведении работ по переоборудованию, изготовлению и монтажу надстроек необходим постоянный контроль на всех этапах. Это предполагает наличие действенной системы контроля качества. В связи с этим предприятию, выполняющему работы, рекомендуется внедрить систему обеспечения качества, отвечающую общепринятым и признанным критериям (например, DIN EN ISO 9000 ff или VDA 8).

Если заказчиком работ по созданию или переоборудованию надстроек является MAN, необходимо наличие квалификационного свидетельства.

MAN Nutzfahrzeuge AG оставляет за собой право на проведение при приёмке продукции собственного контроля в соответствии со стандартом VDA 8 или другим соответствующим методом текущего контроля. Том 8 VDA согласован с руководством профсоюзов ZKF (Центральный союз кузовной и автомобильной промышленности), BVM (Общегерманский союз работников металлообрабатывающей промышленности) и ZDH (Центральный союз немецких ремесленников).

Документы:

**VDA том 8.**

С минимальными требованиями по системе управления качеством при производстве надстроек и прицепов можно ознакомиться на сайте Союза автомобилестроителей (VDA) <http://www.vda-qmc.de>.

## 1.2.4 Разрешение на проведение работ

Утверждения проекта надстройки или изменений шасси со стороны MAN не требуется, если надстройка или изменения шасси проектировались в соответствии с настоящим Руководством. Утверждение проекта со стороны MAN требуется лишь в случаях,

- когда стоит вопрос о принципиальной совместимости надстройки с имеющимся шасси и о месте для её установки (например, при определении размеров надрамника и проектировании его крепления);
- при таких изменениях шасси, когда стоит вопрос о принципиальной допустимости этих изменений в рамках данной конструкции.

Оценка, которую MAN выносит по представленной документации, не основывается на проверке

- работы,
- конструкции,
- исполнения надстройки или переоборудования.

Следование настоящему Руководству не освобождает предприятие от ответственности за безупречное в техническом плане выполнение работ по созданию надстройки или проведение переоборудования. Специалисты MAN оценивают лишь те конструктивные мероприятия и детали, которые описаны в представленной технической документации и подлежат анализу. MAN сохраняет за собой право отказать в выдаче разрешения на установку или переоборудование кузова даже в том случае, если на подобный проект ранее было выдано разрешение. Технический прогресс заставляет менять подходы к аналогичным ситуациям. MAN оставляет за собой право в дальнейшем вносить изменения в настоящее Руководство, и в результате для одного и того же шасси могут появиться новые изменённые инструкции.

Если некоторые похожие виды шасси оснащаются похожими надстройками и переоборудуются аналогичным способом, то для упрощения организации работ MAN может выдавать некое обобщённое разрешение.

## 1.2.5 Требования к представляемой документации

Документацию следует направлять MAN лишь в случаях, когда проект установки или переоборудования отклоняется от указаний, содержащихся в настоящем Руководстве.

Перед началом работ с автомобилем следует направить отделу TDB MAN техническую документацию, предназначенную для рассмотрения и получения разрешения (см. адрес в разделе «Издатель»).

Для беспрепятственного прохождения процедуры получения разрешения необходимо:

- два экземпляра документации,
- как можно меньшее число рукописных листов,
- предоставление всего объема технических характеристик и соответствующих документов.

Обязательно следует привести следующие данные.

Марка автомобиля (код модели, см. главу 2.2) и

- исполнение кабины,
- колёсная база,
- свес рамы.
- Идентификационный номер (VIN) или номер автомобиля (если имеется, см. главу 2.2).

Отклонения от настоящего руководства выделить во всех представляемых документах!

- Нагрузки и точки их приложения:
  - силы, действующие со стороны надстройки.
  - расчёт осевых нагрузок.
- Особенности конструкции и монтажа.
- Надрамник:
  - материал и размеры поперечного сечения,
  - размеры,
  - тип профиля,
  - расположение поперечин надрамника,
  - особенности конструкции надрамника,
  - изменения в поперечном сечении,
  - дополнительные усилительные элементы,
  - изгибы и т. п.
- Крепеж:
  - расположение (по отношению к шасси),
  - вид,
  - размер,
  - количество,

Не подвергаются проверке и не оцениваются:

- спецификации,
- проспекты,
- фотографии,
- и прочие необязательные для предоставления материалы.

Принимаются во внимание только те чертежи, которым присвоены соответствующие номера. Поэтому не допускается наносить на чертежах шасси, полученных от MAN, чертежи кузовов или схемы переоборудования и представлять их на утверждение.

### 1.2.6 Ответственность за дефекты и недостатки

Претензии к дефектам и недостаткам следует рассматривать в рамках договора купли-продажи между покупателем и продавцом. В соответствии с этим договором ответственность за недостатки поставляемой продукции возлагается на продавца. Претензии к MAN не возникают, если установленный недостаток обусловлен тем, что

- нарушены указания настоящего Руководства;
- выбрано шасси, не отвечающее назначению автомобиля;
- повреждение шасси возникло вследствие:
  - установки надстройки;
  - способа и характера выполнения монтажа надстройки;
  - изменений, внесенных в шасси;
  - нарушения правил эксплуатации.

## 1.2.7 Ответственность за конечную продукцию

Следует исправлять ошибки, обнаруженные MAN. В соответствии с законодательством, MAN не несёт никакой ответственности за последующий ущерб от таких ошибок. Положение об ответственности за конечную продукцию определяет:

- ответственность производителя за свою продукцию или составную часть продукции;
- равную ответственность производителя части продукции и производителя совокупного продукта, если

установлено, что неисправность вызвана дефектом данной части. Предприятие, устанавливающее надстройку или осуществляющее переоборудование шасси, освобождает MAN от всякой возможной ответственности перед клиентом и возможными третьими лицами, если возникшая неисправность явилась следствием того, что

- данное предприятие нарушило положения настоящего Руководства;
- неисправности кузова и переоборудованного шасси вызваны ошибками, допущенными
  - при конструировании,
  - изготовлении,
  - монтаже
  - и составлении инструкций;
- имели место иные отклонения от принципиальных положений..

## 1.2.8 Безопасность

Предприятия, проводящие работы на шасси и автомобиле, несут ответственность за ущерб, который может быть нанесён вследствие неисправностей и нарушений правил техники безопасности, или по причине ошибок в инструкции по эксплуатации техники. MAN требует от изготовителей кузовных надстроек и предприятий, проводящих переоборудование автомобилей:

- наивысшего уровня безопасности, соответствующего данной технике;
  - понятных и исчерпывающих инструкций по эксплуатации;
  - хорошо различимых и долговечных предупредительных указателей для пользователей и третьих лиц, нанесённых в местах повышенной опасности;
  - соблюдения необходимых профилактических мер (например, по пожаро- и взрывобезопасности);
  - исчерпывающих характеристик в плане токсикологической безопасности;
  - исчерпывающих характеристик в плане экологической безопасности.
- Безопасность — прежде всего! Необходимо использовать все технические возможности для обеспечения безопасной эксплуатации.

Это в равной мере относится к активной и пассивной безопасности.

- Активная безопасность — совокупность мероприятий и средств по предотвращению несчастных случаев.  
К активной безопасности относятся:
  - безопасность автомобиля с кузовом как единого транспортного средства;
  - безопасность в плане снижения вредных воздействий на находящиеся в автомобиле со стороны вибраций, шума, климатических факторов и т. д.;
  - безопасность в плане привлечения внимания и, прежде всего, правильное проектирование осветительных и предупредительных средств, отчётливая непосредственная видимость и заметность;
  - безопасность эксплуатации — удобное управление различными устройствами и механизмами автомобиля, включая надстройку.
- Пассивная безопасность — мероприятия по снижению или исключению последствий аварийных ситуаций.  
К пассивной безопасности относятся:
  - внешняя безопасность, например, придание наружным частям автомобиля и кузова свойств деформироваться, установка защитных устройств;
  - внутренняя безопасность — защита, которую автомобили и кабины, установленные кузовными предприятиями, обеспечивают находящимся внутри них.

Климатические факторы и условия окружающей среды оказывают влияние:

- на безопасность эксплуатации,
- готовность к работе,
- рабочие характеристики,
- срок службы,
- экономичность.

Климатическими факторами и условиями окружающей среды являются, например:

- температура,
- влажность,
- агрессивные вещества,
- песок и пыль,
- излучение.

Необходимо гарантировать свободное пространство для всех подвижных деталей, в том числе трубопроводов. В руководствах по эксплуатации грузовиков MAN указаны точки обслуживания на а/м. Независимо от типа надстройки во всех случаях следует обеспечивать хороший доступ к точкам обслуживания. Обслуживание должно быть доступно без проведения демонтажа каких-либо деталей. Необходимо также обеспечить хорошие условия для обдува и охлаждения агрегатов.

### **1.2.9 Руководства, выпускаемые предприятиями, производящими работы по монтажу и переоборудованию**

Пользователь автомобиля вправе потребовать от предприятия, осуществляющего работы по установке или переоборудованию кузовных надстроек, Руководство по эксплуатации. Все достоинства продукции могут оказаться бесполезными, если пользователь не сможет

- рассчитывать на надёжную и соответствующую назначению работу техники;
- эксплуатировать её рационально и без затруднений;
- обеспечить ей соответствующее обслуживание;
- в совершенстве овладеть всеми функциональными возможностями.

Поэтому каждое предприятие, выполняющее работы на автомобиле, должно выпустить Руководство по эксплуатации, отличающееся:

- ясностью изложения,
- полнотой,
- точностью,
- понятностью,
- наличием специфических указаний по технике безопасности

Недостаточно полное и некачественное Руководство по эксплуатации представляет опасность для пользователя. Следствием этого может быть:

- неполное владение техникой, поскольку многие её достоинства остаются неизвестными;
- рекламации и недовольство;
- неисправности и поломки, причиной которых считают, главным образом, шасси;
- непредусмотренные дополнительные расходы на ремонт и простои;
- негативный имидж предприятия-изготовителя и снижение числа заказов.

В зависимости от вида установленной кузовной надстройки или проведенного переоборудования следует проводить обучение персонала пользованию и обслуживанию техники. При этом нужно информировать пользователей о возможном изменении статических и динамических характеристик автомобиля

## 1.2.10 Ограничение ответственности за принадлежности и запчасти

Принадлежности и запчасти, которые не произведены MAN и не допущены для использования в его продукции, могут негативно сказаться на безопасности движения и эксплуатации автомобиля и привести к аварийной ситуации. MAN Nutzfahrzeuge AG (или поставщик) не принимает претензии, обусловленные комплектацией автомобилей принадлежностями и запчастями, выпущенными иными производителями, и несёт ответственность только в тех случаях, когда данная принадлежность или запасная часть была поставлена MAN Nutzfahrzeuge AG (или поставщиком) или установлена на автомобиль (в соответствии с договором).

## 2. Маркировка продукции

### 2.1 Обозначение автомобилей и колёсная формула

Для однозначного и понятного обозначения вариантов исполнения введена новая система идентификации автомобилей. Существует три варианта обозначения автомобиля:

- краткое обозначение (наносится на дверь);
- описание варианта исполнения (для использования в торговой и технической документации (например, в паспортах, схемах шасси));
- код модели

#### 2.1.1 Краткое обозначение (надпись на двери)

Краткое обозначение состоит из:  
обозначение модельного ряда + разрешённая масса + мощность двигателя

##### TGX 18.400

Модельный ряд	+ Разрешённая масса	+ Мощность двигателя
TGX	18	.400

Модельный ряд в сокращённом виде TGX = Trucknology® Generation X  
разрешённая по техническим характеристикам масса в [т]  
мощность двигателя в л. с., округлённая до 10 л. с.

#### 2.1.2 Описание варианта исполнения

Описание варианта исполнения = описание автомобиля и состоит из краткого обозначения + колёсная формула + суффикс. Понятия «колёсная формула» и «суффикс» будут определены в дальнейшем.

Обозначение модельного ряда + разрешённая масса + мощность двигателя + колёсная формула + суффикс

##### TGS 24.480 6x2-2 LL-U

Модельный ряд	+ Разрешённая масса	+ Мощность двигателя		
TGS	24	.480	6 x 2 - 2	LL - U
			Колёсная формула	Суффикс

### 2.1.3 Колёсная формула

Колёсная формула указывает полное число мостов и дополнительно информирует о ведущих и управляемых мостах, а также о неведущих (поддерживающих) мостах, расположенных до/после ведущего моста.

Колёсная формула является довольно ходовым, но при этом ненормированным понятием. В расчёт принимаются места для установки колёс, а не сами колёса, т. е. колёса сдвоенной ошиновки считаются как одно колесо.

Два следующих примера должны помочь усвоению понятия «колёсная формула».

**Таблица 1:** Пример колёсной формулы

6 x 2 - 4		
6 x 2 / 4		
6	=	полное число колёсных мест, т. е. 3 моста
x	=	не имеет значения
2	=	число ведущих колёс
-	=	(задний) поддерживающий мост, расположенный после ведущего заднего моста
/	=	(передний) поддерживающий мост, расположенный перед ведущим задним мостом
4	=	число управляемых колёс

Число управляемых колёс указывается только в том случае, когда помимо управляемого переднего моста управляемым является передний или задний поддерживающий мост. Передний поддерживающий мост расположен «перед» ведущим задним мостом, а задний поддерживающий мост расположен «за» задним ведущим мостом. При этом знак «/» означает передний, а знак «-» задний поддерживающий мост. Если шасси имеет как передний, так и задний поддерживающие мосты, то число управляемых колёс задаётся с помощью дефиса «-». При наличии гидростатического привода переднего моста MAN HydroDrive® в колёсной формуле дополнительно указывается буква «Н», например, 6x4Н = передний мост с приводом MAN HydroDrive®, 2 задних моста, один из которых ведущий.

В настоящее время завод выпускает шасси со следующими колёсными формулами.

**Таблица 2:** Колёсные формулы TGS и TGX

4x2	Двухосное с одним ведущим мостом
4x4	Двухосное с двумя ведущими мостами
4x4Н	Двухосное с двумя ведущими мостами, передний мост с приводом MAN HydroDrive®
6x2/2	Трёхосное с неуправляемым передним поддерживающим мостом (Pusher)
6x2/4	Трёхосное с управляемым передним поддерживающим мостом
6x2-2	Трёхосное с неуправляемым задним поддерживающим мостом
6x2-4	Трёхосное с управляемым задним поддерживающим мостом
6x4	Трёхосное с двумя ведущими мостами и неуправляемым задним мостом
6x4-4	Трёхосное с двумя ведущими мостами (передний и второй), управляемый задний поддерживающий мост
6x4Н/2	Трёхосное с приводом MAN HydroDrive® переднего моста, с ведущим задним мостом и неуправляемым передним поддерживающим мостом
6x4Н/4	Трёхосное с приводом MAN HydroDrive® переднего моста, с ведущим задним мостом и управляемым передним поддерживающим мостом
6x4Н-2	Трёхосное с приводом MAN HydroDrive® переднего моста, с ведущим задним мостом и неуправляемым задним поддерживающим мостом
6x4Н-4	Трёхосное с приводом MAN HydroDrive® переднего моста, с ведущим задним мостом и управляемым задним поддерживающим мостом

**Таблица 2:** Колёсные формулы TGS и TGX

6x6	Трёхосное с полным приводом
6x6H	Трёхосное с полным приводом, передний мост с приводом MAN HydroDrive®
8x2-4	Четырёхосное, один ведущий мост, два управляемых передних моста, неуправляемый задний поддерживающий мост, или четырёхосное с тремя задними мостами, управляемые передний и задний поддерживающий мосты
8x2-6	Четырёхосное, с одним ведущим мостом, два передних моста управляемые, управляемый задний поддерживающий мост
8x4	Четырёхосное с двумя управляемыми передними мостами и двумя ведущими задними мостами.
8x4/4	Четырёхосное с одним передним мостом, одним управляемым передним поддерживающим мостом и двумя ведущими задними мостами
8x4-4	Четырёхосное с одним передним мостом, двумя ведущим задними мостами и одним управляемым задним поддерживающим мостом
8x4H-6	Четырёхосное с двумя управляемыми передними мостами (второй из передних мостов с приводом MAN HydroDrive®), одним ведущим задним мостом и одним управляемым задним поддерживающим мостом
8x6	Четырёхосное с двумя передними мостами (второй из них ведущий) и двумя ведущими задними мостами
8x6H	Четырёхосное с двумя передними мостами (второй из них с приводом MAN HydroDrive®) и двумя ведущими задними мостами
8x8	Четырёхосное с двумя ведущим передними мостами и двумя ведущими задними мостами

## 2.1.4 Суффикс

Суффикс в описании автомобиля характеризует тип подвески, служит для того, чтобы различать грузовик и седельный тягач, характеризует некоторые особые свойства машины.

TGX 25.480 6x2-2	LL-U
	Суффикс

Тип подвески (1 и 2 позиции в суффиксе).

**Таблица 3:** Тип подвески

BB	Рессорная подвеска переднего моста (передних мостов), рессорная подвеска заднего моста (задних мостов)
BL	Рессорная подвеска переднего моста (передних мостов), пневматическая подвеска заднего моста (задних мостов)
LL	Пневматическая подвеска переднего моста (передних мостов), пневматическая подвеска заднего моста (задних мостов)

Седельные тягачи обозначаются дополнительной буквой «S», в суффиксах грузовиков дополнительные символы не содержатся.

Пример обозначения седельного тягача:

TGS 33.440 6x6	BBS
	S = Седельный тягач

Специфические конструктивные особенности техники обозначаются во второй части суффикса, которая отделена от первой дефисом «-».

Пример обозначения специфических особенностей:

<b>TGS 18.350 4x2 BLS</b>	<b>-TS</b>
	-TS = оптимизированное по нагрузке исполнение для цистерны/бункера

**Таблица 4:** Обозначения специфических исполнений, применяемых до настоящего времени (будут дополнены другими)

-U	для низкой модификации Ultra, например TGX 18.400 4x2 LLS-U
-TS	оптимизированное по нагрузке исполнение для цистерны/бункера, например TGS 18.350 4x2 BLS-TS

## 2.2 Номер модели, VIN, номер автомобиля, номер базового шасси

Техническая идентификация шасси MAN и отнесение его к определённому модельному ряду осуществляется посредством трёхзначного номера модели, называемого также кодом модели. Этот номер является составной частью 17-значного идентификационного номера автомобиля (Vehicle Identifier Number VIN) и находится в нём с четвёртой по шестую позицию. Для применения в торговле был создан номер базового шасси, включающий в себя номер модели со второй по четвертую позицию. Номер автомобиля состоит из семи разрядов и служит для описания технического оснащения автомобиля. Он содержит в себе с первой по третью позиции номер модели и включает ещё четыре цифры. Этот номер присутствует во всех документах на автомобиль, а также на заводской табличке автомобиля, и может при всех технических запросах, сопряженных с кузовными работами, использоваться вместо 17-разрядного идентификационного номера VIN. В таблице 5 приведены примеры, иллюстрирующие понятия номера модели, идентификационного номера VIN, номера базового шасси и номера автомобиля.

**Таблица 5:** Примеры обозначения автомобиля, номера модели, номера VIN, базового номера автомобиля и номера автомобиля

Обозначение автомобиля	Номер модели Код модели	VIN	Номер базового шасси	Номер автомобиля
TGX 18.440 4x2 BLS	<b>06X</b>	WMA <b>06X</b> ZZ97K001464	<b>L06X</b> KG31	<b>06X</b> 0004
TGS 26.410 6x2-4 LL	<b>21S</b>	WMA <b>21S</b> ZZ67M479579	<b>L21S</b> GF38	<b>21S</b> 0002
TGX 33.540 6x4 BB	<b>26X</b>	WMA <b>26X</b> ZZ67K001465	<b>L26X</b> LV12	<b>26X</b> 0001

К моменту выхода настоящего документа (08.2007) серии TGS и TGX были представлены следующим модельным рядом.

**Таблица 6:** Номер модели, грузоподъёмность, обозначение автомобиля и колёсная формула шасси TGS и TGX  
Коды моделей TGS= 00S — 99S

Номер модели	Грузоподъёмность	Обозначение модели; символы xxx стоят на месте указания мощности двигателя	Двигатель	Подвеска
03S	18 т	TGS 18.xxx 4X2 BB	D20/D26 R6	BB
06S	18 т	TGS 18.xxx 4X2 BL	D20/D26 R6	BL
08S	18 т	TGS 18.xxx 4X2 BLS-TS	D20/D26 R6	BL
10S	18 т	TGS 18.xxx 4X2 LL	D20/D26 R6	LL
13S	18 т	TGS 18.xxx 4X2 LLS-U	D20/D26 R6	LL
15S	18 т	TGS 18.xxx 4X2 LL-U	D20/D26 R6	LL
18S	26 т	TGS 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 BL	D20/D26 R6	BLL
21S	26 т	TGS 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 LL	D20/D26 R6	LLL
22S	18 т	TGS 18.xxx 4X4H BL	D20/D26 R6	BL
24S	24/26 т	TGS 24/26.xxx 6X2/2, 6X2/4 BL	D20/D26 R6	BLL
26S	26/33 т	TGS 26/33.xxx 6X4 BB	D20/D26 R6	BBB
30S	26/33 т	TGS 26/33.xxx 6X4 BL	D20/D26 R6	BLL
35S	26 т	TGS 26.xxx 6X4H-2, 6X4H-4 BL	D20/D26 R6	BLL
37S	35 т	TGS 35.xxx 8X4 BB	D20/D26 R6	BBBB
39S	37/41 т	TGS 37/41.xxx 8X4 BB	D20/D26 R6	BBBB
41S	32/35 т	TGS 32/35.xxx 8X4 BL	D20/D26 R6	BLL
42S	26 т	TGS 26.xxx 6X4H/2, 6X4H/4 BL	D20/D26 R6	BLL
45S	24 т	TGS 24.xxx 6X2-2 LL-U	D20/D26 R6	LLL
49S	32 т	TGS 32.xxx 8X4 BB	D20/D26 R6	BBBB

Номер модели	Грузоподъёмность	Обозначение модели; символы xxx стоят на месте указания мощности двигателя	Двигатель	Подвеска
52S	18 т	TGS 18.xxx 4X4 BB	D20/D26 R6	BB
56S	26/33 т	TGS 26/33.xxx 6X6 BB	D20/D26 R6	BBB
58S	40 т	TGS 40.xxx 6X6 BB	D20/D26 R6	BBB
59S	35 т	TGS 35.xxx 8X6H BL	D20/D26 R6	BLL
69S	39 т	TGS 39.xxx 8X2-4 BL	D20/D26 R6	BLLL
70S	26 т	TGS 26.xxx 6X6H BL	D20/D26 R6	BLL
71S	28 т	TGS 28.xxx 6X4H-4 BL	D20/D26 R6	BLL
73S	35 т	TGS 35.xxx 8X4H-6 BL	D20/D26 R6	BLL
74S	28 т	TGS 28.xxx 6X2-4 BL	D20/D26 R6	BLL
80S	18 т	TGS 18.xxx 4X4 BL	D20/D26 R6	BL
82S	26/33 т	TGS 26/33.xxx 6X6 BL	D20/D26 R6	BLL
84S	28 т	TGS 28.xxx 6X4-4 BL	D20/D26 R6	BLL
89S	28 т	TGS 28.xxx 6X2-2 BL	D20/D26 R6	BLL
90S	35 т	TGS 35.xxx 8X2-4, 8X2-6 BL	D20/D26 R6	BLL
92S	35 т	TGS 35.xxx 8X4-4 BL	D20/D26 R6	BLLL
93S	35/41 т	TGS 35/41.xxx 8X6 BB	D20/D26 R6	BBBB
96S	35/41 т	TGS 35/41.xxx 8X8 BB	D20/D26 R6	BBBB

Коды моделей TGX = 00X — 99X

Номер модели	Грузоподъемность	Обозначение модели; символы xxx стоят на месте указания мощности двигателя	Двигатель	Подвеска
05X	18 т	TGX 18.xxx 4X2 BLS	D20/D26 R6	BL
06X	18 т	TGX 18.xxx 4X2 BL	D20/D26 R6	BL
10X	18 т	TGX 18.xxx 4X2 LL	D20/D26 R6	LL
13X	18 т	TGX 18.xxx 4X2 LLS-U	D20/D26 R6	LL
15X	18 т	TGX 18.xxx 4X2 LL-U	D20/D26 R6	LL
18X	26 т	TGX 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 BL	D20/D26 R6	BLL
21X	26 т	TGX 26.xxx 6X2-2, 6X2-4 LL	D20/D26 R6	LLL
22X	18 т	TGX 18.xxx 4X4H BL	D20/D26 R6	BL
24X	24/26 т	TGX 24/26.xxx 6X2/2, 6X2/4 BL	D20/D26 R6	BLL
26X	26/33 т	TGX 26/33.xxx 6X4 BB	D20/D26 R6	BBB
30X	26/33 т	TGX 26/33.xxx 6X4 BL	D20/D26 R6	BLL
35X	26 т	TGX 26.xxx 6X4H-2, 6X4H-4 BL	D20/D26 R6	BLL
42X	26 т	TGX 26.xxx 6X4H/2, 6X4H/4 BL	D20/D26 R6	BLL
45X	24 т	TGX 24.xxx 6X2-2 LL-U	D20/D26 R6	LLL
70X	26 т	TGX 26.xxx 6X6H BL	D20/D26 R6	BLL
78X	18 т	TGX 18.xxx 4X2 BLS	D28 V8	BL
79X	33 т	TGX 33.xxx 6X4 BL	D28 V8	BLL
86X	41 т	TGX 41.xxx 8X4/4 BBS	D26 R6	BLBB
87X	41 т	TGX 41.xxx 8X4/4 BLS	D26 R6	BLLL
89X	28 т	TGX 28.xxx 6X2-2 BL	D20/D26 R6	BLL
92X	35 т	TGX 35.xxx 8X4-4 BL	D20/D26 R6	BLLL
94X	41 т	TGX 41.xxx 8X4/4 BBS	D28 V8	BLBB
95X	41 т	TGX 41.xxx 8X4/4 BLS	D28 V8	BLLL

### 2.3 Использование логотипа марки

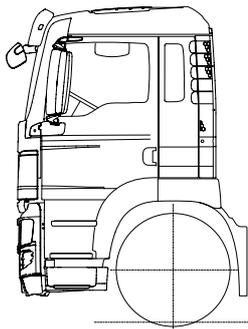
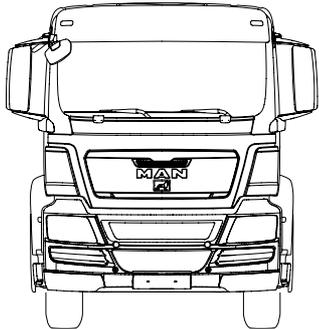
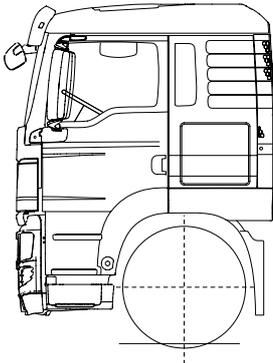
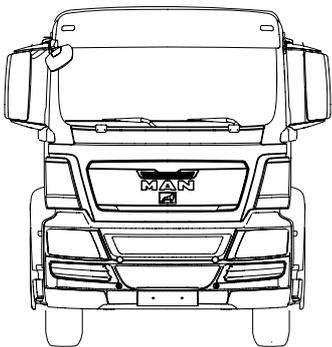
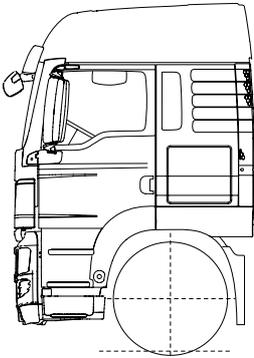
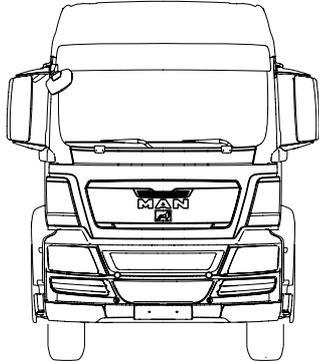
Присутствующий на шасси логотип MAN нельзя без соответствующего разрешения изменять и удалять.

Если при монтаже кузова или его переоборудовании не соблюдались требования настоящего Руководства, и не было получено разрешение отдела TDB MAN (адрес см. в колонке «Издатель») на ведение работ, то предприятие, проводившее данные работы, должно получить на свое изделие новый VIN. В тех случаях, когда автомобиль или шасси должны получить новый VIN, логотип MAN на облицовке радиатора (буквы MAN, и логотип «лев») и на дверях (по поводу обозначений на дверях см. гл. 2.1.1) должны быть удалены.

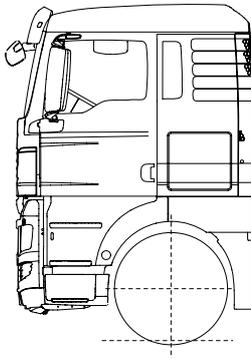
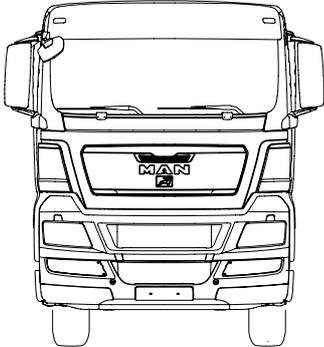
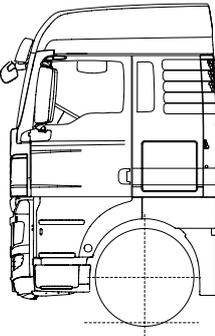
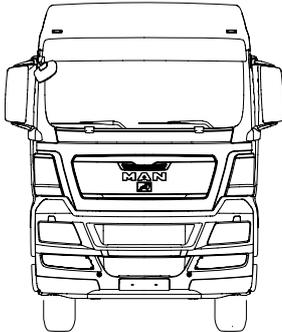
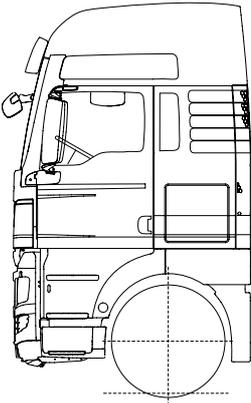
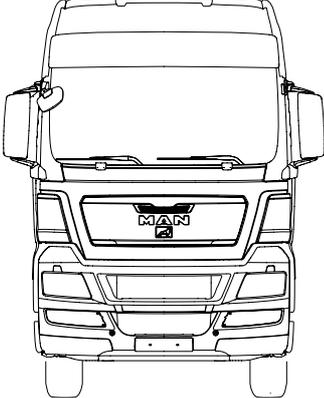
## 2.4 Кабины

Модели TGS и TGX различаются размерами кабин. На каждый модельный ряд приходится по 3 различных кабины.

Таблица 7: Кабины моделей TGS / TGX

Обозначение		Размеры*			Внешний вид	
Тип	Техническое обозначение	Длина	Ширина	Высота	Вид сбоку	Вид спереди
<b>M</b>	Левый руль F99L17S Правый руль F99R17S	1.880	2.240			
<b>L</b>	Левый руль F99L34S Правый руль F99R34S	2.280	2.240			
<b>LX</b>	Левый руль F99L39S Правый руль F99R39S	2.280	2.240	обычная		

**TGX**

Обозначение		Размеры*			Внешний вид	
Тип	Техническое обозначение	Длина	Ширина	Высота	Вид сбоку	Вид спереди
<b>XL</b>	Левый руль F99L44S Правый руль F99R44S	2.280	2.440			
<b>XLX</b>	Левый руль F99 L49 S Правый руль F99 R49 S	2.280	2.440	обычная		
<b>XXL</b>	Левый руль F99L45S Правый руль F99R45S	2.280	2.440	высокая		

\*) Размеры кабин приведены без учёта навесных деталей, таких как крылья, брызговики, зеркала, спойлеры и т. п.

## 2.5 Двигатели

Модели TGS и TGX оснащают рядными шестицилиндровыми дизельными двигателями (R6) новых серий D20 Common Rail/ D26 Common Rail (1–3 позиции для обозначения двигателя). Двигатели выпускаются в варианте Евро 4 с охлаждаемой системой рециркуляции отработавших газов и катализатором PM-Kat®, а также в варианте Евро 5 на базе SCR-технологии (=Selective Catalytic Reduction, AdBlue в качестве добавки для снижения токсичности выхлопа). Новый разработанный двигатель V8 Common Rail из семейства двигателей D28 дополняет программу модельного ряда TGX.

В соответствии с европейскими нормативами двигатели оснащаются системой бортовой диагностики (On-Board-Diagnose), включая датчик NO<sub>x</sub> (снижение крутящего момента в случае превышения нормы выброса NO<sub>x</sub>).

**Таблица 8:** Двигатели а/м серий TGS/TGX/Обозначение двигателей серий D20 Common Rail/ D26 Common Rail

Обозначение автомобиля	Класс токсичности и система уменьшения токсичности	Мощность [кВт]	Обозначение двигателя
xx.320	Евро 4 система рециркуляции ОГ с PM-Kat®, On Board Diagnose OBD с датчиком NO <sub>x</sub>	235 кВт	D2066LF39
xx.360		265 кВт	D2066LF38
xx.400		294 кВт	D2066LF37
xx.440		324 кВт	D2066LF36
xx.480		353 кВт	D2676LF05
xx.320	Евро 5 SCR с системой On Board Diagnose OBD с датчиком NO <sub>x</sub>	235 кВт	D2066LF28
xx.360		265 кВт	D2066LF27
xx.400		294 кВт	D2066LF26
xx.440		324 кВт	D2066LF25
xx.480		353 кВт	D2676LF14
xx.540		397 кВт	D2676LF13
xx.320	Евро 5 SCR On Board Diagnose OBD с датчиком NO <sub>x</sub> — без уменьшения крутящего момента. <b>Только для автомобилей, которые в соответствии с приложением I.6558 директивы 2005/55/EG, издание 2006/81 /EG разрешается эксплуатировать без уменьшения крутящего момента при превышении выброса NO<sub>x</sub></b>	235 кВт	D2066LF20
xx.360		265 кВт	D2066LF19
xx.400		294 кВт	D2066LF18
xx.440		324 кВт	D2066LF17
xx.480		353 кВт	D2676LF16
xx.540		397 кВт	D2676LF15

**Таблица 9:** Двигатели для серии TGX/обозначение двигателя D28 V8 Common Rail

Обозначение автомобиля	Класс токсичности и система уменьшения токсичности	Мощность [кВт]	Обозначение двигателя
xx.680	Евро 5 SCR с системой SCR On Board Diagnose OBD с датчиком NO <sub>x</sub>	500kW 3000 Нм	D2868LF02
xx.680		500kW 2700 Нм	D2868LF03

### 3. Общие технические положения

Ограничения по допустимым весовым и габаритным характеристикам определяются соответствующими национальными и международными нормативами. Из материалов и документов MANTED® ([www.manted.de](http://www.manted.de)) необходимо взять следующие данные:

- размеры,
- массы,
- положения центра тяжести полезной нагрузки и надстройки (минимальная и максимальная высота надстройки)

серийного шасси или серийного седельного тягача. Приводимые в этих документах данные могут изменяться в зависимости от технического назначения автомобиля. Определяющими при этом являются конкретное исполнение и назначение автомобиля.

Для того чтобы найти оптимальное решение для размещения кузовной надстройки, перед началом работ необходимо провести взвешивание шасси.

Затем посредством расчёта нужно определить наилучшее положение центра тяжести полезной нагрузки и надстройки и оптимальную длину надстройки.

Допустимая погрешность массы шасси определяется допусками на изготовление деталей и в соответствии со стандартом DIN 70020 составляет  $\pm 5\%$ .

Отклонения от серийного исполнения приводят к заметному изменению массовых и габаритных характеристик. Отклонения от серийных размеров и массы допустимы при изменении оснащения автомобиля и, прежде всего, при замене шин, что даёт возможность изменить разрешённую нагрузку.

В каждом случае при установке надстройки необходимо обеспечить, чтобы:

- нагрузки на оси никогда не превышали разрешённого значения;
- нагрузка на переднюю ось достигала определённого минимального значения;
- не могло произойти боковое смещение груза и центра тяжести;
- размеры свесов не выходили за разрешённые границы.

### 3.1 Превышение нагрузок на оси, боковое смещение груза.

Рис. 1: Перегрузка передней оси TDB-452

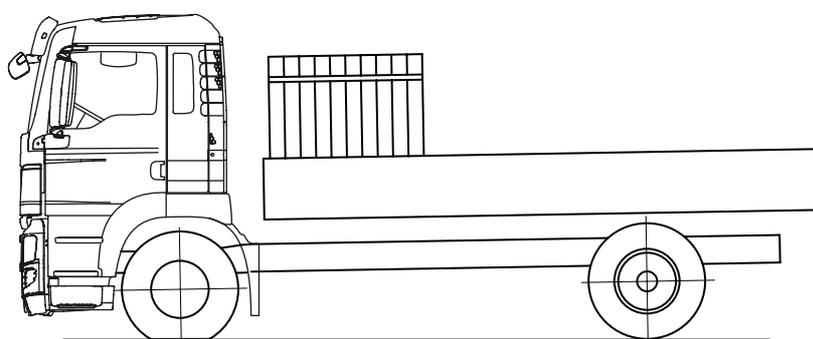
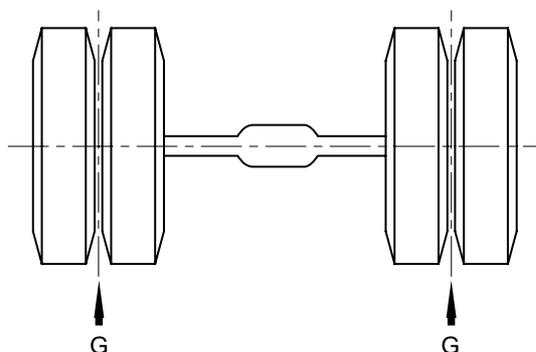


Рис. 2: Разница нагрузок на колеса TDB-126



**Формула 1:** Разница нагрузок на колеса

$$\Delta G \leq 0,05 \cdot G_{\text{lat}}$$

При проектировании кузовов необходимо исключить возможность односторонней перегрузки.

При проведении испытаний разница в нагрузках на колеса не должна превышать 5%.

При этом 100% составляет фактическая нагрузка на ось, а не допустимое значение.

Пример:

Фактическая нагрузка на ось составляет  $G_{\text{fat}} = 11.000 \text{ кг}$

При этом допустимая разница нагрузок на различные колеса равна:

$$\begin{aligned} \Delta G &= 0,05 G_{\text{fat}} = 0,05 \cdot 11.000 \text{ кг} \\ \Delta G &= 550 \text{ кг} \end{aligned}$$

То есть, например, 5225 кг на одной стороне и 5775 кг — на другой.

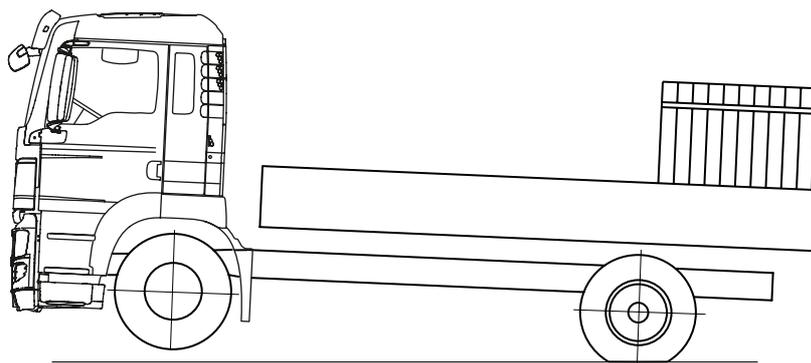
Знание максимальной нагрузки на колесо не дает информации о допустимой нагрузке на шину конкретной марки.

Подобную информацию можно найти в технических справочниках производителей шин.

### 3.2 Минимальная нагрузка на переднюю ось

Для сохранения управляемости при любой загрузке автомобиля нагрузка на переднюю ось должна составлять определенное значение. Соответствующие данные приведены в таблице 10.

**Рис. 3:** Минимальная нагрузка на переднюю ось TDB-451



**Таблица 10:** Минимальная нагрузка на переднюю ось (оси) при любой загрузке в % от фактического веса автомобиля

Минимальная нагрузка на переднюю ось (оси) при любой загрузке в % от фактического веса автомобиля. SDAH = прицеп с жёстким дышлом. ZAA = прицеп с центральными осями. GG = суммарный вес (автомобиля/прицепа).					
Число осей	Колёсная формула	без SDAH/ZAA	Суммарный вес с прицепом SDAH/ ZAA ≤ 18 Т	С двумя прицепами SDAH/ ZAA Суммарный вес > 18 Т	Дополнительная нагрузка в задней части, например, кран-манипулятор
Двухосное шасси	4x2, 4x4Н 4x4	25%	25%	30%	30%
Более двух осей **) = трёхосный автомобиль с подъёмной передней или задней поддерживающей осью при поднятой оси рассматривается как двухосный. В этом случае нагрузка на переднюю ось должна быть на минимальном для двухосного автомобиля уровне	6x2/2, 6x2/4 6x2-2, 6x2-4 6x4, 6x4-4 6x4Н/2, 6x4Н/4 6x4Н-2, 6x4Н-4 6x6, 6x6Н 8x2-4, 8x2-6 8x4,8x4/4, 8x4-4 8x4Н-6, 8x6, 8x6Н, 8x8	20%*	25%*	30%*	25%
Если передних осей более одной, то приведённую нагрузку следует рассматривать как сумму нагрузок на все передние оси. При эксплуатации с прицепом и дополнительной нагрузкой в задней части (например, грузоподъёмный борт или кран) должно использоваться наибольшее значение. *) = -2% при наличии управляемой передней или задней поддерживающей оси.					

Приведённые величины действительны для случаев, когда имеется дополнительная нагрузка в задней части автомобиля, например, нагрузка

- от прицепа с центральными осями,
- от крана-манипулятора в задней части автомобиля,
- от грузоподъёмного борта,
- от транспортируемого вилочного погрузчика.

### 3.3 Колёса; расстояние, проходимое колесом за один оборот

Различия в размерах шин на передних и задних осях допустимы лишь в тех пределах, когда разница в длине окружности колёс передней и задней осей не превышает 2% или 1,5% для привода MAN HydroDrive®. Необходимо принимать во внимание указания, содержащиеся в главе 5 «Надстройки», касающиеся цепей противоскольжения, грузоподъёмности и дорожного просвета.

### 3.4 Допустимая длина свеса

Под теоретической длиной свеса понимается расстояние от теоретической задней оси, положение которой определяется на основе теоретического значения колёсной базы, до заднего края автомобиля (включая надстройку). Точное определение приведено далее в разделе 3.5.

Допустимы следующие максимальные значения свеса (в процентах от теоретического значения колёсной базы):

- двухосные автомобили 65%;
- прочие автомобили 70%.

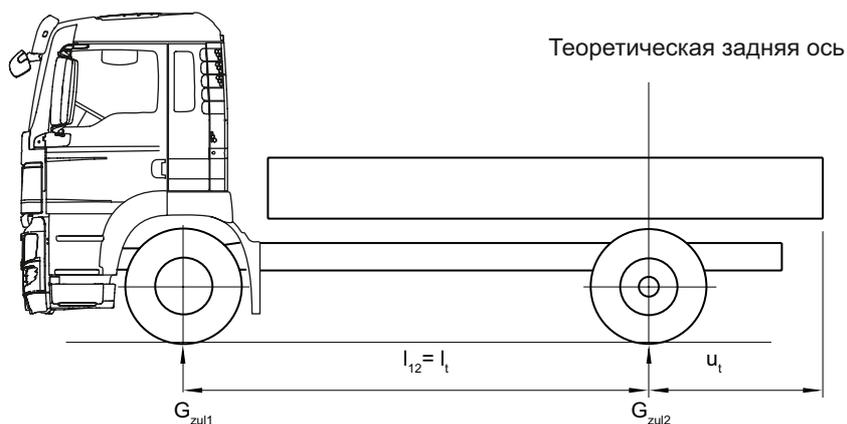
Без учета буксирно-цепных устройств превышение приведенных значений не должно составлять более 5%.

Основным условием является то, что приведенные в таблице 11 раздела 3.2 требования к минимальным нагрузкам на переднюю ось при всех условия эксплуатации должны быть соблюдены.

### 3.5 Теоретическая колёсная база, свес, теоретическая ось

Теоретическое значение колёсной базы является вспомогательной величиной, используемой при расчётах положения центра тяжести и нагрузок на оси. Для пояснения служат следующие рисунки.

**Рис. 4:** Теоретическая колёсная база и свес двухосного автомобиля TDB-446



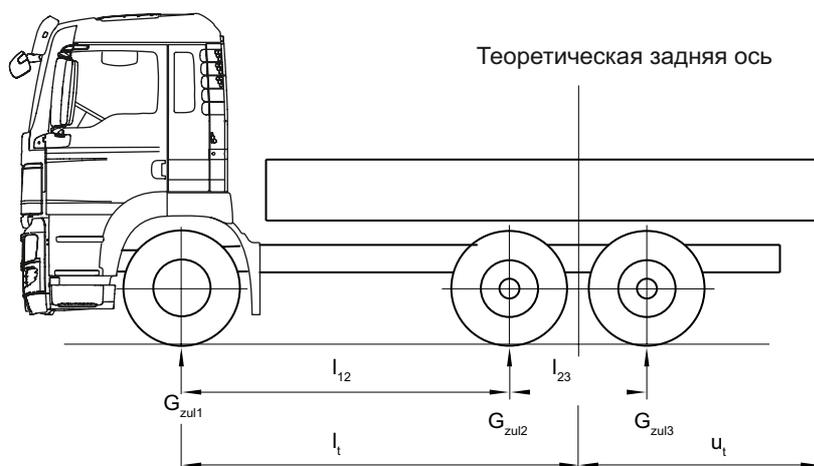
**Формула 2:** Теоретическая колёсная база двухосного шасси

$$l_t = l_{12}$$

**Формула 3:** Допустимая длина свеса двухосного шасси

$$u_t \leq 0,65 \cdot l_t$$

**Рис. 5:** Теоретическая колёсная база и свес трёхосного автомобиля с двумя одинаково нагруженными задними осями TDB-447



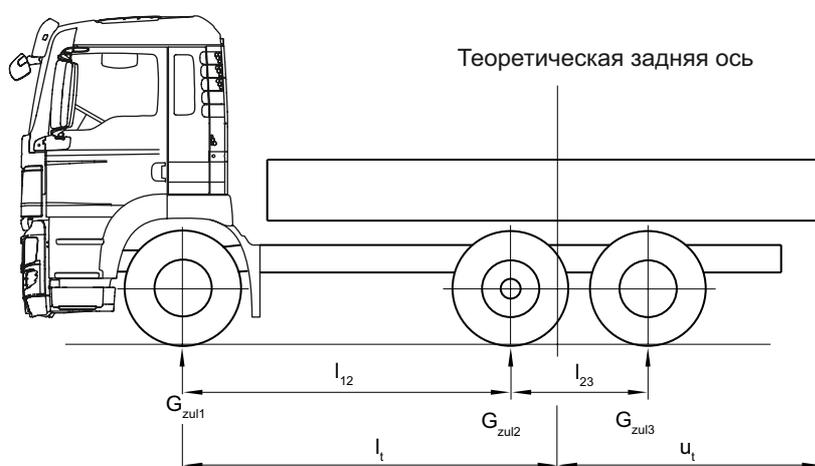
**Формула 4:** Теоретическая колёсная база трёхосного автомобиля с двумя одинаково нагруженными задними осями

$$l_t = l_{12} + 0,5 \cdot l_{23}$$

**Формула 5:** Теоретический допустимый свес трёхосного автомобиля с двумя одинаково нагруженными задними осями

$$u_t \leq 0,70 \cdot l_t$$

**Рис. 6:** Теоретическая колёсная база и свес трёхосного автомобиля с двумя неодинаково нагруженными задними осями (например, все выпускаемые MAN автомобили 6х2) TDB-448



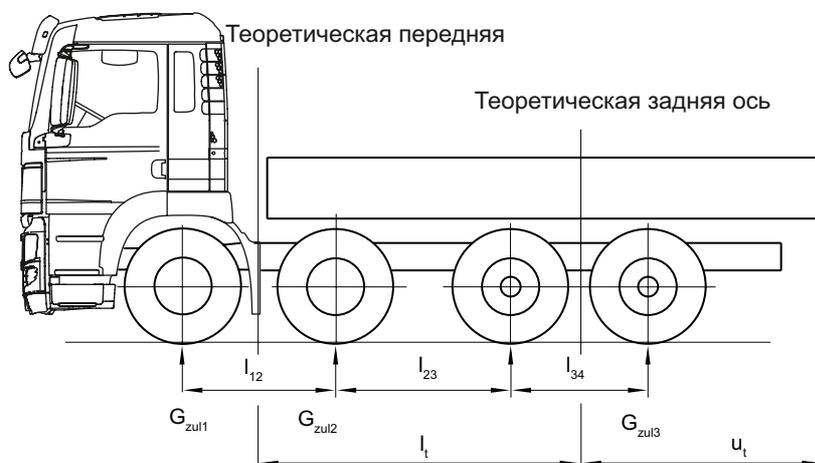
**Формула 6:** Теоретическая колёсная база трёхосного автомобиля с двумя неодинаково нагруженными задними осями

$$l_t = l_{12} + \frac{G_{zul3} \cdot l_{23}}{G_{zul2} + G_{zul3}}$$

**Формула 7:** Допустимый свес трёхосного автомобиля с двумя неодинаково нагруженными задними осями

$$u_t \leq 0,70 \cdot l_t$$

**Рис. 7:** Теоретическая колёсная база и свес четырёхосного автомобиля с двумя передними и двумя задними осями (произвольное распределение осевых нагрузок) TDB-450



**Формула 8:** Теоретическая колёсная база четырёхосного автомобиля с двумя передними и двумя задними осями (для любого распределения нагрузки по осям)

$$l_t = l_{23} + \frac{G_{zul1} \cdot l_{12}}{G_{zul1} + G_{zul2}} + \frac{G_{zul4} \cdot l_{34}}{G_{zul3} + G_{zul4}}$$

**Формула 9:** Допустимый свес четырёхосного автомобиля с двумя передними и двумя задними осями

$$u_t \leq 0,70 \cdot l_t$$

### 3.6 Расчёт осевых нагрузок и взвешивание

Для надлежащего проектирования надстройки необходимо провести расчёт осевых нагрузок.

Оптимальная адаптация надстройки к грузовику возможна лишь при условии, что перед началом работ автомобиль взвешен, и его вес учтён при расчете осевых нагрузок. Весовые нагрузки, указанные в сопроводительной документации к автомобилю, являются усреднёнными для серийной продукции и могут несколько отличаться от фактических.

Взвешивать автомобиль необходимо следующим образом:

- Без водителя.
- С полным топливным баком.
- С расторможенным стояночным тормозом, закреплённый противооткатными клиньями.
- Автомобили с пневматической подвеской привести в рабочее положение.
- Опустить подъёмные оси.
- Ассистент трогания с места должен быть отключен.

При взвешивании следует придерживаться определённой последовательности.

Двухосное шасси:

- 1-я ось,
- 2-я ось,
- автомобиль целиком.

Трёхосное шасси с двумя задними осями:

- 1-я ось,
- 2-я и 3-я оси,
- автомобиль целиком.

Четырёхосный автомобиль с двумя передними и двумя задними осями:

- 1-я и 2-я оси,
- 3-я и 4-я оси,
- автомобиль целиком.

Четырёхосный с одной передней и тремя задними осями:

- 1-я ось,
- 2-я, 3-я и 4-я оси,
- автомобиль целиком.

### **3.7 Контроль и регулировка после монтажа надстройки**

У моделей TGS/TGX не требуют контроля и регулировки:

- система ALB (регулятор тормозных сил) не требует каких-либо регулировок после установки надстройки;
- цифровой тахограф DTCO, поскольку он откалиброван в заводских условиях.

Однако в соответствии с директивой ЕС должна быть сделана официальная отметка лицом, уполномоченным осуществлять контроль (при поставке с завода MAN эта отметка обычно ещё не проставлена).

После завершения работ по монтажу надстройки, предприятие, проводившее работы, должно провести следующие регулировки:

- относительно регулировки фар см. раздел 6.6 настоящего документа;
- провести плановую проверку зарядки аккумуляторной батареи, отметить карту зарядки, см. также главу «Электрика, электроника, проводка»;
- проверить на соответствие законодательным требованиям и при необходимости отрегулировать противоподкатный брус;
- проверить боковое защитное устройство на соответствие законодательным предписаниям (размеры см. в главе 4 «Переоборудование шасси») и при необходимости отрегулировать его положение.

### 3.8 Указания относительно привода MAN Hydrodrive®

Привод MAN Hydrodrive® является гидростатическим приводом переднего моста, основанным на использовании мотор-колёс. Он является подключаемым и работает в диапазоне скоростей 0-28 км/час. Автомобили с приводом Hydrodrive® считаются автомобилями для бездорожья в соответствии с директивой ЕЭС 70/156 (последние редакции 2005/64/EG и 2005/66/EG). Гидравлический контур Hydrodrive® предназначен исключительно для привода управляемого переднего моста и не может быть использован для привода иных гидравлических устройств. Изменения гидравлического системы Hydrodrive® (в том числе изменение местоположения трубопроводов) может проводить лишь предприятие, уполномоченное на проведение подобных работ. В случае кузовов для самосвалов и других кузовных надстроек, при использовании которых существует опасность попадания перевозимых материалов в область масляного радиатора, для защиты последнего следует предусмотреть специальный кожух. Этот вопрос рассмотрен под заголовком «Защитный кожух для радиатора/ вентилятора привода HydroDrive®».

Кожух может быть установлен на заводе или смонтирован в дальнейшем (номер детали № 81.36000.8134).

## 4. Внесение изменений в шасси

Для того чтобы удовлетворить запросы клиента зачастую приходится устанавливать новые или заменять/переделывать уже смонтированные на а/м узлы. Для поддержания единообразия и удобства обслуживания для этих целей рекомендуется использовать оригинальные узлы производства MAN, поскольку они совместимы в конструктивном отношении.

Для того чтобы минимизировать расходы на техническое обслуживание, рекомендуем применять такие компоненты, которые имеют ту же периодичность технического обслуживания, что и шасси.

Запрещается видоизменять все узлы, влияющие на безопасность транспортного средства, привод колёс или мостов, рулевое управление и тормоза. Имеющиеся стабилизаторы не удалять и не переделывать.

Для установки или переделки некоторых узлов часто возникает необходимость затрагивать соединения блоков управления с шиной CAN (например, при расширении электронной тормозной системы, EBS). Необходимые изменения или дополнения программного обеспечения автомобиля рассматриваются в настоящем Руководстве в соответствующем разделе.

Эти изменения могут проводиться только специалистами по электронике сервисных предприятий MAN, а программное обеспечение может быть предоставлено отделом TDB (см. ссылку в колонке «Издатель»). Переоснащённые системы не всегда совместимы с бортовыми системами определения межсервисных интервалов Trucknology® «временной интервал ТО» или «гибкая система обслуживания». По этой причине сервисное обслуживание установленных в условиях сервиса оригинальных узлов не столь комфортно, как обслуживание узлов, установленных в условиях производства.

### 4.1 Материалы для переоборудования рам

При работах по изменению лонжеронов и поперечин рамы шасси разрешается применять только оригинальную сталь для производства рам S500MC (QStE 500TM).

Исключение: в случае 33 профиля лонжероны изготавливают из стали марки S420MC = QStE420TM..

**Таблица 11:** Марки стали для изготовления рам TGS/TGX

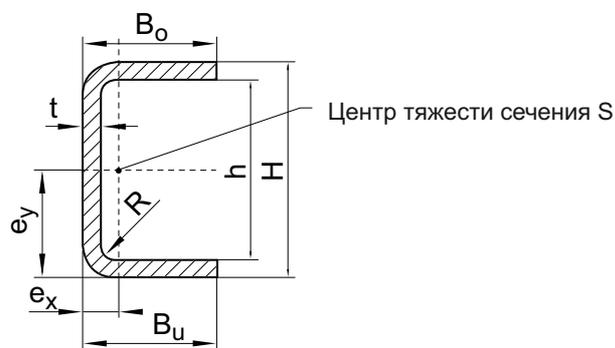
Номер материала	Старое обозначение материала	Старый стандарт	$\sigma_{0,2}$ Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_B$ Н/мм <sup>2</sup>	Новое обозначение материала	Новый стандарт	Номер профиля в таблице 12
1.0980	QStE420TM	SEW 092	≥ 420	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	33
1.0984	QStE500TM	SEW 092	≥ 500	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	31 32 34

Для изготовления лонжеронов и поперечин надрамников следует применять стали с пределом текучести  $\sigma_{0,2} \geq 350$  Н/мм<sup>2</sup>.

Другие данные относительно материалов для надрамников см. в главе 5.3.3.

В различных моделях для изготовления лонжеронов рам используют следующие профили.

**Рис. 8:** Характеристики профилей для изготовления лонжеронов рам TDB-112



**Таблица 12:** Характеристики профилей для изготовления лонжеронов рам

№	H мм	h мм	B <sub>o</sub> мм	B <sub>u</sub> мм	t мм	R мм	G кг/м	$\sigma_{0,2}$ Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_B$ Н/мм <sup>2</sup>	A мм <sup>2</sup>	e <sub>x</sub> мм	e <sub>y</sub> мм	I <sub>x</sub> см <sup>4</sup>	W <sub>x1</sub> см <sup>3</sup>	W <sub>x2</sub> см <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> см <sup>4</sup>	W <sub>y1</sub> см <sup>3</sup>	W <sub>y2</sub> см <sup>3</sup>
1	220	208	80	85	6	10	17	420	480..620	2.171	21	110	1.503	138	135	135	64	21
2	222	208	80	80	7	10	20	420	480..620	2.495	20	111	1.722	155	155	142	71	24
3	222	208	75	75	7	10	19	420	480..620	2.425	18	111	1.641	148	148	118	66	21
4	224	208	75	75	8	10	22	420	480..620	2.768	19	112	1.883	168	168	133	70	24
5	220	208	70	70	6	10	16	420	480..620	2.021	16	110	1.332	121	121	85	53	16
6	322	306	80	80	8	10	29	420	480..620	3.632	17	161	4.821	299	299	176	104	28
7	262	246	78	78	8	10	24	420	480..620	3.120	18	131	2.845	217	217	155	86	26
8	260	246	78	78	7	10	21	420	480..620	2.733	18	130	2.481	191	191	138	77	23
9	224	208	80	80	8	10	22	420	480..620	2.848	20	112	1.976	176	176	160	80	27
10	262	246	80	80	8	10	25	420	480..620	3.152	19	131	2.896	221	221	167	88	27
11	273	247	85	85	7 <sup>1)</sup>	6 <sup>2)</sup>	31	355	510	3.836	26	136	4.463	327	327	278	108	47
12	209	200	65	65	4,5	8	11	260	420	1.445	15	105	868	83	83	52	35	10
13	210	200	65	65	5	8	13	260	420	1.605	15	105	967	92	92	58	39	12
14	220	208	70	80	6	10	16	420	480..620	2.081	18	107	1.399	131	124	105	58	17
15	222	208	70	80	7	10	19	420	480..620	2.425	18	108	1.638	152	144	120	67	19
16	234	220	65	65	7	8	19	420	480..620	2.381	15	117	1.701	145	145	80	53	16
17	220	208	75	75	6	10	16	420	480..620	2.081	18	110	1.400	127	127	103	57	18
18	218	208	70	70	5	10	13	420	480..620	1.686	16	109	1.105	101	101	72	45	13
19	222	208	70	70	7	10	18	420	480..620	2.355	17	111	1.560	141	141	97	57	18
20	260	246	70	70	7	10	21	420	480..620	2.621	15	130	2.302	177	177	101	67	18
21	210	200	65	65	5	8	13	420	480..620	1.605	15	105	967	92	92	58	39	12
22	330	314	80	80	8	10	29	420	480..620	3.696	17	165	5.125	311	311	177	104	28
23	270	254	80	80	8	10	25	420	480..620	3.216	18	135	3.118	231	231	168	93	27
24	274	254	80	80	10	10	31	420	480..620	4.011	19	137	3.919	286	286	204	107	33
25	266	254	80	80	6	10	19	420	480..620	2.417	18	133	2.325	175	175	130	72	21
26	224	208	70	70	8	10	21	420	480..620	2.688	17	112	1.789	160	160	109	64	21
27	268	254	70	70	7	10	21	420	480..620	2.677	15	134	2.482	185	185	102	68	19
28	270	254	70	70	8	10	24	420	480..620	3.056	15	135	2.843	211	211	114	76	21

**Таблица 12:** Характеристики профилей для изготовления лонжеронов рам

№	H мм	h мм	B <sub>o</sub> мм	B <sub>u</sub> мм	t мм	R мм	G кг/м	$\sigma_{0,2}$ Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_B$ Н/мм <sup>2</sup>	A Мм <sup>2</sup>	e <sub>x</sub> мм	e <sub>y</sub> мм	I <sub>x</sub> см <sup>4</sup>	W <sub>x1</sub> см <sup>3</sup>	W <sub>x2</sub> см <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> см <sup>4</sup>	W <sub>y1</sub> см <sup>3</sup>	W <sub>y2</sub> см <sup>3</sup>
29	334	314	80	80	10	10	36	420	480..620	4.611	17	167	6.429	385	385	215	126	34
30	328	314	80	80	7	10	25	420	480..620	3.237	16	164	4.476	273	273	158	99	25
<b>31</b>	<b>270</b>	<b>254</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>26</b>	<b>500</b>	<b>550..700</b>	<b>3.296</b>	<b>20</b>	<b>135</b>	<b>3.255</b>	<b>241</b>	<b>241</b>	<b>201</b>	<b>101</b>	<b>31</b>
<b>32</b>	<b>270</b>	<b>251</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>9,5</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>500</b>	<b>550..700</b>	<b>3.879</b>	<b>21</b>	<b>135</b>	<b>3.779</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>232</b>	<b>110</b>	<b>36</b>
<b>33</b>	<b>334</b>	<b>314</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>37</b>	<b>420</b>	<b>480..620</b>	<b>4.711</b>	<b>19</b>	<b>167</b>	<b>6.691</b>	<b>401</b>	<b>401</b>	<b>257</b>	<b>135</b>	<b>39</b>
<b>34</b>	<b>270</b>	<b>256</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>6,8</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>500</b>	<b>550..700</b>	<b>2.821</b>	<b>19</b>	<b>135</b>	<b>2.816</b>	<b>209</b>	<b>209</b>	<b>174</b>	<b>92</b>	<b>26</b>
35	220	212	70	70	4	10	11	420	480..620	1.367	16	110	921	84	84	59	37	11
36	220	211	70	70	4,5	10	12	420	480..620	1.532	16	110	1.026	93	93	65	41	12
37	220	206	70	70	7	10	18	420	480..620	2.341	17	110	1.526	139	139	97	57	18
38	220	204	70	70	8	10	21	420	480..620	2.656	17	110	1.712	156	156	108	64	20
39	270	256	70	70	7	10	21	420	480..620	2.691	15	135	2.528	187	187	102	68	19
40	270	256	70	70	7	10	21	500	550..700	2.691	15	135	2.528	187	187	102	68	19
41	270	254	70	70	8	10	24	420	480...620	3.056	15	135	2.843	211	211	114	76	21

<sup>1)</sup> Верхняя и нижняя полки толщиной 13 мм

<sup>2)</sup> Внешний радиус 10 мм

В таблице 13 отражено применение профилей для лонжеронов в различных моделях на примерах, соответствующих времени публикации настоящих материалов. Таблица построена в порядке возрастания грузоподъемности и не претендует на актуальность и полноту. Актуальные и полные данные по применяемым профилям для лонжеронов рам, содержащие

- чертеж шасси,
- технический паспорт

для каждого автомобиля см. на [www.manted.de](http://www.manted.de) в разделе «Шасси».

**Таблица 13:** Применение профилей для лонжеронов рам в различных моделях

Грузо-подъёмность	Автомобиль	Суффикс	Модель TGS	Модель TGX	Номер профиля	Примечание
18t	TGS 18.xxx 4x2 TGX 18.xxx 4x2	BLS-TS	08S	-	34	Седельный тягач для цистерны/бункера
		BB BLS BL / BLS LL / LLS LLS-U LL-U	03S - 06S 10S 13S 15S	- 05X 06X 10X 13X 15X	31	
	TGX 18.680 4x2	BLS	-	78X	31	V8
	TGS 18.xxx 4x4 TGS 18.xxx 4x4H TGX 18.xxx 4x4H TGS 18.xxx 4x4	BB / BBS BL / BLS BL / BLS	52S 22S 80S	- 22X -	31	Pusher с передней поддерживающей осью; колёсная формула 6x2/2; поставляется с колёсами 22,5" и 19,5".
	24t	TGS 24.xxx 6x2-2 TGX 24.xxx 6x2-2	LL-U	45S	45X	
24/26t	TGS 26.xxx 6x2/2, 6x2/4 TGX 26.xxx 6x2/2, 6x2/4	BL / BLS BL / BLS	24S 42S	24X 42X	31	
	TGS 26.xxx 6x4H/2, 6x4H/4 TGX 26.xxx 6x4H/2, 6x4H/4	BL / BLS BL / BLS				
26t	TGS 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 TGX 26.xxx 6x2-2, 6x2-4	BL / BLS LL / LLS	18S 21S	18X 21X	31	
	TGS 26.xxx 6x4H-2, 6x4H-4 TGX 26.xxx 6x4H-2, 6x4H-4	BL / BLS BL / BLS	35S	35X		
26t	TGS 26.xxx 6x6H TGX 26.xxx 6x6H	BL / BLS	70S	70X	31	
26/33t	TGS 26/33.xxx 6x4 TGX 26/33.xxx 6x4	BB / BBS	26S	26X	31/32	31 при колёсной базе <= 3900 32 при > 3.900
	TGS 26/33.xxx 6x4 TGX 26/33.xxx 6x4	BL / BL	30S	30X	31	31
	TGS 26/33.xxx 6x6	BB / BBS	56S	-	31/32	31 при колёсной базе <= 3900 32 при > 3.900
		BL / BLS	82S	-	31/32	31

Грузо-подъемность	Автомобиль	Суффикс	Модель TGS	Модель TGX	Номер профиля	Примечание
28t	TGS 28.xxx 6x2-2 TGX 28.xxx 6x2-2	BL	89S	89X	31	Задний поддерживающий мост с двускатной ошиновкой
	TGS 28.xxx 6x2-4 TGS 28.xxx 6x4H-4 TGS 28.xxx 6x4-4	BL	74S 71S 84S	- - -	31	Управляемый задний поддерживающий мост
	TGS 32.xxx 8x4	BB	49S	-	34	Автобетоносмеситель и самосвал
33t	TGX 33.680 6x4	BL /BLS	-	79X	31	V8
35t	TGS 35.xxx 8x2-4, 8x2-6 TGS 35.xxx 8x4H-6	BL BL	90S 73S	- -	31	
	TGS 35.xxx 8x4 TGS 32/35.xxx 8x4	BB BL	37S 41S	- -	31	
	TGS 35.xxx 8x4-4 TGX 35.xxx 8x4-4	BL	92S	92X		
	TGS 35.xxx 8x6H	BL	59S	-	31	
37/41t	TGS 37/41.xxx 8x4	BB	39S	-	32	
39t	TGS 39.xxx 8x2-4	BL	69S	-		
40t	TGA 40.xxx 6x6	BB	58S	-	32	
35/41t	TGS 35/41.xxx 8x6 TGS 35/41.xxx 8x8	BB BB	93S 96S	-	31/32	31 при полной массе 35т 32 при полной массе 41т
	41t	TGX 41.xxx 8x4/4	BB BLS	- -	86X 87X	33
TGX 41.680 8x4/4		BB BLS	- -	94X 95X	33	V8

## 4.2 Защита от коррозии

Защита поверхностей от коррозии важна для продления срока службы изделия, а также в плане его внешнего вида. Качество покрытия поверхностей кузовной надстройки должно, как правило, соответствовать покрытию шасси. Для выполнения этих требований для надстроек, изготавливаемых по заказу MAN, необходимо следовать **нормативам MAN M 3297 «Защита от коррозии и требования к покрытиям кузовных надстроек, производимых сторонними предприятиями»**. Если клиент заказывает надстройку самостоятельно, эти нормативы можно рассматривать лишь в качестве рекомендаций, поскольку MAN не несет никакой ответственности за последствия их несоблюдения. Ознакомиться с производственными нормативами MAN можно на сайте [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (требуется регистрация). В серийном производстве шасси MAN покрывают экологически безопасной 2-компонентной краской на водной основе, предназначенной специально для шасси (температура сушки 80°C). Для обеспечения аналогичного качества покрытия для всех видов металлических деталей надстроек и надрамников предусмотрен следующий процесс нанесения покрытий.

- Металлическая поверхность детали зачищается до блеска (SA 2,5)
- Грунт: 2К-EP или KTL в соответствии с нормативом MAN 3078-2 с предварительной обработкой фосфатом цинка.
- Краска: 2-компонентная краска по нормативам MAN M 3094 желателно на водной основе; если соответствующее оборудование отсутствует — то на основе растворителя.

Ознакомиться с производственными нормативами MAN можно на сайте [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (требуется регистрация).

Вместо покрытия из грунта и краски для нижних частей кузовов (например, для лонжеронов, поперечин и узловых косынок) можно использовать также горячее оцинкование. Данные по времени высыхания, затвердевания и соответствующим температурам следует взять из документации, предоставляемой изготовителем краски. При использовании сочетаний различных металлических материалов (например, алюминия и стали) необходимо учитывать влияние различий в электрохимических потенциалах на коррозию в местах стыка этих металлов. Нужно иметь данные о совместимости материалов, например, об их положении в ряде электрохимических потенциалов (различие этих потенциалов является причиной электрохимической коррозии).

После завершения работ на шасси:

- удалить стружку от сверлений,
- снять заусенцы,
- законсервировать скрытые полости с помощью воска.

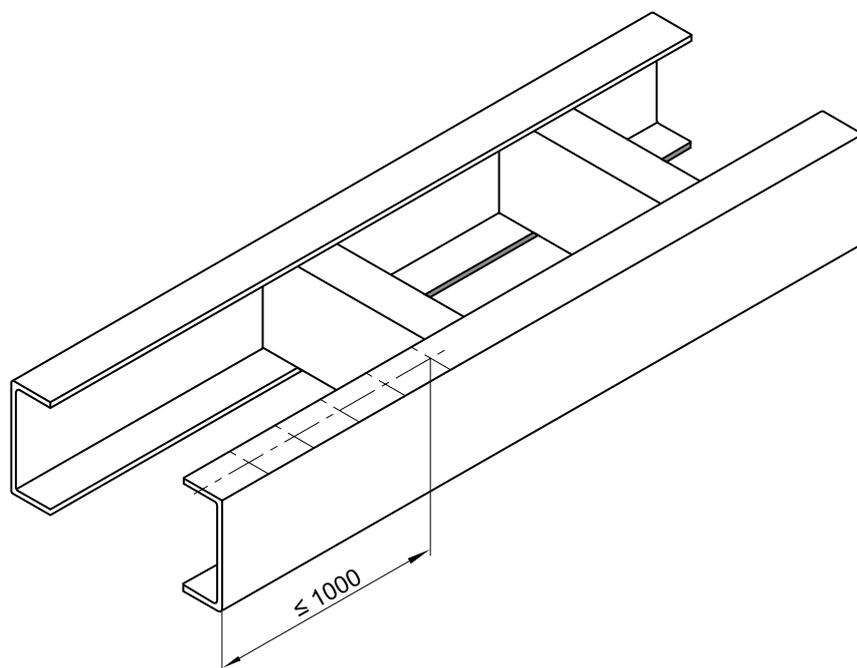
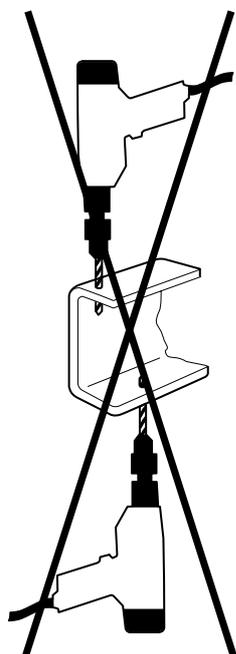
Крепёжные детали (например, болты, гайки, шайбы, штифты) не покрытые краской, необходимо также хорошо защитить от коррозии.

Для исключения коррозии от воздействия соли во время проведения работ по монтажу надстройки, все получаемые от поставщика шасси необходимо вымыть чистой водой для удаления остатков соли.

## 4.3 Сверление, резьбовые и клепаные соединения в рамах

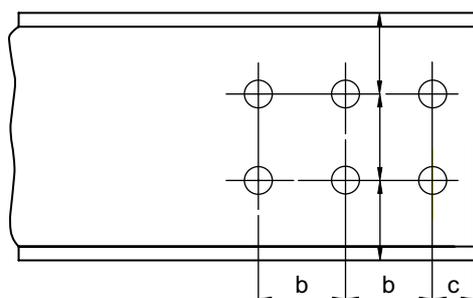
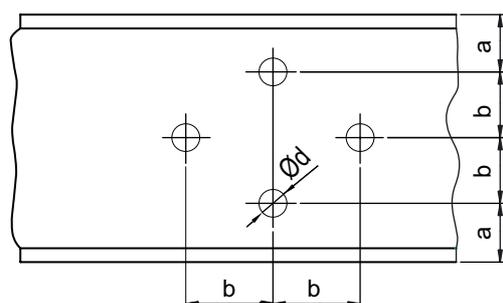
По возможности нужно использовать отверстия, которые уже имеются в раме. Запрещается сверлить отверстия в полках лонжеронов рамы (см. рис. 9). Исключение составляет лишь задняя часть рамы, кроме мест, служащих для закрепления заднего моста и других деталей (см. рис 10). Это касается также и надрамника.

**Рис. 9:** Сверление отверстий в нижней и верхней полке TDB-155 **Рис. 10:** Сверление отверстий в задней части рамы TDB-032



Сверление отверстий возможно по всей используемой длине рамы. При этом следует соблюдать допустимые расстояния между отверстиями (см. рис. 11). После сверления все отверстия необходимо обработать развёрткой и удалить заусенцы.

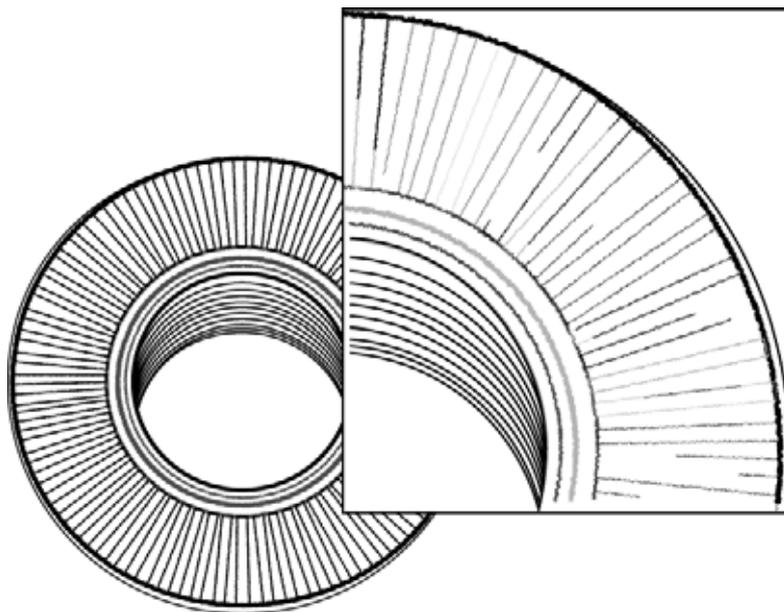
**Рис. 11:** Расстояния между отверстиями TDB-021



$a \geq 40$   
 $b \geq 50$   
 $c \geq 25$   
 TGS/TGX:  $d \leq 16$

Соединение частей рамы и крепление устанавливаемых на ней деталей (например, косынок к поперечинам, пластин и кронштейнов (угловых), крепления надрамников) в серийном производстве часто выполняются посредством клёпки. Если при последующих переделках эти части будут затронуты, то следует использовать резьбовой крепёж не ниже класса прочности 10.9 с механическим стопорением. MAN рекомендует использовать болты и гайки с ребристой насечкой. Затяжку резьбовых соединений производить моментом, рекомендованным производителем. При повторном использовании этих соединений на стороне затяжки нужно использовать новые болты или гайки. Сторону затяжки можно распознать по следам от затяжки на насечке болта или гайки (см. рис. 12).

**Рис. 12:** Следы на насечке гайки со стороны затяжки TDB-216



Возможно также применение высокопрочных заклёпок (например, Huck®-BOM или заклёпок с пластически деформируемым кольцом), устанавливаемых в соответствии с предписаниями изготовителя. По прочности клёпаные соединения не должны уступать резьбовым. В принципе, допустимо, но пока не проверено MAN, использование болтов с увеличенными головками. Следует отметить, что болты с увеличенными головками требуют высокой точности установки, особенно при малых длинах соединений.

## 4.4 Переделка рамы

### 4.4.1 Сварочные работы

Сварочные работы на раме и на подвеске мостов, не представленные в настоящем Руководстве или в руководствах по ремонту, выпущенных MAN, принципиально запрещены. На узлах, установка которых требует особого контроля (например, БСУ, противоподкатный брус) сварочные работы могут проводиться только персоналом, имеющим специальное разрешение, в некоторых местах сварка вообще запрещена (например, на деталях колёс и колёсных дисков).

Сварочные работы в этих местах приводят к лишению разрешения на эксплуатацию данных деталей и могут представлять серьёзную угрозу для безопасности движения. Сварочные работы на шасси требуют особой профессиональной подготовки, для проведения этих работ предприятие должно располагать соответствующим образом подготовленным и квалифицированным персоналом, имеющим допуск на проведение такого рода сварочных работ. В Германии, например, это соответствует требованиям инструкций 2510–2512 Германского объединения по сварочной технике (DVS), выпущенных издательством данного объединения. Рамы грузовых автомобилей MAN изготовлены из высокопрочных мелкозернистых сталей. Сварочные работы на раме разрешается проводить только при использовании оригинальных материалов для изготовления рам; см. главу 4.1 Применяемая мелкозернистая сталь хорошо сваривается. Сварка плавящимся электродом в среде активных защитных газов (MAG) или электродуговая ручная сварка плавящимся электродом (MMA) при выполнении работы квалифицированным сварщиком гарантирует высококачественное и надёжное соединение.

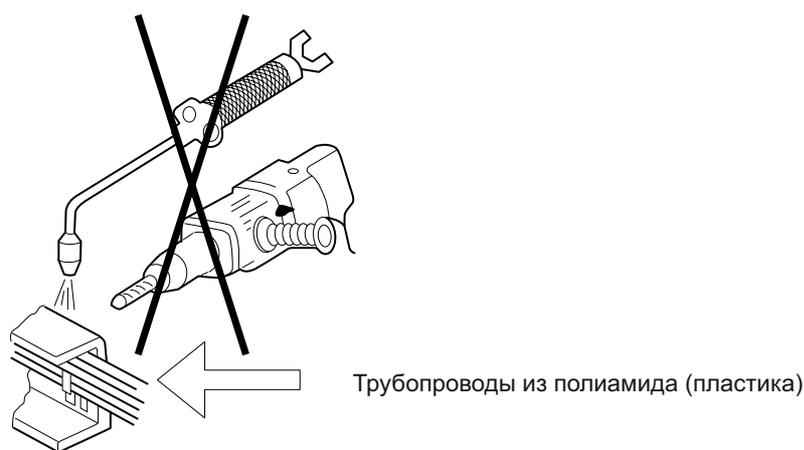
Рекомендуемые материалы для сварки:

MAG проволока марки SG 3;  
MMA электроды марки В 10.

Для получения высококачественного соединения необходимо тщательно подготовить место сварки.

Детали, чувствительные к нагреву, необходимо защитить или демонтировать. Места сварки на автомобиле и массовая клемма сварочного аппарата должны быть зачищены до блеска; краску, ржавчину, следы масел, загрязнения и т. п. необходимо удалить. Поскольку для сварки используется постоянный ток, необходимо обращать внимание на полярность электродов. Проводку (электрику и пневматику), расположенную вблизи места сварки, необходимо защитить от перегрева, или лучше снять.

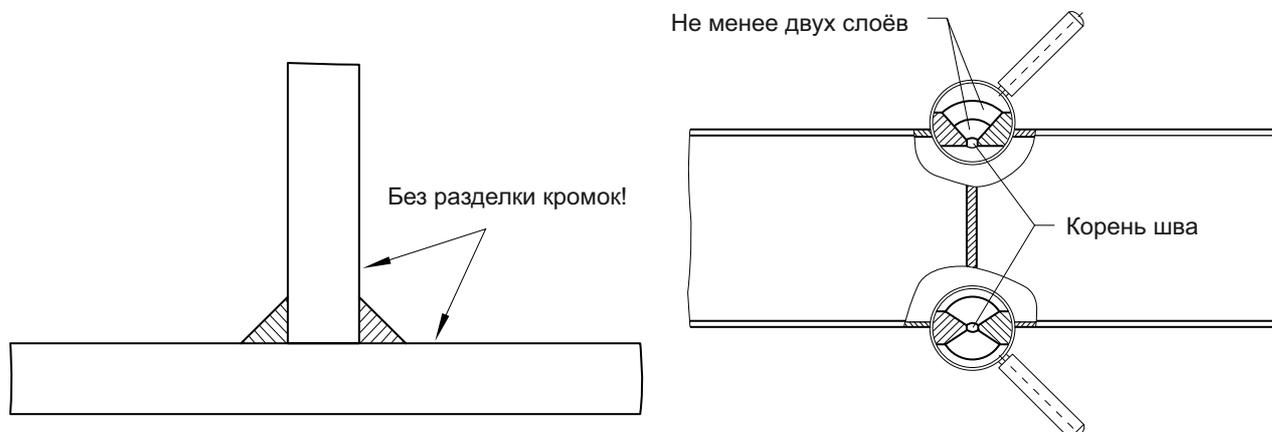
**Рис. 13:** Защита чувствительных к перегреву деталей TDB-156



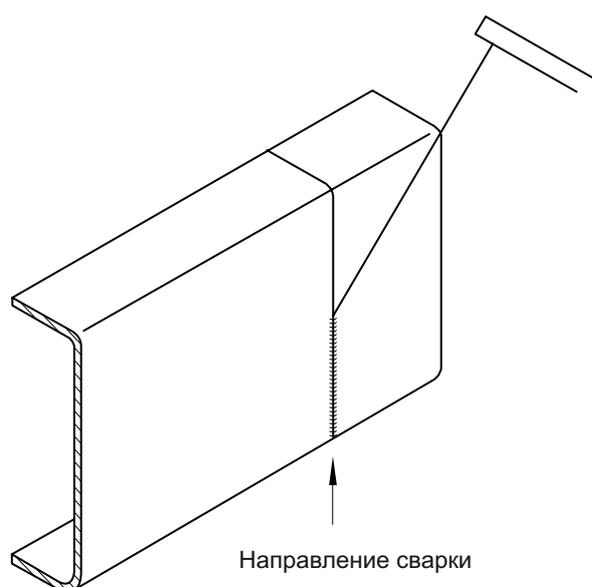
Сварочные работы не следует проводить при окружающей температуре ниже +5°C.

Запрещается выполнять разделку кромок деталей перед выполнением углового шва (см. рис. 14). Трещины в сварном шве недопустимы. Соединительные швы на лонжеронах выполняются либо односторонними, либо двухсторонними в несколько проходов. Прямоугольные стыки сваривают вертикальными швами (снизу вверх, см. рис. 16).

**Рис. 14:** Кромки свариваемых деталей TDB-150 **Рис. 15:** Односторонний и двухсторонний сварочный шов TDB-003



**Рис. 16:** Вертикальный сварной шов на раме TDB-090



Для того чтобы не повредить электронные устройства (например, генератор, магнитолу, электронные системы, FFR, EBS, EDC, ECAS),

нужно действовать следующим образом:

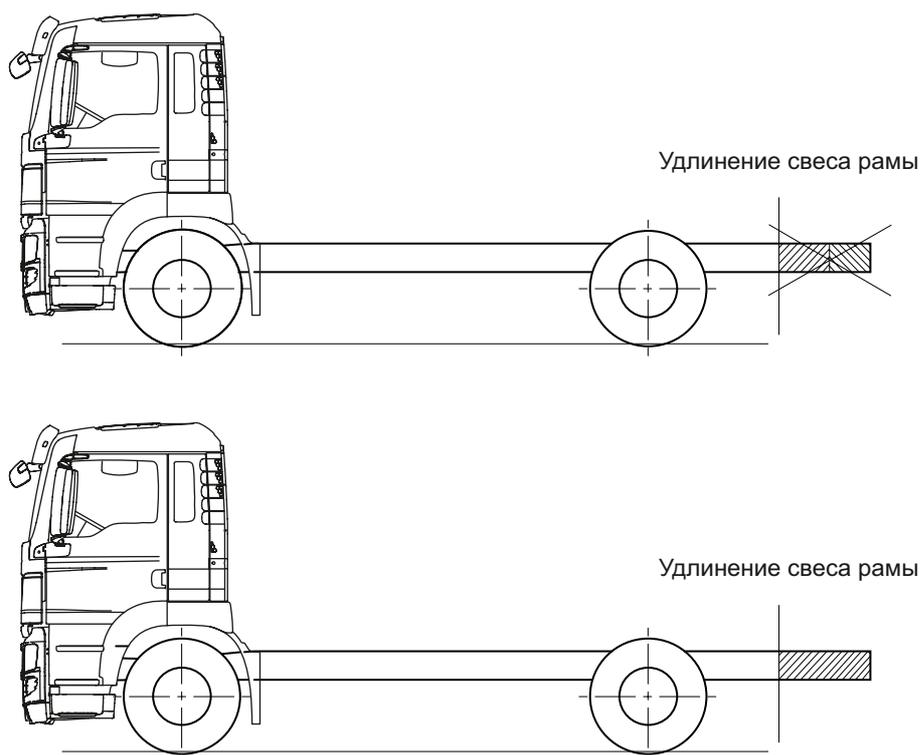
- отсоединить кабели от клемм аккумуляторной батареи и соединить их между собой (соответственно – и +);
- включить главный выключатель массы (механический тумблер) или переключить электромагнитный выключатель (отсоединить от него кабели и соединить их между собой);
- массу сварочного аппарата подсоединить в непосредственной близости от места сварки с помощью надёжного зажима;
- если свариваются две детали, должно быть обеспечено их надёжное электрическое соединение между собой (например, соединить обе детали с помощью зажима для подключения к массе).

Если перечисленные условия выполнены, то электронные приборы отключать не нужно.

#### 4.4.2 Изменение свеса рамы

Вследствие изменения заднего свеса смещается центр тяжести полезной нагрузки и надстройки, и, тем самым, изменяется нагрузка на оси. Для того чтобы определить, не выходят ли эти изменения за допустимые пределы, перед началом работ необходимо провести расчёт нагрузки на оси. Удлинение свеса рамы разрешается только при использовании оригинальных материалов для рамы; см. главу 4.1. Удлинение с использованием нескольких отрезков профиля не разрешается.

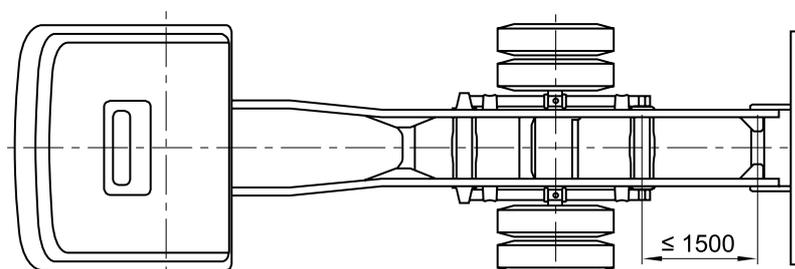
**Рис. 17:** Удлинение свеса рамы TDB-493



Жгуты проводов шины CAN не допускается ни отрезать, ни удлинять. Для случаев удлинения рам MAN выпускает различные жгуты проводов для задних фонарей, для дополнительных задних фонарей, для розетки БСУ и боковых габаритных огней. Выпускаются также различные жгуты проводов для ABS. Подробное описание рекомендаций на эту тему содержится в документе «Интерфейсы TG».

При удлинении заднего свеса автомобиля, имеющуюся поперечину между опорами задних рессор нужно оставить на месте. Установка дополнительной поперечины необходима только в том случае, когда расстояние от предыдущей составляет более 1500 мм (см. рис. 18). Допуск при этом составляет +100 мм. Поперечина на конце рамы должна присутствовать всегда.

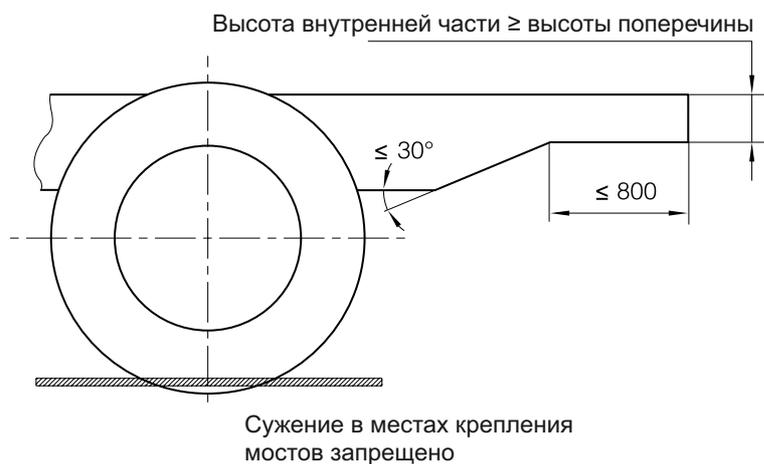
**Рис. 18:** Максимальное расстояние между поперечинами рамы TDB-092



Задняя часть профиля рамы может быть плавно заужена, как представлено на рис. 19. Такое уменьшение поперечного сечения лонжерона не должно значительно сказаться на его прочности.

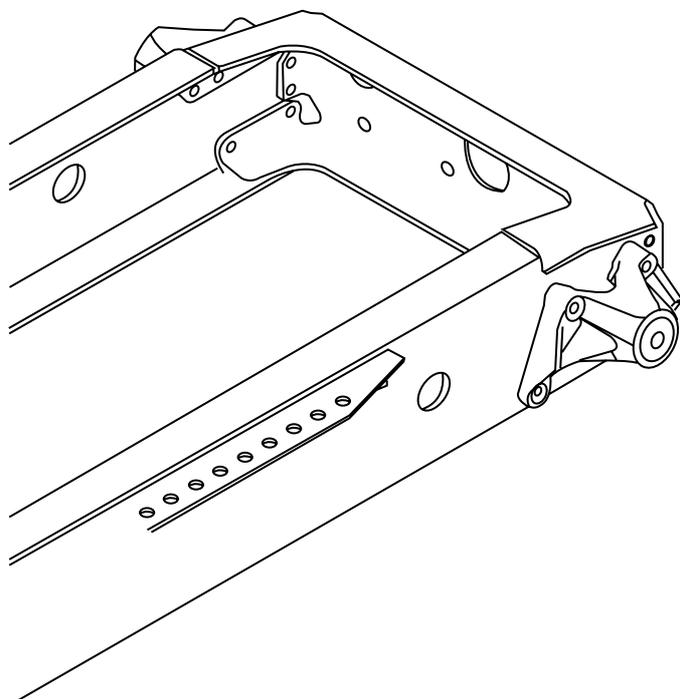
**Уменьшение поперечного сечения лонжеронов в местах крепления элементов подвески запрещено.**

**Рис. 19:** Сужение в задней части рамы TDB-108



Если свес рамы укорочен до места крепления элементов подвески (например, до заднего кронштейна рессоры, держателя стабилизатора), то имеющиеся там поперечины (как правило, трубчатые поперечины) должны остаться на месте или быть заменены соответствующими оригинальными концевыми поперечинами рамы MAN (см. рис 20).

**Рис. 20:** Задняя часть рамы седельного тягача TDB-503



#### 4.4.3 Изменение колёсной базы

В соответствии с предписаниями, касающимися устройства системы рулевого управления (в особенности 70/311 EWG, последняя редакция от 24.09.2004) шасси модельного ряда TGA в зависимости от количества и типа управляемых осей, от колёсной базы, типа шин, осевых нагрузок и суммарного веса оснащаются различными колёсами на управляемых осях (по диаметру), различным рулевым приводом (по диапазону передаточных чисел) и различными гидравлическими системами рулевого управления (теплообменник в гидросистеме). **Поэтому при удлинении колёсной базы, прежде всего, нужно выяснить в отделе MAN-TDB (адрес см. в колонке «Издатель»), не требуется ли при таком изменении колёсной базы установить другое оборудование системы рулевого управления.**

Изменение колёсной базы возможно лишь в том случае, когда установлено надлежащее оборудование.

MAN не несёт ответственности за ошибки, которые приводят к излишним затратам по той причине, что перед началом работ не был сделан соответствующий запрос.

Дополнительно, перед началом работ через сервисный центр MAN следует запросить данные по требуемому переоснащению при вносимых изменениях с указанием данных по изменённой колёсной базе. Анализ данных осуществляется диагностической системой MAN-cats®.

Изменение колёсной базы в принципе возможно посредством:

- перестановки заднего моста,
- разрезания лонжеронов и вставки или удаления фрагментов рамы.

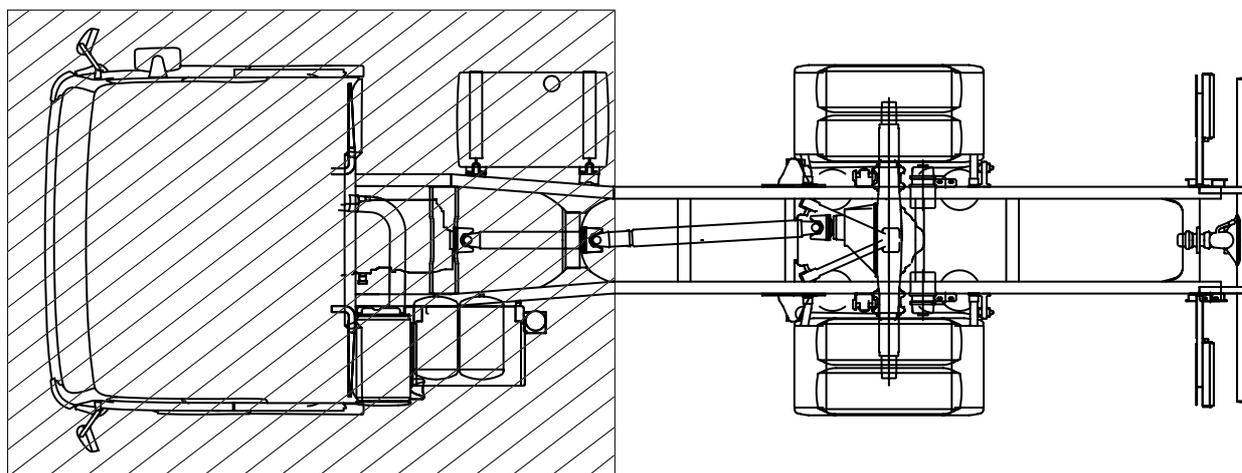
Для того чтобы произвести изменение колёсной базы на профессиональном уровне без получения каких-либо разрешений, необходимо следовать приведенным ниже указаниям.

Новая колёсная база не должна быть короче самой короткой и длиннее самой длинной из тех, которые выпускаются серийно и принадлежат к одному типу по коду модели (см. табл. 6 в главе 2.2). Вопрос об удлинении или укорочении рамы, выходящем за « типовые пределы », MAN Nutzfahrzeuge может решать централизованно через своих поставщиков. Для этого нужно обратиться с запросом в отдел TDB (адрес см. в разделе «Издатель»). Максимальное расстояние между поперечинами при изменении колёсной базы также должно составлять 1500 мм с допуском +100 мм.

Переоборудование карданной передачи нужно проводить, исходя из указаний настоящего Руководства и инструкции её производителя. Если новая колёсная база соответствует одной из серийных, то монтаж поперечин и карданной передачи производится, как при серийной колёсной базе. Информацию о перекладке пневматических трубопроводов и электропроводки см. в главе 6 «Электрооборудование, электроника, проводка». Жгуты проводов шины CAN нельзя обрезать, и при укорочении колёсной базы их следует проложить заново по более протяженному пути, избегая образования колец и петель. При удлинении колёсной базы блоки управления и датчики, относящиеся к заднему мосту, следует переставить вместе с мостом, для подключения всех этих устройств выпускаются кабели-адаптеры.

Систематика, методы и нумерация подробно описаны в документе «Интерфейсы TG». Элементы подвески заднего моста (например, кронштейны рессор, крепления продольных рычагов) не должны располагаться в местах изгиба рамы и перед ними. Минимальное расстояние до второго изгиба рамы должно составлять не менее 100 мм (см. рис. 21).

**Рис. 21:** Запретная зона для размещения элементов подвески заднего мост TDB-500



У моделей с гидравлически управляемой задней поддерживающей осью ZF-Servocom® RAS (например, все модели 6x2-4) нужно установить рулевые сошки с другим углом поворота в соответствии с таблицей 14.

**Таблица 14:** Рулевая сошка моделей 6x2-4 с рулевым управлением ZF-Servocom® RAS задней поддерживающей оси

Колёсная база, мм, между первой и второй осями	Номер рулевой сошки	Максимальный угол поворота рулевой сошки
$3.900 \leq 4.200$	81.46705.0508	19°
$> 4.200 \leq 4.800$	81.46705.0004	16,5°
$> 4.800 \leq 5.500$	81.46705.0509	14,5°
$> 5.500$	81.46705.0510	13,5°

У моделей с электронно-гидравлическим рулевым управлением передней поддерживающей оси ZF-Servocom® RAS-EC (все модели 6x2/4 и 8x4/4) удлинение колёсной базы невозможно, а возможно только её укорочение. Изменения в рулевом управлении не допускаются.

У автомобилей с двумя механически управляемыми передними осями (например, 8x4) перестановка управляемых осей может производиться только поставщиками MAN.

При соблюдении этих указаний укорочение колёсной базы для данных моделей возможно следующими способами. Перестановка. При закреплении деталей подвески и рулевого управления мостов с помощью клёпки или ребристых болтов MAN, в соответствии с разделом 4.3 настоящей главы, необходимо соблюдать требования, касающиеся расстояний между крепёжными отверстиями!

#### Сварка.

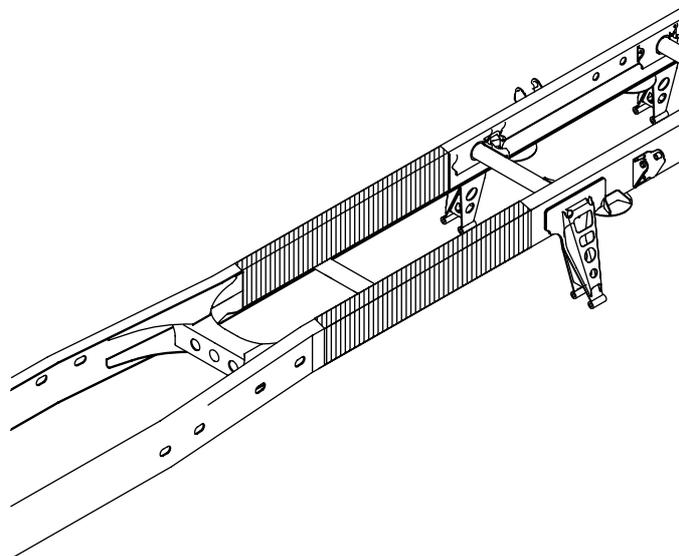
Необходимо учитывать указания, касающиеся сварки, изложенные в главе 4.1.1 настоящего Руководства. Для конструктивных элементов рамы, таких как лонжероны и вставки нужно использовать оригинальный материал для рам, см. главу 4.1. Лонжероны рам рекомендуется предварительно нагревать до температуры 150–200°C.

#### Нельзя разрезать раму

- в точках приложения нагрузок;
- в местах изгиба рамы, минимальное удаление 100 мм;
- в местах крепления элементов подвески (например, кронштейнов рессор, продольных рычагов подвески), минимальное удаление 100 мм;
- в местах крепления коробки передач (а также раздаточной коробки у полноприводных автомобилей) и в местах расположения опор двигателя.

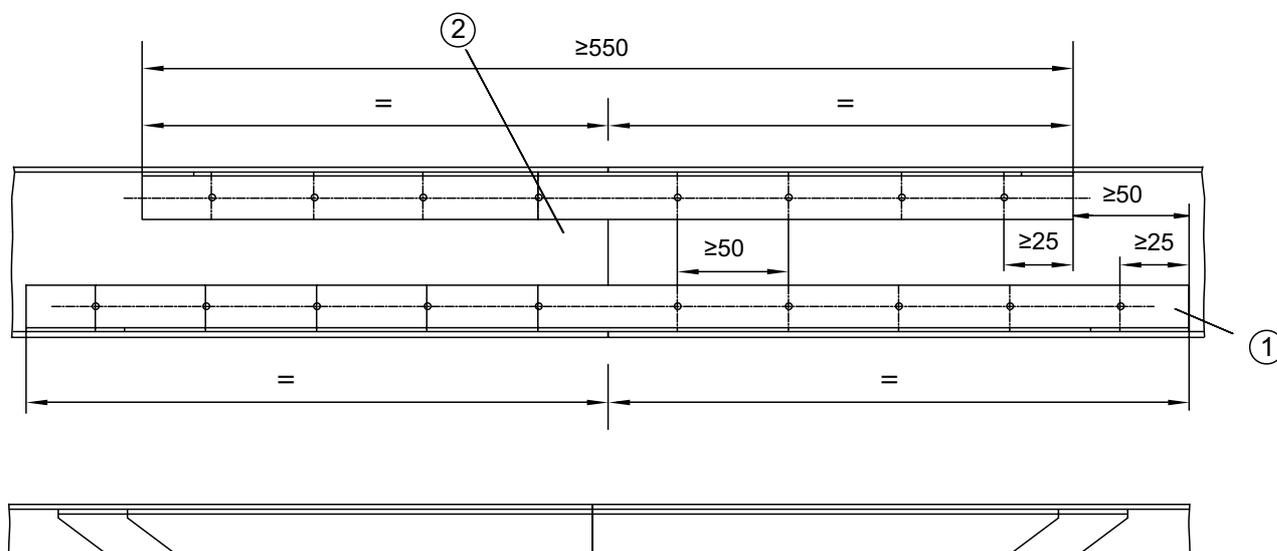
Разрешённые места для сварных швов при изменении колёсной базы находятся за изгибом рамы до места расположения кронштейнов подвески первой из задних осей. Сварные швы в продольном относительно автомобиля направлении не разрешаются! Места для выполнения сварных швов см. на рис 22.

**Рис. 22:** Область рамы TDB-501

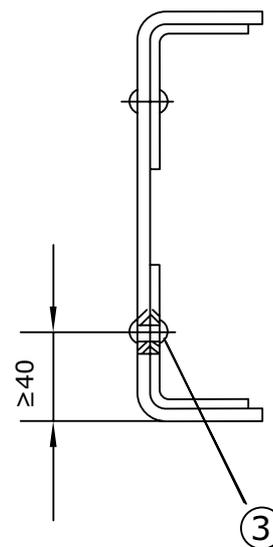


При изменении колёсной базы посредством разрезания лонжеронов рамы места сварки должны быть усилены вставками, как показано на рис. 23 и 24.

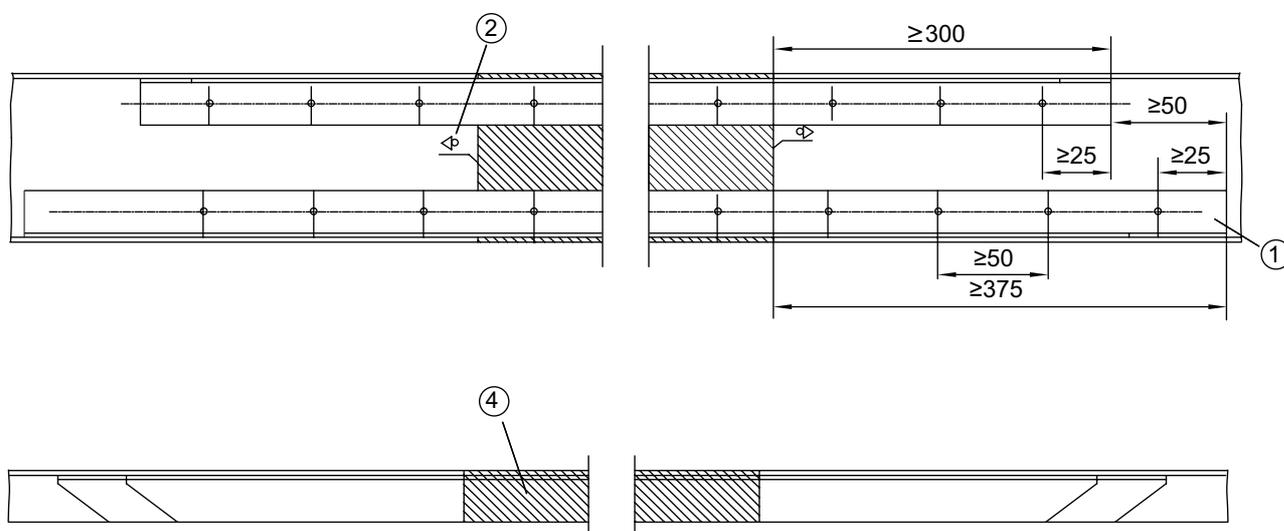
**Рис. 23:** Вставки при укорочении колёсной базы TDB-012



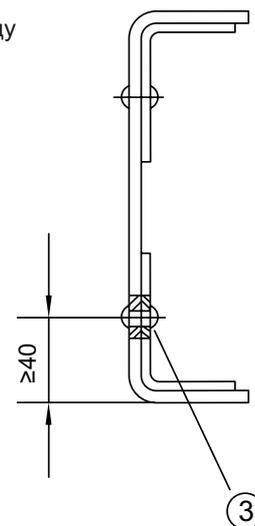
- ① Для крепления профилей использовать имеющиеся отверстия. Расстояния между отверстиями  $\geq 50$  мм, расстояние от края  $\geq 25$  мм.
- ② В местах прилегания деталей сварной шов нужно зачистить и сравнять с поверхностью. Сварной шов класса BS, DIN 8563, часть 3.
- ③ Для вставок следует использовать профили симметричного сечения. Ширина равна внутренней ширине рамы с допуском 5 мм. Применение катанного профиля в соответствии с DIN1029 не допускается. Толщина равна толщине рамы с допуском 1 мм. Материал: сталь St52-3.



**Рис. 24:** Вставки при удлинении колёсной базы TDB-013



- ① Для крепления профилей использовать имеющиеся отверстия. При удлинении колёсной базы менее чем на 1000 мм применять цельные вставки. Расстояния между отверстиями  $\geq 50$  мм, расстояние от края  $\geq 25$  мм.
- ② На прилегающих деталях сварные швы должны быть выровнены. Сварной шов должен соответствовать классу BS, DIN 8563, часть 3.
- ③ Для вставок следует использовать профили симметричного сечения. Ширина равна внутренней ширине рамы с допуском 5 мм. Использование прокатанных профилей в соответствии с DIN 1028 или DIN 1029 не допускается. Толщина равна толщине рамы с допуском 1 мм. Материал: сталь St52-3
- ④ Удлинение колёсной базы посредством вставки отрезка оригинального профиля для лонжеронов рамы. Учитывать требования Руководства, касающиеся максимального удлинения лонжеронов рамы.



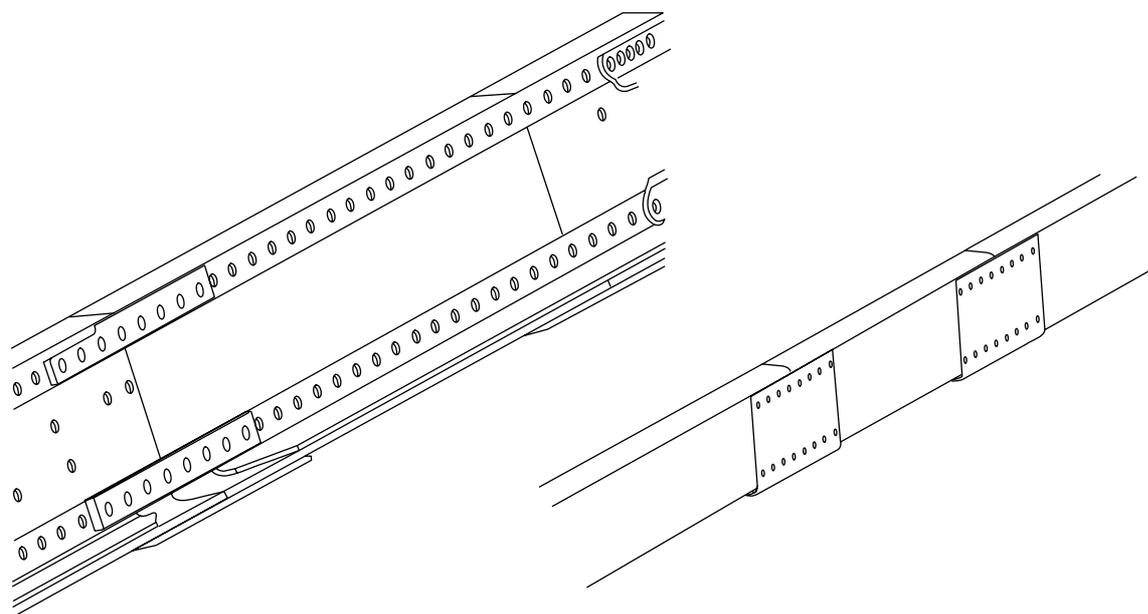
У некоторых автомобилей с длинной колёсной базой вставки между передними и задними осями устанавливаются сразу в условиях серийного производства.

Вставки нельзя приваривать к лонжеронам.

С этой целью для разделения можно использовать, например, прокладки из медной фольги, которые после сварки нужно удалить. Вставки, установленные после изменения колёсной базы, можно вплотную стыковать друг с другом.

Их нужно либо сварить между собой, либо скрепить с помощью накладки (см. рис. 25).

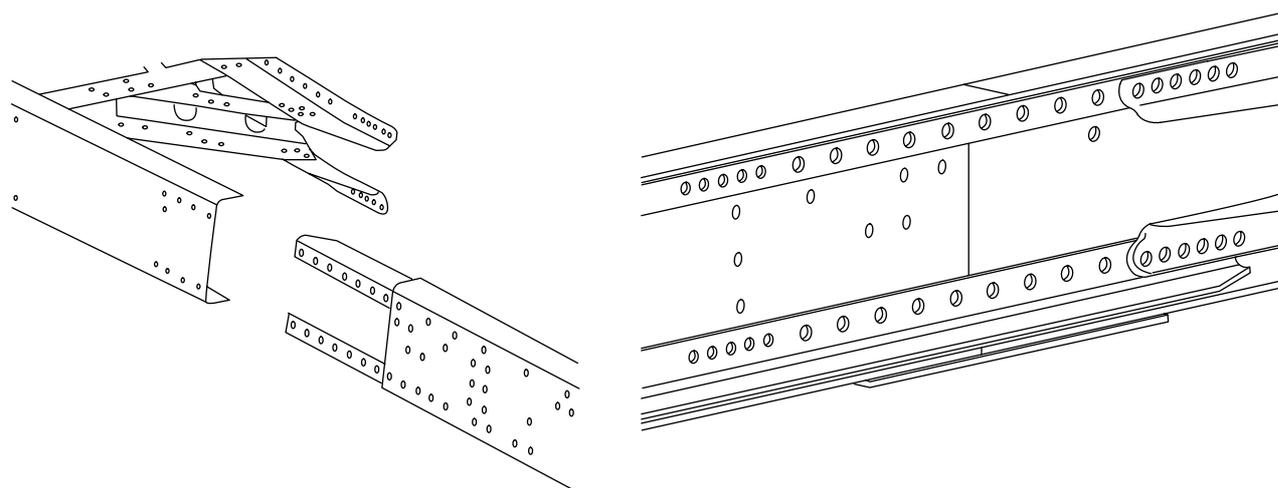
**Рис. 25:** Перекрытие внутренних и наружных вставок TDB-504



Сварные швы на стыках вставок не должны совпадать со сварными швами на самой раме — должно быть предусмотрено смещение не менее чем на 100 мм.

Это легко обеспечить, если уже при разрезании рамы предусмотреть места для последующего расположения швов на раме и на вставках.

**Рис. 26:** Расположение вставок, виды снаружи и изнутри TDB-505



## 4.5 Последующая установка дополнительных агрегатов, устройств и принадлежностей

Предприятие-изготовитель агрегата, устройства или принадлежности должно согласовать их установку с MAN, потому что эта установка в большинстве случаев требует вмешательства в сеть CAN для подключения блоков управления. Это всегда требуется по причине увеличения контролируемых параметров автомобиля. Переоснащённые системы не всегда совместимы с бортовыми системами определения межсервисных интервалов Trucknology® «временной интервал ТО» или «гибкая система обслуживания». По этой причине сервисное обслуживание установленных в условиях сервиса оригинальных узлов не столь комфортно, как обслуживание узлов, установленных в условиях производства. Дополнительные изменения или увеличение контролируемых параметров автомобиля могут быть произведены только с помощью соответствующего сервисного предприятия MAN и при одобрении специалистами MAN необходимого программного обеспечения. Поэтому планируемые работы по установке следует заранее согласовать с отделом TDB (ссылку смотри выше в колонке «Издатель»). Там проверят осуществимость запланированных мероприятий, для чего к запросу нужно приложить полную и понятную документацию. MAN не несёт никакой ответственности за конструктивное решение или за его последствия, если разрешение на установку оборудования не было получено. Необходимо выполнять требования, содержащиеся в настоящем Руководстве и в разрешении на проведение работ. Разрешения, экспертные оценки и свидетельства, полученные от третьих лиц (например, от исследовательских институтов), не означают автоматического разрешения от MAN. MAN может отказать в выдаче разрешения, несмотря на то, что со стороны третьих лиц было получено безоговорочное одобрение. Если не предусмотрено иного, то разрешение касается исключительно самой установки. Полученное разрешение не означает, что MAN проверил всю систему на прочность, управляемость и т. д. и принимает на себя гарантийную ответственность. Ответственность за это несёт фирма, выполняющая работу. Вследствие установки дополнительных агрегатов технические параметры автомобиля могут измениться. За оценку этих новых параметров и информирование о них несёт ответственность соответствующий производитель, продавец или импортёр.

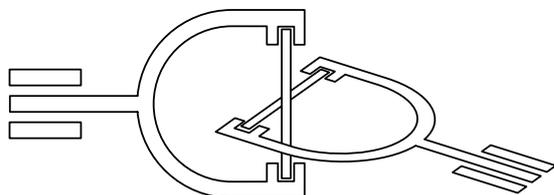
## 4.6 Карданные валы

Карданные валы, располагающиеся вблизи мест, где могут проходить или работать люди, должны быть закрыты кожухом.

### 4.6.1 Одинарный шарнир

Если ведущий вал одинарного карданного шарнира при наличии угла между валами вращать равномерно, то вращение ведомого вала будет неравномерным (см. рис 27). Эту неравномерность часто называют пульсацией угловой скорости карданного вала. Конструкция кардана обуславливает синусоидальные биения скорости вращения ведомого вала. Ведомый вал вращается то быстрее, то медленнее ведущего вала. В соответствии с этими ускорениями и замедлениями крутящий момент на ведомом вале также циклически изменяется, несмотря на постоянный крутящий момент и мощность на ведущем вале.

Рис. 27: Одинарный шарнир TDB-074



По причине этого двукратного ускорения и замедления, происходящего за один оборот, подобная конструкция кардана непригодна для создания механизма привода для отбора мощности.

Применение одинарного шарнира можно рассматривать лишь в случае, когда очевидно, что при данных:

- момент инерции,
- число оборотов,
- угол поворота —

биения и нагрузки имеют второстепенное значение.

## 4.6.2 Карданная передача с двумя шарнирами

Неравномерность вращения одинарного шарнира можно компенсировать, если применить в карданной передаче второй шарнир. Однако для равномерного вращения выходного вала необходимо соблюсти следующие условия:

- углы между осями у обоих шарниров должны быть равны, т. е.  $\beta_1 = \beta_2$
- внутренние вилки у обоих шарниров должны находиться в одной плоскости;
- ведущий и ведомый валы также должны находиться в одной плоскости, см. рис. 28 и рис. 29.

Для того чтобы погрешность шарнира была компенсирована, все три условия должны быть всегда выполнены одновременно. Эти условия реализуются при так называемых расположениях типа Z и W (см. рис. 28 и 29).

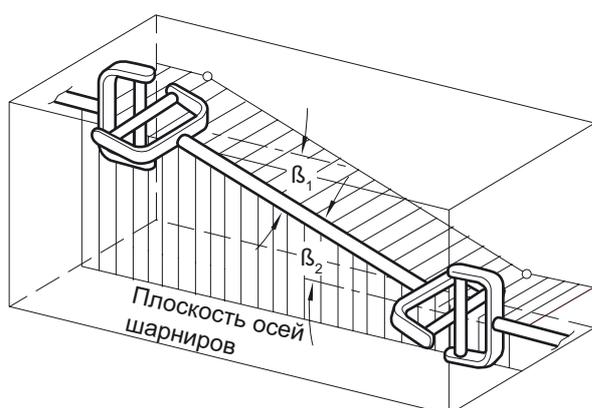
Общая плоскость осей шарниров при схемах Z и W может быть повернута относительно продольной оси произвольным образом.

Иначе обстоит при пространственном расположении шарниров, см. рис. 30.

**Рис. 28:** Расположение типа W TDB-075



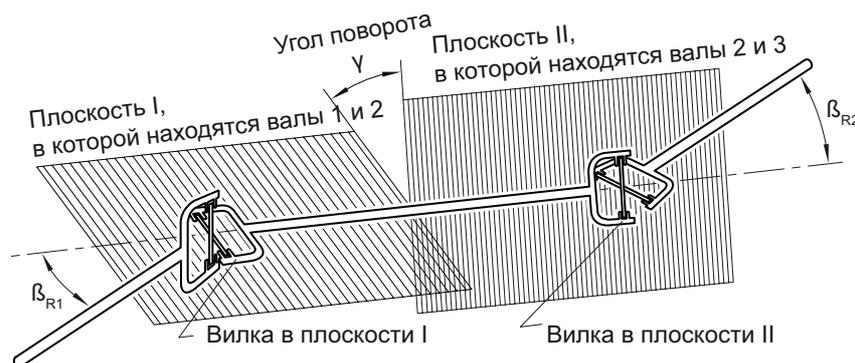
**Рис. 29:** Расположение типа Z TDB-076



### 4.6.3 Пространственная ориентация шарниров

Пространственная ориентация имеет место в случаях, когда ведущий и ведомый валы не находятся в одной плоскости. Оси ведущего и ведомого валов не пересекаются в пространстве (они перекрещиваются). Общей плоскости в данном случае нет, поэтому одним из необходимых условий компенсации биений скорости вращения является размещение внутренних вилок шарниров в плоскостях валов соответствующих шарниров, смещённых друг относительно друга на некоторый угол « $\gamma$ » (гамма) (см. рис. 30).

**Рис. 30:** Пространственная ориентация карданных валов TDB-077



Для обеспечения равномерности вращения следует удовлетворить ещё одно необходимое условие: угол поворота в пространстве  $\beta_{R1}$  ведущего вала должен быть равен углу поворота в пространстве ведомого вала  $\beta_{R2}$ .

Итак:

$$\beta_{R1} = \beta_{R2}$$

Здесь:

$$\begin{aligned} \beta_{R1} &= \text{угол, на который повернут в пространстве вал 1} \\ \beta_{R2} &= \text{угол, на который повернут в пространстве вал 2.} \end{aligned}$$

Угол поворота в пространстве  $\beta_R$  можно рассчитать, если известны его проекции на горизонтальную и вертикальную плоскости.:

**Формула 10:** Определение угла поворота в пространстве

$$\tan^2 \beta_R = \tan^2 \beta_v + \tan^2 \beta_h$$

Искомый угол поворота  $\gamma$  выражается через горизонтальные и вертикальные проекции углов поворота обоих валов следующим образом.:

**Формула 11:** Угол поворота  $\gamma$

$$\tan \gamma_1 = \frac{\tan \beta_{h1}}{\tan \beta_{v1}}; \quad \tan \gamma_2 = \frac{\tan \beta_{h2}}{\tan \beta_{v2}}; \quad \gamma = \gamma_1 + \gamma_2$$

Здесь:

$$\begin{aligned} \beta_R &= \text{пространственный угол поворота} \\ \beta_v &= \text{проекция угла поворота на вертикальную плоскость} \\ \beta_h &= \text{проекция угла поворота на горизонтальную плоскость} \\ \gamma &= \text{искомый угол поворота.} \end{aligned}$$

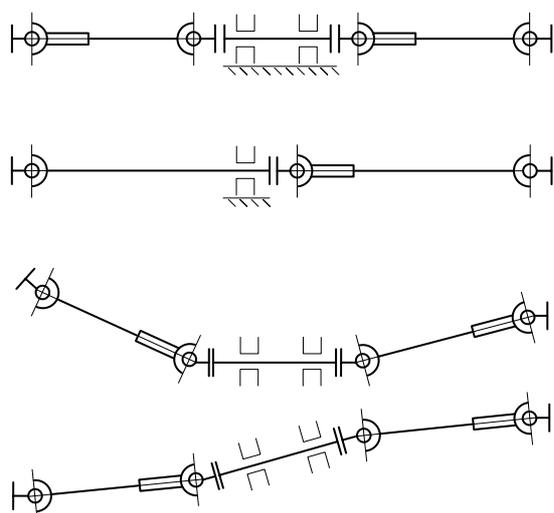
Примечание:

Единственным требованием при пространственном развороте осей шарнира является равенство углов поворота обеих осей. Поэтому, теоретически, для различных значений вертикальных и горизонтальных проекций этих углов может быть получено бесчисленное количество вариантов расположения валов кардана. В связи с этим, при определении угла поворота при пространственной ориентации карданов целесообразно проконсультироваться у предприятия-изготовителя.

### 4.6.3.1 Карданная передача

Если по конструктивным требованиям необходима передача большой длины, она может быть создана из двух или большего числа карданных валов. На рис. 31 представлены основные виды карданных передач, в которых возможно любое взаимное расположение шарниров и входных и выходных фланцев. При этом фланцы и шарниры должны быть согласованы между собой кинематически. При установке необходимо запрашивать данные у производителя карданной передачи.

Рис. 31: Карданная передача TDB-078

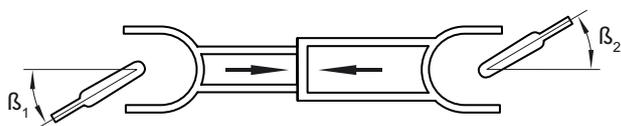


### 4.6.3.2 Силы, действующие в карданной передаче

Наличие изломов в карданной передаче неизбежно приводит к возникновению в системе дополнительных сил и моментов. Если при передаче крутящего момента карданный вал изменяемой длины подвергается продольному растяжению, это приводит к появлению дополнительных нагрузок.

После разборки карданной передачи и её неправильной сборки (с поворотом составных частей на некоторый угол) неравномерность вращения не только не исчезнет, а наоборот возрастет. В результате таких «опытов» можно повредить карданы, подшипники, шарниры, шлицы валов и агрегаты. Чтобы подобного не случилось, следует осуществлять сборку, совмещая специальные метки, нанесённые на отдельных частях карданной передачи. После сборки метки должны располагаться напротив друг друга (см. рис. 32).

**Рис. 32:** Метки на карданной передаче TDB-079



Имеющиеся балансировочные пластины не удалять и составные части карданов не переставлять, иначе это приведёт к разбалансировке. При потере балансировочной пластины или при перестановке частей карданную передачу нужно заново балансировать.

Несмотря на правильный монтаж карданной передачи, в её работе могут возникнуть биения, которые, если не устранить причину, могут привести к повреждениям. С помощью надлежащих мер, например, посредством установки демпферов, применения шарниров равных угловых скоростей или путём изменения всей карданной передачи и её массовых характеристик такая неисправность обязательно должна быть устранена.

#### 4.6.4 Изменение конструкции карданной передачи в трансмиссии шасси MAN

Карданная передача подвергается переделке при проведении кузовных работ обычно в следующих случаях:

- при изменении колёсной базы,
- при подключении насоса к фланцу карданного вала для отбора мощности.

При этом следует учитывать, что:

- максимальный угол отклонения каждого карданного вала трансмиссии в нагруженном состоянии в любой плоскости не должен превышать  $7^\circ$ ;
- при удлинении карданного вала нужно получить от производителя новую схему монтажа карданной передачи в целом;
- перед установкой каждый карданный вал необходимо отбалансировать.

#### 4.7 Изменение колёсной формулы

Под изменением колёсной формулы подразумевается:

- установка дополнительных мостов,
- демонтаж мостов,
- изменение типа подвески (например, замена рессор на пневматическую подвеску),
- переоборудование неуправляемых осей в управляемые.

**Изменения колёсной формулы запрещены. Переоборудование такого рода может проводить только сама фирма MAN Nutzfahrzeuge и уполномоченные поставщики.**

## 4.8 Сцепные устройства

### 4.8.1 Основные положения

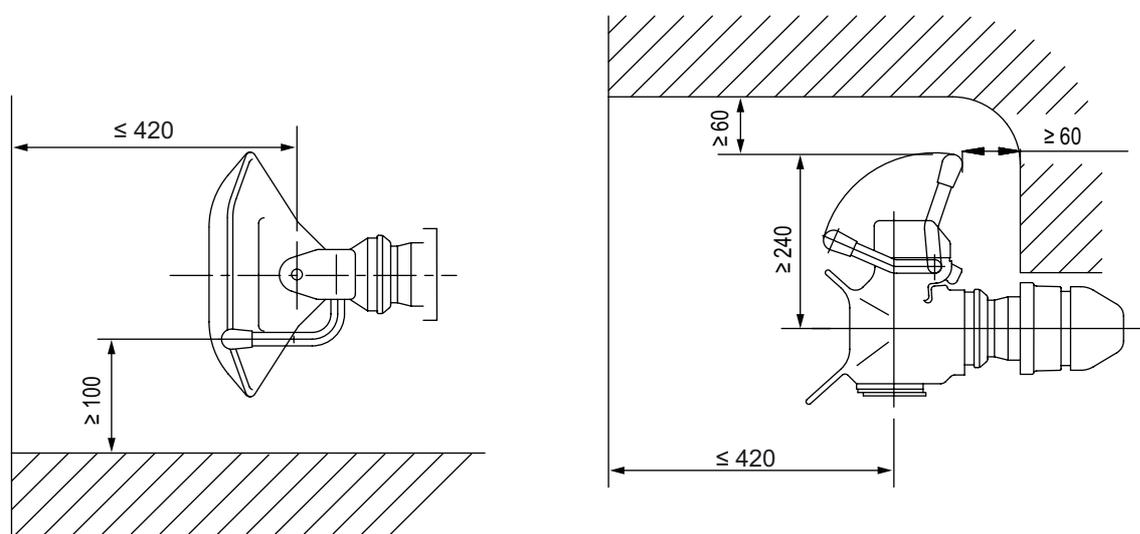
Для того чтобы грузовик мог перевозить грузы посредством буксировки, он должен быть оснащён необходимым для этого разрешённым оборудованием.

Выполнение законодательных предписаний, касающихся мощности двигателя и установки надлежащего сцепного устройства, ещё не является основанием для того, чтобы считать данный автомобиль пригодным для осуществления буксировки. Запрос в отдел TDB MAN (адрес см. выше в разделе «Издатель») необходим в том случае, когда суммарная масса автопоезда должна быть изменена по сравнению со значением, соответствующим серийной модели и допущенным заводом-изготовителем. При маневрировании не должно происходить столкновение с прицепом, для чего должно быть установлено дышло с достаточным вылетом.

Необходимо учитывать предписания, касающиеся БСУ (как европейские: 94/20/EG, так и национальные), а также предусматривать необходимое для него свободное пространство (например, в Германии стандарт DIN 74058 и директива ЕС 94/20/EG).

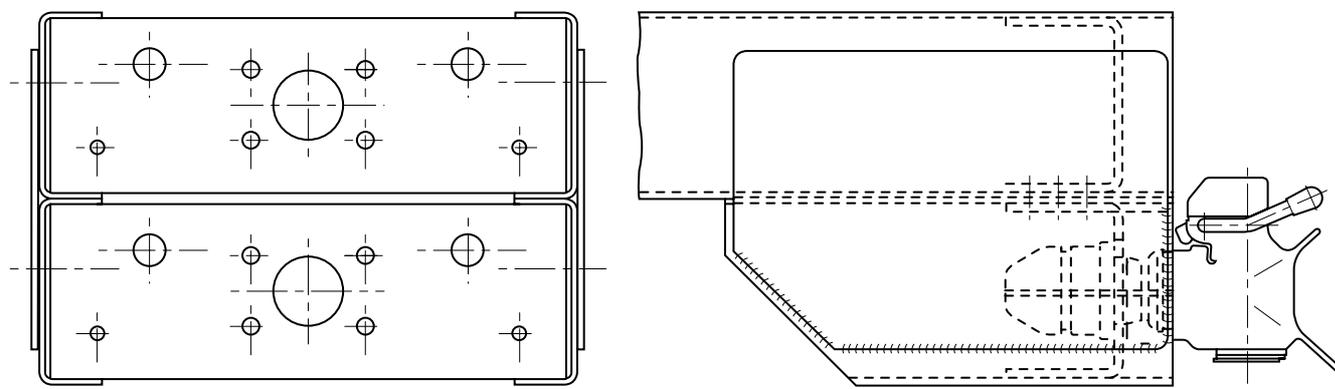
Производитель кузовной надстройки обязан спроектировать и установить её таким образом, чтобы обеспечить возможность беспрепятственного и безопасного использования сцепного устройства и контроля над его состоянием. Должна быть обеспечена достаточная свобода перемещения для дышла прицепа. При боковом расположении пневматических разъёмов и розеток (например, на кронштейне задних габаритных фонарей со стороны водителя) производитель прицепа и пользователь должны обеспечить достаточную длину соединительных кабелей для движения автомобиля на поворотах.

**Рис. 33:** Свободное пространство для БСУ по нормативам ЕС 94/20/EG TDB-006





**Рис. 36:** Установленное под рамой буксирно-цепное устройство, бывший TDB-542



#### 4.8.2 БСУ, параметр D

Формулы для вычисления параметра D, а для прицепа с жёстким дышлом — параметров  $D_c$  и V см. в документе «Сцепные устройства TG», а примеры расчёта см. в главе 9 «Расчёты».

### 4.9 Седельные тягачи и переоборудование грузовик/седельный тягач

#### 4.9.1 Седельные тягачи

При составлении автопоезда следует произвести предварительную оценку массово-габаритных показателей полуприцепа и седельного тягача.

Для этого нужно проверить:

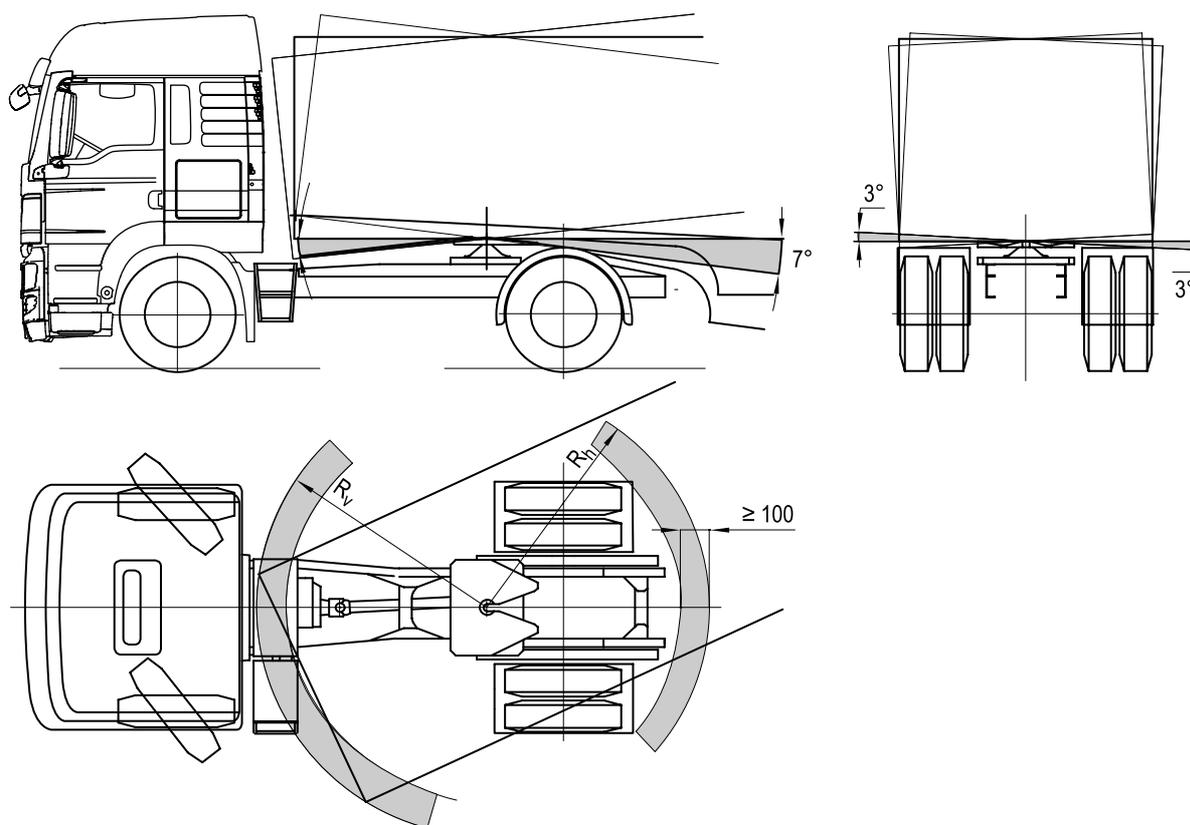
- радиусы ометания,
- высоту седельно-сцепного устройства (ССУ),
- вертикальную нагрузку на ССУ,
- отсутствие помех для перемещающихся частей,
- соответствие законодательным предписаниям.

Для того чтобы достигнуть максимальной нагрузки на ССУ, перед вводом автомобиля в эксплуатацию нужно предпринять следующие меры:

- взвесить автомобиль,
- определить нагрузки на оси,
- рассчитать оптимальное смещение ССУ,
- проверить передний радиус ометания,
- проверить задний радиус ометания,
- проверить передний угол наклона,
- проверить задний угол наклона,
- проверить общую длину тягача с полуприцепом (автопоезда),
- установить соответствующее ССУ.

Необходимый угол наклона составляет в соответствии с нормативом DIN-ISO 1726 вперед —  $6^\circ$ , назад —  $7^\circ$ , и в поперечном направлении —  $3^\circ$ . Различия в размерах шин, рессор, или в высотах сѐдел у тягача и полуприцепа могут уменьшить значения этих углов, так что они перестанут соответствовать норме. Помимо наклона полуприцепа назад нужно учитывать боковой крен при прохождении поворотов, упругий прогиб рессор (направляющие устройства подвески, тормозные пневмокамеры, брызговики), движение с цепями противоскольжения, колебательные движения мостов у автомобилей с тележкой и габаритные радиусы для обеспечения поворота полуприцепа относительно тягача. Плоскость седла полуприцепа при допустимой нагрузке на ССУ должна располагаться параллельно дорожному полотну. Высота седельного сцепного устройства и/или монтажной плиты должна быть выбрана в соответствии с этим требованием.

**Рис. 37:** Характерные размеры для седельного тягача TDB-402



Положение ССУ, указанное в сопроводительной документации на автомобиль или в чертежах шасси, соответствует лишь стандартному автомобилю. При наличии некоторых элементов оснащения, которые влияют на массу или размеры незагруженного автомобиля, в некоторых случаях требуется изменение положения ССУ. По этой причине может также измениться нагрузка на седло и общая длина автомобиля.

Разрешается применять только типовые ССУ и монтажные плиты, соответствующие требованиям директивы ЕС 94/20/EG. Установка ССУ без надрамника не разрешается. При определенных обстоятельствах возможна так называемая непосредственная установка ССУ. При этом седельно-сцепное устройство устанавливается на надрамнике с помощью специальных кронштейнов с усилительными уголками (не требующими проверки на соответствие), как следствие необходимость в монтажной плите отпадает.

Размеры надрамника и качество материала ( $\sigma_{0,2} > 350 \text{ N/mm}^2$ ) должны соответствовать аналогичным параметрам серийного автомобиля. Монтажная плита ССУ должна крепиться не к лонжеронам рамы, а только к надрамнику.

Для крепления монтажной плиты следует применять только те болты, применение которых одобрено MAN или производителем плиты. При установке седельного сцепного устройства и монтажной плиты необходимо следовать указаниям/руководству производителя устройства. Трубопроводы пневматической системы, кабели электрического оборудования и ABS не должны тереться о кузовную надстройку или цепляться друг за друга при движении на поворотах.

Производитель кузовных работ должен проверить это в ходе пробной поездки, двигаясь с полуприцепом по кривой траектории. При эксплуатации тягача без полуприцепа кабели и трубопроводы должны быть надёжно закреплены в держателях для неподключенных трубопроводов и кабелей. Эти соединения следует располагать таким образом, чтобы их было удобно подключать и отсоединять. Если подключение воздушных и электрических коммуникаций невозможно непосредственно с уровня дороги, то нужно предусмотреть для этой цели соответствующую рабочую площадку размером не менее 400 мм x 500 мм с подножкой или лестницей для подъёма.

Шкворни полуприцепа для седельных сцепных устройств выпускаются в различных типоразмерах:

- шкворень 50 с диаметром 2",
- шкворень 90 с диаметром 3,5".

Выбор шкворня осуществляется с учётом нескольких факторов. Определяющим фактором, как и в случае других БСУ, является величина параметра D. Автопоезд в целом характеризуется наименьшей из величин D, характеризующих в отдельности шкворень, ССУ и монтажную плиту.

Значение параметра D указывается на заводских табличках узлов.

Определить значения параметра D для автопоезда можно с помощью следующих формул.

**Формула 12:** Величина параметра D для ССУ

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

При заданном значении D предельно допустимая масса полуприцепа составляет:

**Формула 13:** Предельно допустимая масса полуприцепа

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot R) - D}$$

Если заданы предельно допустимая масса полуприцепа и величина D для сцепного устройства, то предельно допустимую массу тягача можно определить по следующей формуле.:

**Формула 14:** Предельно допустимая масса тягача

$$T = \frac{D \cdot (R - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot R) - D}$$

Вычислить нагрузку на ССУ, когда известны все остальные нагрузки, можно по формуле:

**Формула 15:** Вертикальная нагрузка на ССУ

$$U = T + R - \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{D}$$

Здесь:

D	=	значение параметра D в [кН]
R	=	разрешённая максимальная масса полуприцепа в [т], включая вертикальную нагрузку на ССУ
T	=	разрешённая максимальная масса тягача в [т], включая вертикальную нагрузку на ССУ
U	=	нагрузка на ССУ, [Т]

Примеры расчётов можно найти в главе 9 «Расчёты».

## 4.9.2 Переоборудование грузовика в седельный тягач или седельного тягача в грузовик

Для переоборудования грузовика в седельный тягач или седельного тягача в грузовик, а также использование этой машины в одном из качеств требуется разрешение MAN. Справки можно получить в отделе TDB (адрес см. выше в колонке «Издатель»).

Для переоборудования седельного тягача в грузовик и наоборот необходимо изменение параметров электронной системы управления тормозами (EBS). Кроме того, в зависимости от исходного автомобиля (с рессорной подвеской) требуется установка других задних рессор.

По причине особенностей задней подвески, наличия ESP и регулирования уровня седла двухосные седельные тягачи с колёсной формулами 4x2 и 4x4H могут использоваться только по прямому назначению. Использование в качестве комбинированного автомобиля седельный тягач/грузовик или переоборудование в грузовик не разрешается для следующих моделей по состоянию на август 2007 г.: 05X, 06S, 06X, 08S, 10S, 10X, 13S, 13X, 22S, 22X, 78 X.

Исключения, связанные с переоборудованием автомобилей, допускаются только с разрешения отделения TDB MAN (адрес см. выше в колонке «Издатель»).

Поэтому при создании автомобилей, которые используются как седельный тягач и грузовик, в качестве базового всегда нужно использовать грузовое шасси (исключение составляет автовоз, см. главу 5.4. «Кузовные надстройки»).

## 4.10 Переоборудование кабин

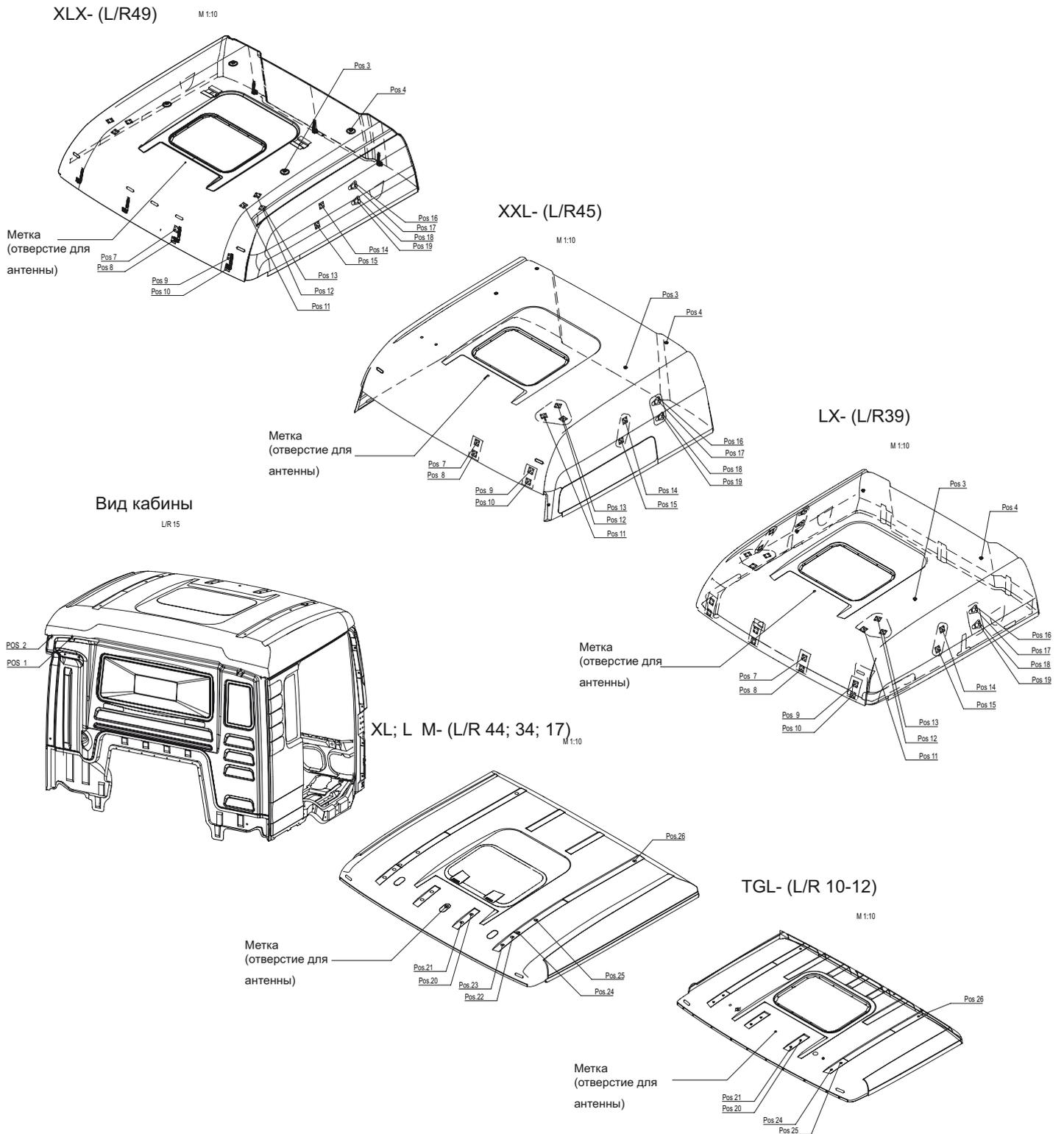
### 4.10.1 Общие положения

Изменение конструкции кабины (например, врезка или удаление отдельных частей, изменение несущих конструкций, включая сиденья и их крепление, удлинение кабины), а также изменения крепления кабины и устройства для её откидывания запрещены. Переоборудование такого рода может проводить только сама фирма MAN Nutzfahrzeuge и уполномоченные поставщики.

### 4.10.2 Спойлеры, надстройки на крыше, лестницы на крышу

Установка на крышу спойлера или аэропакета разрешена. Оригинальные спойлеры MAN и аэропакеты также могут быть заказаны через службу запчастей. С их чертежами можно ознакомиться в разделе «Кабины» информационных материалов MANTED®. При установке этих деталей на крышу можно использовать только предусмотренные для этого точки крепления.

**Рис. 38:** Места крепления на крыше кабины TDB-506\_SX



**Таблица 15:** Точки крепления на крышах кабин

Стандартное крепление	Позиция	Болт М8	Дополнительные отверстия в высокой пластиковой крыше	Позиция	Болт St 6,3
		Момент затяжки 20Н·м			Момент затяжки 10Н·м
Спойлер на крыше Высокая крыша Стальная крыша	3/3а 4/4а 24/24 25/25 26/26а	М8	Солнцезащитный козырек	7/7а 8/8а 9/9а 10/10а	Ø 5,5
			Пневматический звуковой сигнал	14/14а 15/15а 16/16а 17/17а 18/18а 19/19а	Ø 5,5
Солнцезащитный козырек	20/20а 21/21а 22/22а 23/23а	М8	Проблесковый маячок	11/11а 12/12а 13/13а	Ø 5,5

- Обозначение «а» означает отверстие симметричное относительно оси  $y = 0$
- Максимальная нагрузка на каждый болт: 5 кг
- Максимальная нагрузка на крышу: 30 кг

Резьбовое крепление в трёх точках со смещением (не по одной линии)

- Положение центра тяжести надстройки на крыше не выше 200 мм от плоскости крепления
- Дополнительные отверстия в высокой пластиковой крыше (ламинированные стальные пластины):
  - направление сверления по нормали к поверхности крыши
  - допуск положения отверстий на поверхности  $\pm 2$
  - глубина сверления 10+2
  - саморез, 6,3
  - момент затяжки 10 Н·м

Данные для установки лестницы на крышу.

**Таблица 16:** Дополнительные крепления для лестницы

Дополнительные крепления на задней стенке (все типы кабин)		
Лестница на задней стенке	1/1а 2/2а	Ø 11,2

- При установке лестницы опоры должны быть закреплены на задней стенке.
- Должны быть задействованы все 4 места крепления 1/1а, 2/2а.
- Лестницу запрещается устанавливать перед задним краем люка крыши.
- Максимальная масса лестницы 30 кг.
- Максимальная нагрузка на лестницу 100 кг.

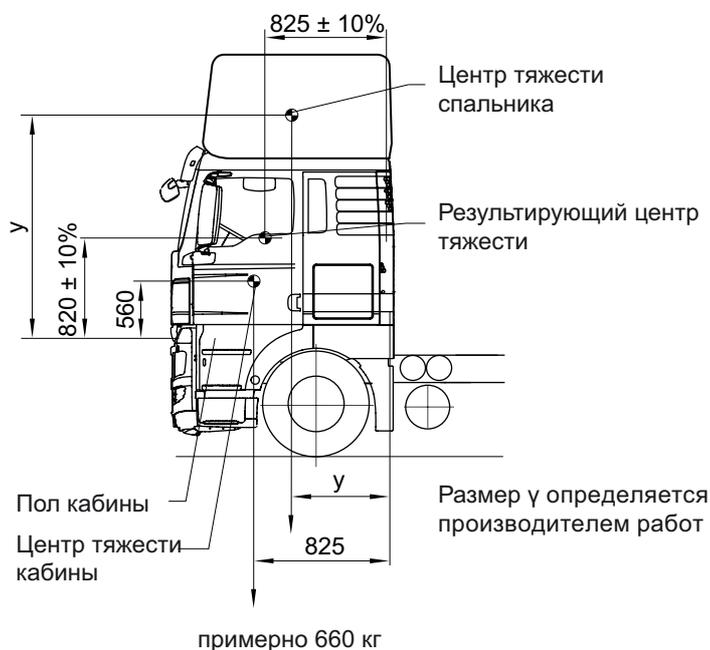
### 4.10.3 Спальник на крыше

При выполнении перечисленных ниже условий на крыше кабины может быть установлен дополнительный спальник.

- Нужно получить разрешение от MAN. Эту работу должно выполнять предприятие-изготовитель кабины, а не предприятие, устанавливающее надстройки; см. раздел 4.5. «Последующая установка навесных агрегатов» настоящего Руководства.
- За выполнение надлежащих предписаний (в особенности, касающихся вопросов техники безопасности, например, содержащихся в документах профсоюзов, распоряжений и законов GGVS/ADR) несёт ответственность производитель кабины.
- Должны быть предприняты соответствующие меры для предотвращения самопроизвольного опускания кабины (например, страховочные приспособления).
- Если процесс откидывания кабины отличается от того, что имеет место в серийной продукции MAN, должна быть выпущена понятная и исчерпывающая инструкция по его проведению.
- Нужно выполнить требования, касающиеся положения центра тяжести монтируемой кабины, и оформить это документально (см. рис. 39).
- Установка спальника на крыше разрешается только для автомобилей с пневматической подвеской.
- Необходимо выполнить требования, предъявляемые к максимальной массе, приведённые в таблице 17.

Расположенные на крыше оригинальные антенны MAN нужно квалифицированно переставить. После перестановки антенн должно быть обеспечено высокое качество для приёма и передачи электромагнитных волн с соблюдением предписаний по электромагнитной совместимости. Удлинение антенного кабеля (посредством вставки дополнительных отрезков) не допускается.

**Рис. 39:** Центр тяжести кабины с установленным спальником TDB-410



**Таблица 17:** Максимальная масса надстройки на крыше кабины

Обозначение кабины	Технический код		Предварительное условие	Максимальная масса кабины, включая оснащение
	Левый руль	Правый руль		
M	F99 L17 S	F99 R17 S	Опоры кабины с пневматической подвеской	130 кг
L	F99 L34 S	F99 R34 S		180 кг
XL	F99 L44 S	F99 R44 S		200 кг
LX	F99 L39 S	F99 R39 S	Переделка серийных кабин с высокой крышей запрещена	
XLX	F99 L49 S	F99 R49 S		
XXL	F99 L45 S	F99 R45 S		

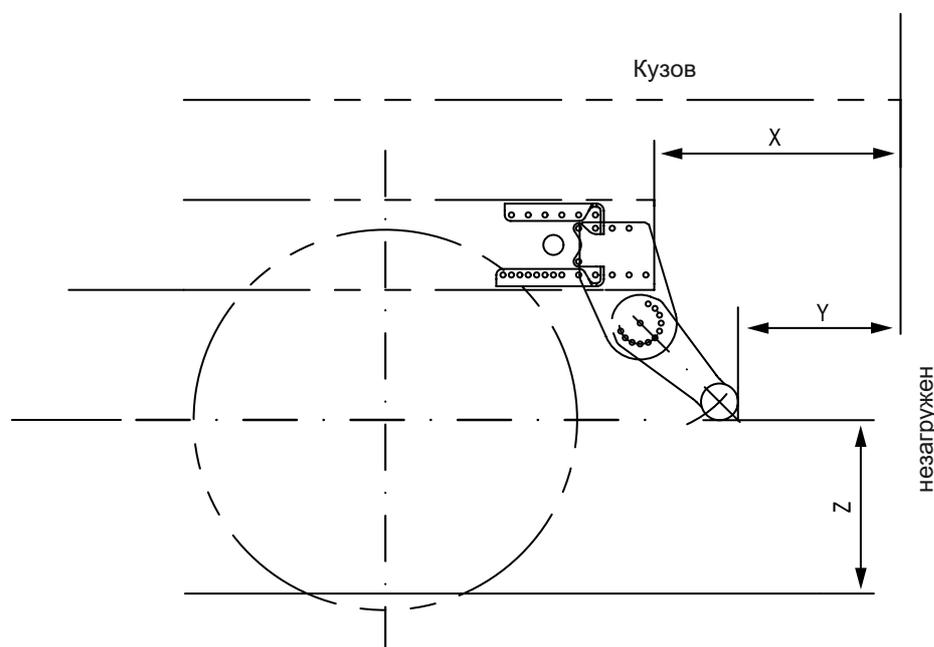
## 4.11 Навесные элементы рамы

### 4.11.1 Задний противоподкатный брус

Шасси TGS/TGX при поставке с завода могут быть оснащены регулируемым задним противоподкатным брусом MAN. В зависимости от варианта шасси автомобиль может быть оснащён складным противоподкатным брусом Ringfeder VGB для автомобилей с углубленным БСУ или складным противоподкатным брусом Meiller для строительных машин. При желании можно отказаться от заводской установки, и для перегона на предприятие по установке кузовов автомобиль оснащается транспортировочной балкой для фонарей. Это предприятие должно затем самостоятельно установить соответствующий противоподкатный брус (например, требующий специального разрешения). Противоподкатные брусья MAN имеют разрешения на установку в соответствии с директивой EC 70/221/EWG с изменениями 2006/20/EG или ECE-R 58. Допущенные к использованию противоподкатные приспособления запрещается переделывать (например, изменять сварные швы, отверстия, крепления). Это может повлечь аннулирование допуска/разрешения на эксплуатацию транспортного средства! Предприятие, устанавливающее надстройку, должно обеспечить выполнение действующих предписаний, потому что общие размеры автомобиля зависят от размеров надстройки и могут быть определены только после её установки.

- X = расстояние от заднего края надстройки до заднего края шасси (при наличии буксирно-цепного устройства следует учесть его заглубление размер от заднего края надстройки до пальца БСУ  $\geq 420$  мм).
- Y = расстояние по горизонтали от заднего края автомобиля (самая крайняя точка) до заднего края противоподкатного бруса должно быть не более 340–365 мм (в зависимости от исполнения), при этом учтена деформация, возникающая при испытательной нагрузке/
- Z = расстояние по вертикали от нижнего края противоподкатного бруса до дорожного полотна при незагруженном автомобиле  $\leq 550$  мм

**Рис. 40:** Надлежащее расположение противоподкатного бруса TDB-502



#### 4.11.2 Переднее защитное устройство FUP (FUP= front underride protection)

«Автомобили для перевозки грузов, имеющие не менее четырёх колес ... с полной разрешённой массой свыше 3,5 т, должны быть оснащены передним защитным устройством, соответствующим требованиям директивы 2000/40/EG.

Это не касается:

- автомобилей для бездорожья;
- автомобилей, назначение которых несовместимо с наличием переднего защитного устройства.

Автомобили моделей TGS/TGX, не отвечающие критериям автомобилей для бездорожья, оснащаются передним защитным устройством в соответствии с нормативами 2000/40/EG. Переделка защитного устройства запрещена (например, изменение сварных швов, кронштейнов, сверление отверстий). Это может привести к аннулированию допуска/ разрешения на эксплуатацию транспортного средства. Полноприводные модели (колёсная формула, например, 4x4, 6x6, 6x6-4, 8x6 и 8x8) и автомобили, соответствующие так называемому критерию Off Road могут рассматриваться как внедорожники, и поэтому при производстве на заводе не оснащаются передним защитным устройством.

Критерии автомобилей для бездорожья:

- как минимум 50% колес являются ведущими;
- наличие блокировки дифференциала или системы ASR;
- предельный преодолеваемый подъем  $\geq 25\%$ ;
- кроме того, автомобиль должен отвечать как минимум четырём из перечисленных ниже требований:
  - угол переднего свеса  $\geq 25^\circ$ ;
  - угол заднего свеса  $\geq 25^\circ$ ;
  - угол рампы  $\geq 25^\circ$ ;
  - дорожный просвет передних осей не менее 250 мм;
  - дорожный просвет задних осей не менее 250 мм;
  - дорожный просвет между осями не менее 300 мм.

Если расположить кузовные надстройки и навесные агрегаты (например, опоры, ящики для инструментов) так, чтобы не нарушить перечисленные выше критерии не удаётся, то автомобиль следует оснастить передним защитным устройством, которое можно заказать в службе запчастей MAN.

Ответственность за это несёт предприятие, устанавливающее надстройки. MAN не отвечает за последствия оснащения передним защитным устройством автомобиля, который был поставлен как автомобиль для бездорожья.

### 4.11.3 Боковое защитное устройство

Грузовики, тягачи и прицепы с разрешённой максимальной массой свыше 3,5 т должны быть оснащены боковыми защитными устройствами.

Среди грузовиков исключение составляют:

- шасси в момент транспортировки;
- седельные тягачи (но не полуприцепы для них);
- автомобили, предназначенные для выполнения специальных функций, когда наличие боковых защитных устройств несовместимо с назначением автомобиля.

Таковыми являются, прежде всего, автомобили, оснащённые самосвальным кузовом с боковой разгрузкой.

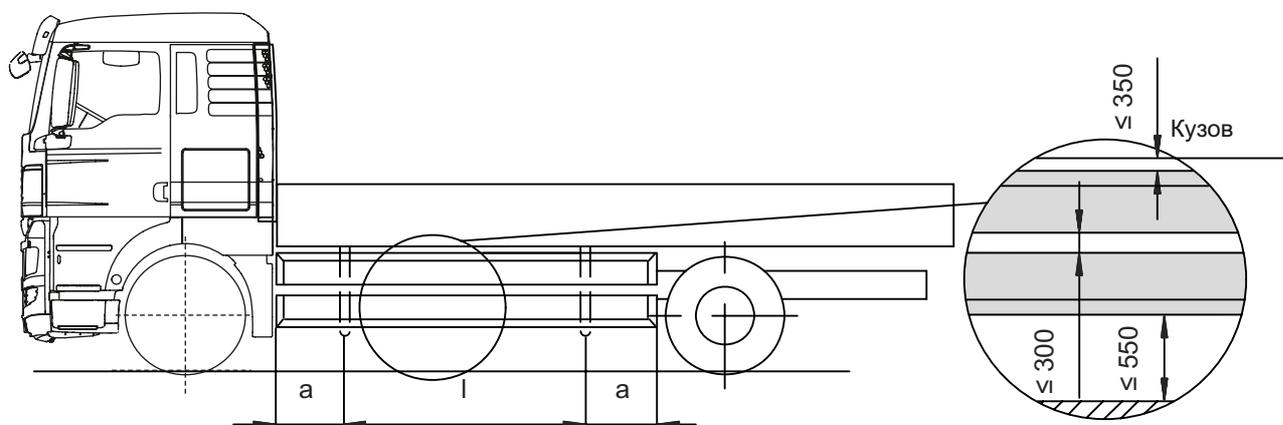
Однако для них это условие действует лишь в том, случае, когда измеренные вдоль кузова свободные промежутки не превышают 7500 мм.

Ни автомобили для комбинированных условий движения, ни автомобили для бездорожья не являются исключениями для установки боковых защитных устройств. Шасси может быть оснащено боковыми защитными устройствами в заводских условиях. Кузовные предприятия, устанавливающие боковые защитные устройства, могут получить через службу запчастей MAN необходимые профили, опоры и другие комплектующие для монтажа в различных исполнениях.

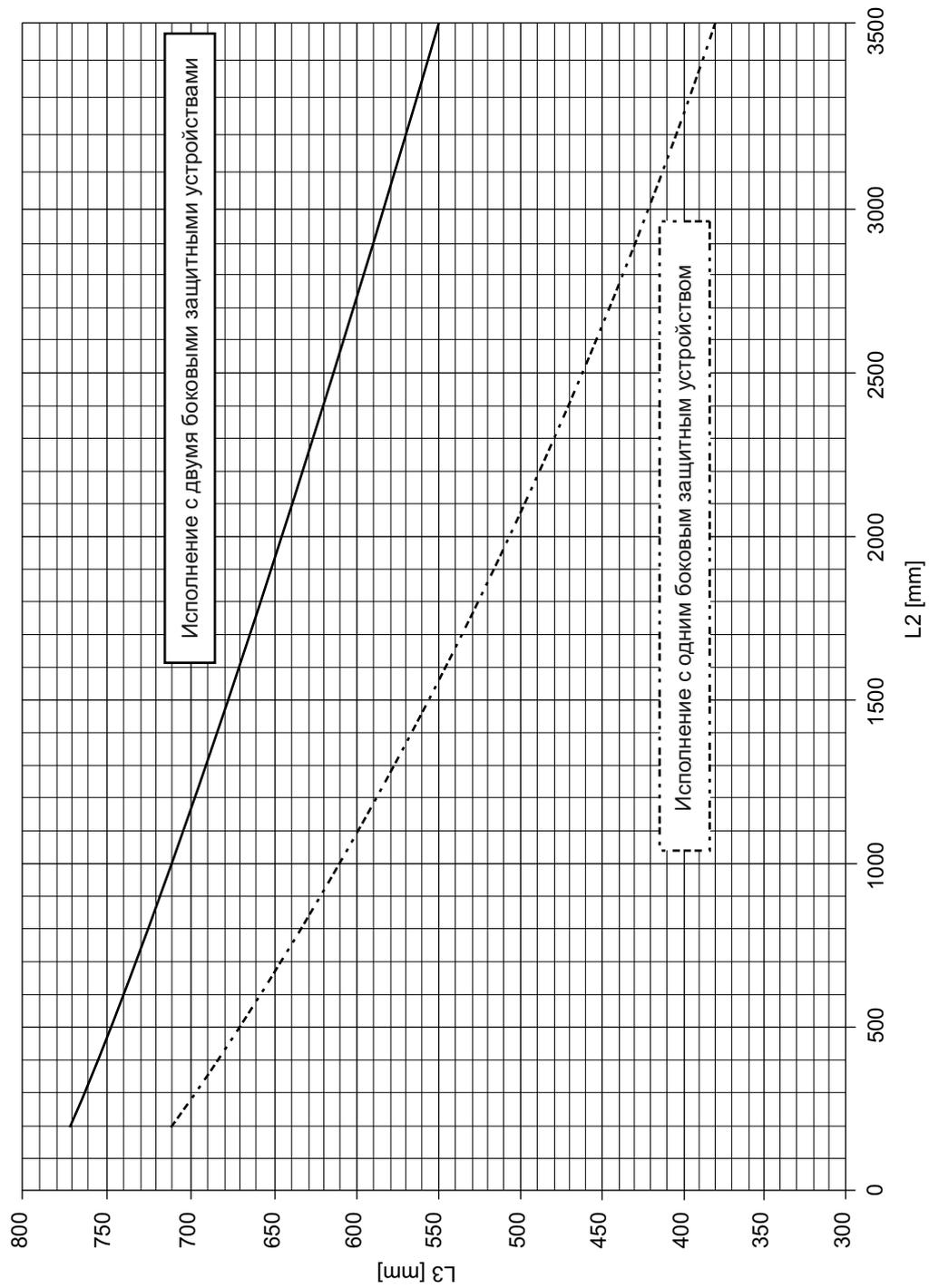
Если на предприятии, выполняющем установку надстроек, необходимо заменить установленные MAN опорные стойки боковых защитных устройств, то при этом следует руководствоваться представленной на рис. 42 диаграммой, задающей соотношение между расстоянием между опорами «l» и размером выступающей части «а». Если допустимые размеры превышены, производитель работ должен провести проверку прочности установленного бокового защитного устройства.

Приведенные иллюстрации дают лишь информацию о размерах, при соблюдении которых боковое защитное устройство MAN обеспечивают необходимую прочность.

**Рис. 41:** Боковые защитные устройства у TGX/TGS TDB-460

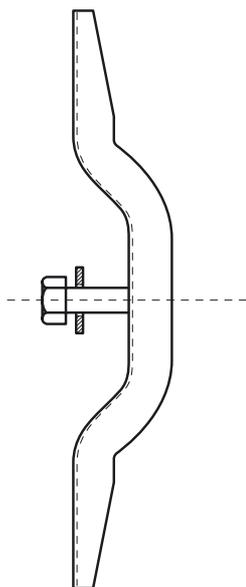


**Рис. 42:** Диаграмма для определения соотношения между размером выступающей части и расстоянием между опорами TDB-220



Ответственность за соблюдение установленных законом предписаний несёт предприятие, выполняющее работы по установке боковых защитных устройств. Запрещается закреплять тормозные, пневматические и гидравлические шланги к элементам бокового защитного устройства. На всех установленных деталях не должно быть острых кромок и заусенцев, края отрезных деталей должны быть скруглены радиусами не менее 2,5 мм. Закруглённые головки болтов и заклепки не должны выступать более чем на 10 мм. Если у автомобиля заменены шины или изменена подвеска, нужно проверить высоту боковых защитных устройств на соответствие новым условиям и при необходимости произвести доработку. Кронштейны, поставляемые MAN, допускают изменение положения устанавливаемых на них защитных профилей. Отвернув центральный болт каждого кронштейна типа «омега», можно легко снять целиком всё боковое защитное устройство в сборе с кронштейнами (см. рис. 43).

**Рис. 43:** Снятие бокового защитного устройства с центральным болтом на кронштейне типа «омега» TDB-154



## 4.12 Внесение изменений в области двигателя

### 4.12.1 Изменение конструкции систем впуска и выпуска; все двигатели, включая агрегаты Евро 4 с системой бортовой диагностики OBD

Обычно следует избегать изменений, касающихся систем впуска и выпуска. Существует множество доступных серийных вариантов исполнения TGS/TGX, которые можно попытаться использовать для постройки требуемого автомобиля. Возможные варианты с различными шасси и двигателями можно найти на сайте [www.manted.de](http://www.manted.de). Справку о возможности поставки той или модели можно получить в отделе продаж MAN. Если, тем не менее, переделка неизбежна, следует учесть следующее.

- Нельзя создавать дополнительные препятствия в системах впуска и выпуска.
- Разрежение в системе впуска и избыточное давление в системе выпуска должны остаться неизменными.
- При переделке систем впуска и выпуска необходимо обеспечить, чтобы автомобиль не вышел за рамки законодательных ограничений по шуму и по токсичности отработавших газов.
- Кроме того, необходимо выполнить требования, предъявляемые профсоюзами или другими подобными организациями относительно рассматриваемых систем (например, касательно температуры поверхностей в зоне доступности).
- В случае переделки систем впуска и выпуска MAN не может гарантировать выполнение этих и других нормативов. Ответственность за это, включая предписания, касающиеся системы On Board Diagnostics (OBD), возлагается на предприятие, выполняющее работы.

- При переделке системы выпуска необходимо обеспечить, чтобы струя отработавших газов не попадала на какие-либо части автомобиля и была направлена в сторону от автомобиля (учитывать нормативы, действующие в стране, в Германии, например, нормативы StVZO).

Кроме того, при изменении конструкции системы выпуска необходимо учитывать следующее:

- При перемещении глушителей для их крепления должны использоваться оригинальные крепления MAN.
- Положение датчиков температуры, а также датчиков NOx (при наличии системы OBD) на деталях глушителей не должно изменяться.
- Переделка или внесение изменений в области от выпускного коллектора до металлорукава (см. рис. 50) запрещены.
- Обдувание отработавшими газами перевозимого груза (например, битума) грозит повреждением выпускной системы и двигателя!
- Запрещается изменять форму и площадь поперечного сечения трубопроводов. Должны быть выполнены требования, предъявляемые к материалам трубопроводов.
- Запрещается вносить изменения в устройство глушителя (даже изменения кожуха). Это может привести к аннулированию допуска на эксплуатацию транспортного средства!
- Следует сохранить как способы подвески и крепления, так и принципиальное расположение деталей системы.
- При изгибе труб радиус изгиба не должен быть меньше удвоенного диаметра трубы. Образование складок не допускается.
- Допускаются только плавные изгибы, и запрещены скосы под углом.
- MAN не может предоставить информацию о том, насколько изменится расход топлива или шумовые характеристики; возможно, потребуется проведение новых замеров шума. При нарушении допустимых норм по шумам допуск на эксплуатацию транспортного средства может быть аннулирован.
- MAN не может также оценить соответствие характеристик выпускной системы законным требованиям — для этого необходимо проведение экспертизы. При нарушении допустимых норм, касающихся отработавших газов, допуск на эксплуатацию транспортного средства может быть аннулирован!
- Запрещается затрагивать детали, относящиеся к системе OBD. При вмешательстве в устройство системы OBD допуск на эксплуатацию транспортного средства может быть аннулирован!
- Штуцер трубопровода для датчика давления на корпусе глушителя должен быть всегда направлен вверх. Отходящая от глушителя стальная трубка должна плавно подниматься вверх к датчику, и её длина должна находиться в диапазоне 300–400 мм (включая гибкую часть трубопровода). Трубка для измерительного канала должна быть изготовлена из стали марки M01-942-X6CrNiTi1810-K3-8x1 D4-T3.
- Положение датчика давления изменять не следует (присоединение в нижней части).
- Чувствительные к нагреву детали (например, проводка, запасные колёса) должны располагаться не ближе 200 мм к нагретым частям или, при использовании для их защиты тепловых экранов, не ближе 100 мм.
- При переделке системы выпуска необходимо обеспечить, чтобы струя отработавших газов не попадала на какие-либо части автомобиля, а была направлена в сторону от автомобиля (учитывать нормативы, действующие в стране, в Германии, например, нормативы StVZO).

При изменении конструкции системы впуска необходимо, кроме того, учитывать следующее:

- Запрещается изменять форму и площадь поперечного сечения трубопроводов.
- Не переделывать воздушный фильтр.
- Не изменять положение датчика влажности в корпусе фильтра.
- Следует сохранить как способы подвески и крепления, так и принципиальное расположение деталей системы.
- MAN не может предоставить информацию о том, насколько изменится расход топлива или шумовые характеристики; возможно, потребуется проведение новых замеров шума. Детали, влияющие на уровень шума (например, наконечник на входе в систему впуска) изменять запрещено. При нарушении допустимых норм по шумам допуск на эксплуатацию транспортного средства может быть аннулирован.
- Система впуска должна быть расположена так, чтобы в неё не попадал разогретый воздух (например, от нагретого двигателя, из пространства вблизи крутящихся колёс, или от близко расположенного глушителя). Нужно выбрать такое положение для впускного трубопровода, чтобы температура воздуха на впуске превышала температуру окружающей среды не более чем на 5°C (разница между наружной температурой и температурой перед турбонагнетателем).

При более высокой температуре на впуске двигатель может перестать отвечать требованиям норм токсичности отработавших газов. При нарушении допустимых норм, касающихся отработавших газов, допуск на эксплуатацию транспортного средства может быть аннулирован!

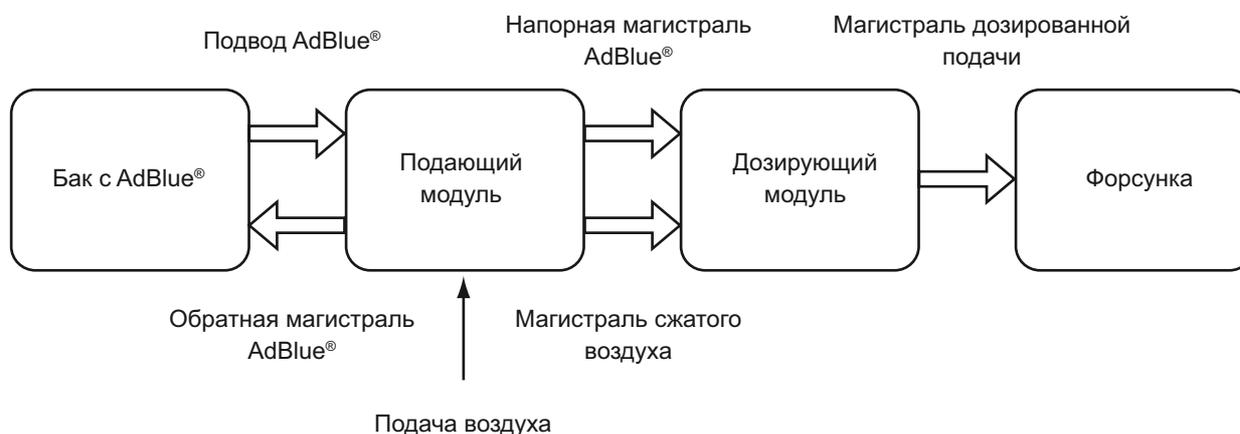
- Для того чтобы в систему впуска не могли попасть окурки или подобные предметы, на впускное отверстие должен быть установлен так называемый противосигаретный фильтр, подобный сетке, устанавливаемой в серийном производстве (негорючий материал, размер ячейки SW6, суммарная площадь проходного сечения не меньше суммарной площади проходного сечения воздухозаборника на воздушном фильтре). При невыполнении этого требования возможно возгорание автомобиля! MAN не может оценить эффективность этих мероприятий, ответственность за них несёт предприятие, выполняющее работы.
- Впускное отверстие воздухозаборника должно располагаться в местах с низкой запыленностью и быть защищено от попадания воды.
- Конструкция должна обеспечивать слив конденсата и простое удаление пыли из корпуса фильтра и трубопровода для забора воздуха. Выходной патрубок фильтра должен быть совершенно герметичен.
- Внутренняя поверхность трубопровода после воздушного фильтра должна быть гладкой, материал внутри не должен отслаиваться. Соединения трубопроводов после воздушного фильтра должны быть надежно зафиксированы и уплотнены. Для этой цели предусмотрены соответствующие крепления.
- Датчик разрежения должен располагаться в прямой трубке как можно ближе к турбонагнетателю. За правильность показаний датчика отвечает предприятие, проводящее работы.  
**Внимание: при слишком низких показаниях датчика может быть повреждён двигатель!**
- Все впускные патрубки должны выдерживать разрежение до 100 мбар и температуру до 80°C (кратковременно до 100°C). Гибкие трубопроводы (например, шланги) использовать не разрешается.
- Следует избегать резких изгибов трубопроводов, срезы под углом недопустимы.

Срок службы фильтра при изменении конструкции системы впуска может сократиться.

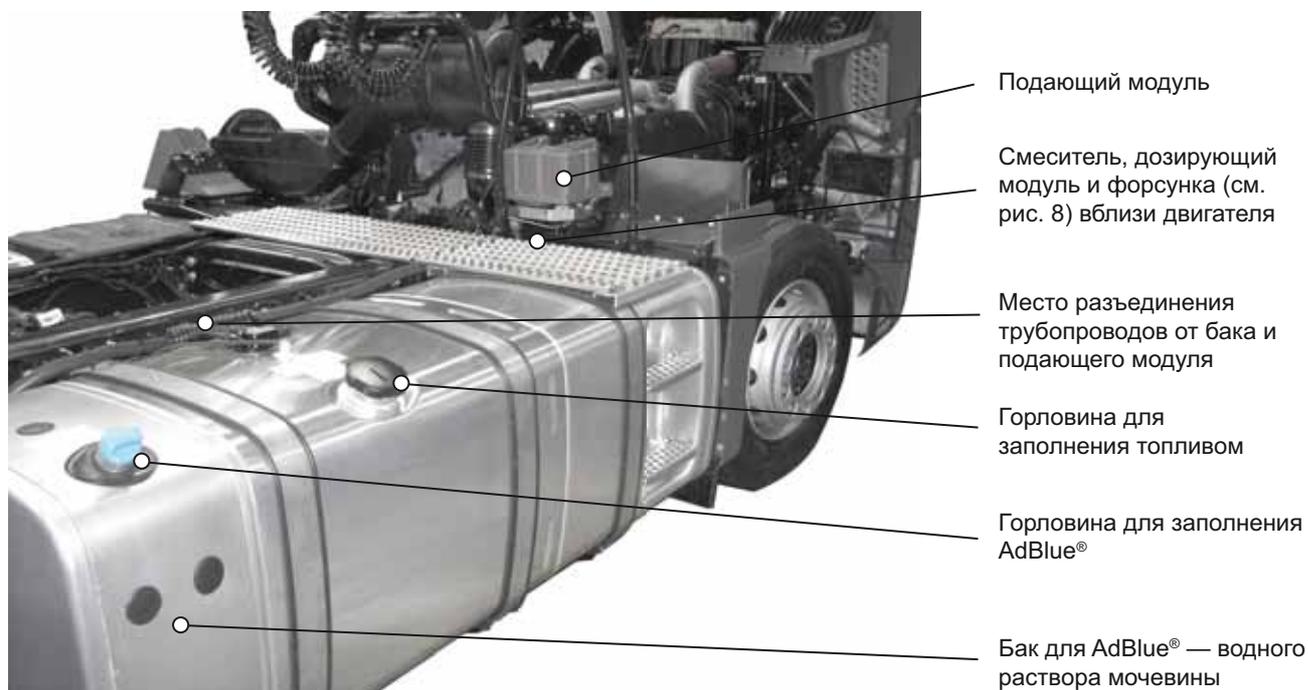
#### 4.12.2 Дополнительные указания, касающиеся переоборудования системы AdBlue® и системы выпуска отработавших газов у автомобилей, соответствующих нормам Евро 5

Перед началом работ по переоборудованию необходимо проверить, не существует ли готовое спроектированное MAN подходящее исполнение системы AdBlue® (реализуемое, например, с помощью одного из готовых комплектов трубопроводов MAN). Любые мероприятия по переоборудованию автомобиля должны проводиться персоналом, обладающим соответствующей подготовкой. **AdBlue® (DIN 70070) является зарегистрированным наименованием 32,5-процентного водного раствора синтетической мочевины, применяемого для обработки отработавших газов в катализаторе SCR (selective catalytic reduction).**

**Рис. 44:** Схема системы AdBlue® в автомобилях, отвечающих нормам токсичности Евро 5 TDB-419



**Рис. 45:** Расположение основных элементов системы AdBlue® на автомобиле TDB-420



#### Перестановка бака для AdBlue®

К бакам с AdBlue® подходят четыре трубопровода, различающиеся между собой по имеющейся на них надписи:

- напорный и обратный трубопроводы AdBlue® (размеры 8,8x1,4, материал PA-PUR, цвет патрубка черный, надпись жёлтым шрифтом);
- подводящий и отводящий патрубки, подключённые к системе охлаждения двигателя, для подогрева системы AdBlue® (размер 9x1,5, PA12-PHL-Y, белый шрифт на чёрной трубке);
- перестановка комбинированного или отдельного бака допустима только при условии, что длина трубопровода между входом бака и штуцером подающего модуля не превышает 5000 мм, при этом разрешается использовать только оригинальные баки MAN;
- перекладка электропроводки и кабелей шины CAN (например, для датчиков уровня, подающего модуля и датчиков системы OBD) разрешается только при использовании оригинальных кабельных жгутов, которые можно заказать в службе запчастей MAN.

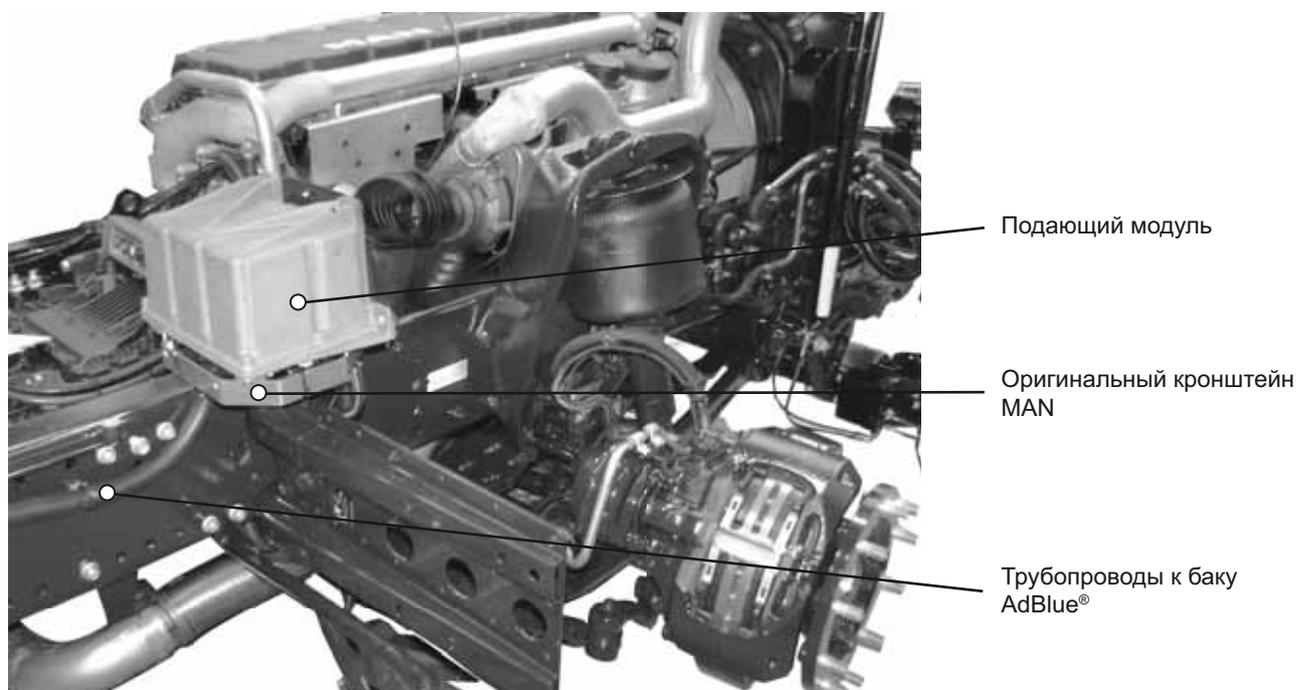
#### Перестановка подающего модуля для AdBlue®

- Перестановка подающего модуля допускается только на штатные места для установки и при наличии оригинальных креплений MAN.

Причина:

обеспечение надежности крепления и отсутствия тряски.

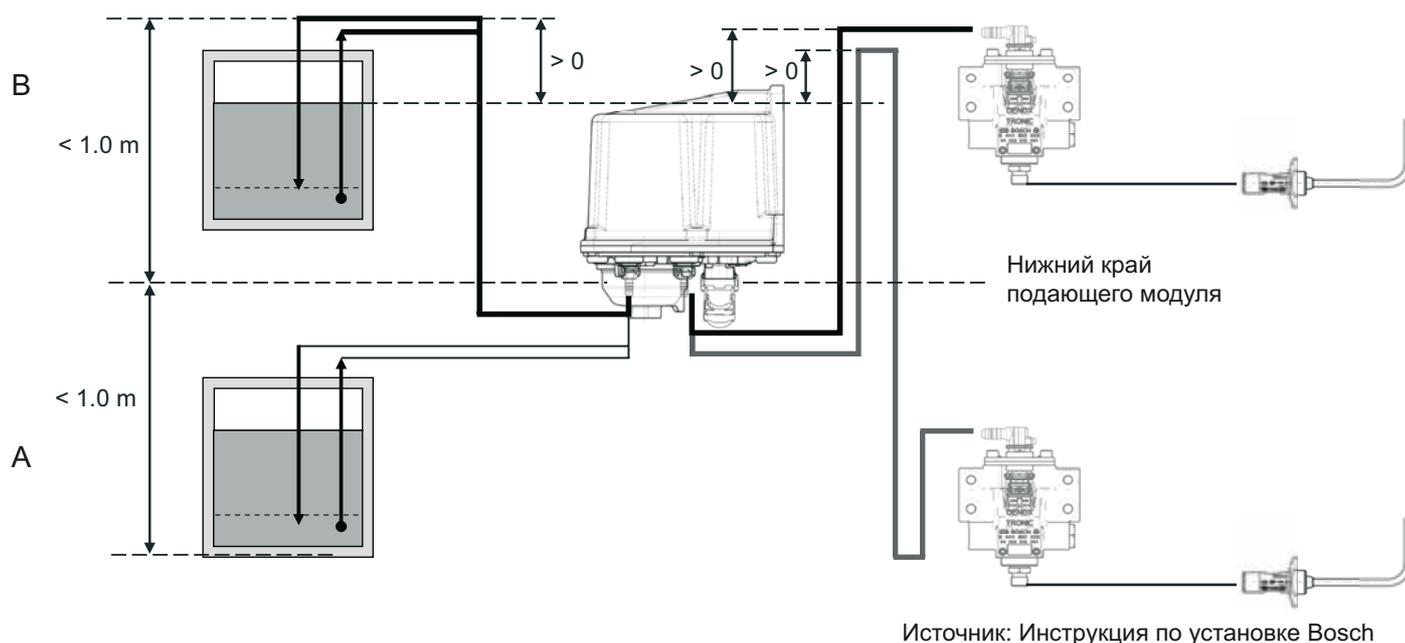
**Рис. 46:** Подающий модуль и оригинальный кронштейн TDB-421



- При перестановке подающего модуля необходимо следить за тем, чтобы использовались либо оригинальные трубопроводы до дозирующего модуля, либо, чтобы суммарная длина трубопроводов не превышала 3000 мм.
- Максимально возможная разница по уровню (перепад) между нижним краем подающего модуля и нижним краем бака, или между нижним краем подающего модуля и верхним краем бака (верхней точкой трубопроводов) не должна превышать 1000 мм.

При несоблюдении этого обязательного условия гарантийные обязательства аннулируются

**Рис. 47:** Схема установки TDB-422



### Дозирующий модуль

- Изменять положение дозирующего модуля не разрешается.
- Удлинять трубопровод между подающим модулем и дозирующим модулем разрешается до 3000 мм.

### Удлинение или укорочение трубопроводов для AdBlue® и для охлаждающей жидкости двигателя

- Соединение шлангов разрешается только с помощью соединителей фирмы VOSS (их можно заказать через службу запчастей MAN).
- Установку соединителей можно производить только с помощью специального инструмента фирмы VOSS (обжимные клещи MAN-Nr.80.99625.0023).
- Для того чтобы исключить излишние потери давления, в магистрали AdBlue® разрешается вставка только одного удлиняющего трубопровода (два соединителя).

**Рис. 48:** Соединитель (VOSS) для удлинения/укорочения магистрали AdBlue® и системы охлаждения двигателя TDB-423

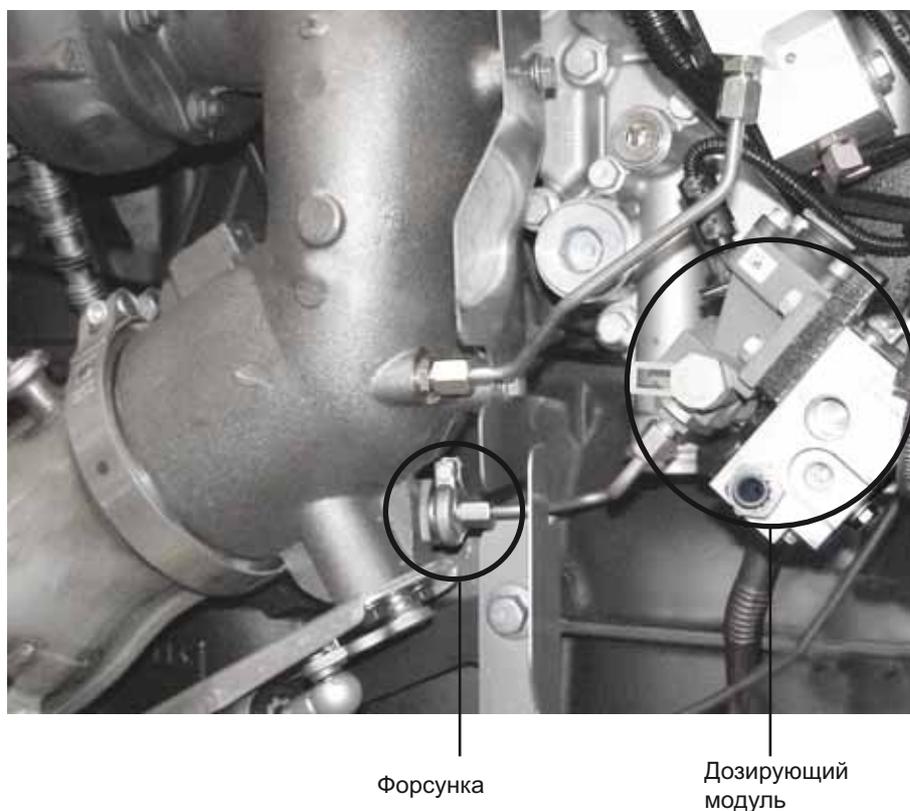


- Обжим трубопроводов AdBlue® на пластмассовых штуцерах не разрешается даже с использованием специального инструмента. Для этих целей нужно использовать готовые шланги с установленными штуцерами (длиной 1000 мм), выпускаемые фирмой VOSS (можно заказать через службу запчастей MAN).
- На трубопроводах не должно быть надломов.
- Оригинальные трубопроводы обязательно должны иметь соответствующую теплоизоляцию для предотвращения замерзания.

**Таблица 18:** Установочные параметры системы AdBlue®

	Подвод AdBlue®	Напорная магистраль AdBlue®	Магистраль дозированной подачи	Обратная магистраль AdBlue®	Подача воздуха	Магистраль сжатого воздуха
Мин. давление (абс. значение)	1.500 гПа	-----	-----	-----	-----	-----
Макс. давление (абс. значение)	650 гПа	-----	-----	-----	-----	-----
Макс. падение давления на поперечном сечении шлангов	-10 гПа	-10 гПа	-----	-1 гПа	-----	Без ограничения
Максимальный перепад высот	-/ + 1000 мм	-/ + 1000 мм	-----	-----	-----	Без ограничения
Максимальная длина	5000 мм	3000 мм	500 мм	5000 мм	Без ограничения	Без ограничения

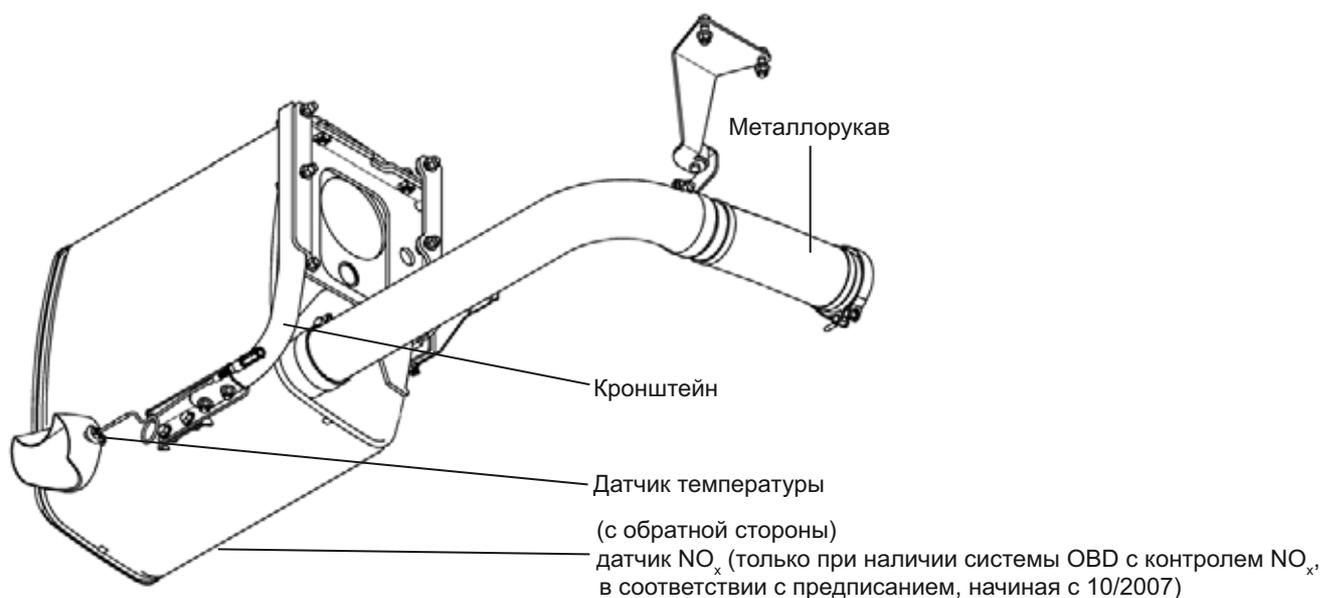
**Рис. 49:** Датчик температуры, форсунка, дозирующий модуль TDB-424



### Изменение системы выпуска ОГ

- При перемещении глушителей для их крепления должны использоваться оригинальные крепления MAN.

**Рис. 50:** Крепление глушителя TDB-425



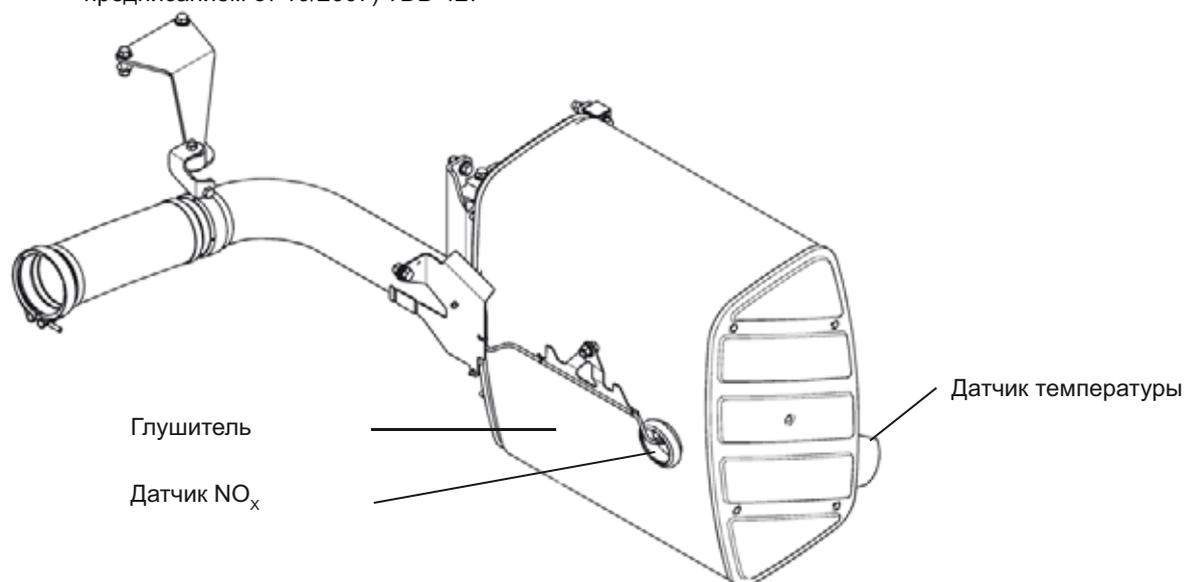
- Удлинение выпускного трубопровода между металлорукавом и глушителем на расстояние до 1000 мм разрешается без использования высокотемпературной изоляции.
- Удлинение выпускного трубопровода между металлорукавом и глушителем на расстояние от 1000 мм до 2000 мм разрешается при использовании высокотемпературной изоляции.

**Рис. 51:** Выпускной тракт от смесителя до металлорукава TDB-426



- Положение датчиков температуры, а также датчиков NO<sub>x</sub> (при наличии системы OBD) на деталях глушителей не должно изменяться.
- В выпускном тракте следует применять только трубы из аустенитной нержавеющей стали. Причина: при использовании обычных ферритовых сталей попадающий в выпускной тракт аммиак (продукт разложения AdBlue®) вызывает их коррозию.
- Трубы из нержавеющей стали разрешается сваривать подготовленному персоналу с помощью газосварки (учитывать указания изготовителей стали).
- Переделка или внесение изменений в области от выпускного коллектора до металлорукава не разрешается.

**Рис. 52:** Расположение датчика NO<sub>x</sub> (только для систем OBD с контролем NO<sub>x</sub>, обязательно наличие в соответствии с предписанием от 10/2007) TDB-427



**Таблица 19:** Перечень разрешённых к применению аустенитных нержавеющей сталей в соответствии со стандартом DIN 17440

**Материалы:**

Обозначение	Номер материала
X 5 CrNi 18 10	1.4301
X 2 CrNi 19 11	1.4306
X 2 CrNiN 18 10	1.4311
X 6 CrNiTi 18 10	1.4541
X 6 CrNiNb 18 10	1.4550
X 5 CrNiMo 17 12 2	1.4401
X 2 CrNiMo 17 13 2	1.4404
X 6 CrNiMoTi 17 12 2	1.4571
X 2 CrNiMoN 17 13 3	1.4429
X 2 CrNiMo 18 14 3	1.4435
X 5 CrNiMo 17 13 3	1.4436
X 2 CrNiMoN 17 13 5	1.4439

**Маркировка трубопроводов**

**Рис. 53:** Маркировка патрубка для AdBlue® (размеры 8,8 x 1,4 материал PA-PUR, надпись жёлтым шрифтом, цвет патрубка чёрный) TDB-428



**Рис. 54:** Маркировка патрубка для подключения системы охлаждения двигателя (размеры 9 x 1,5, PA12-PHL-Y, надпись белым шрифтом, цвет патрубка чёрный) TDB-429



**Таблица 20:** Перечень комплектов трубопроводов, выпускаемых MAN

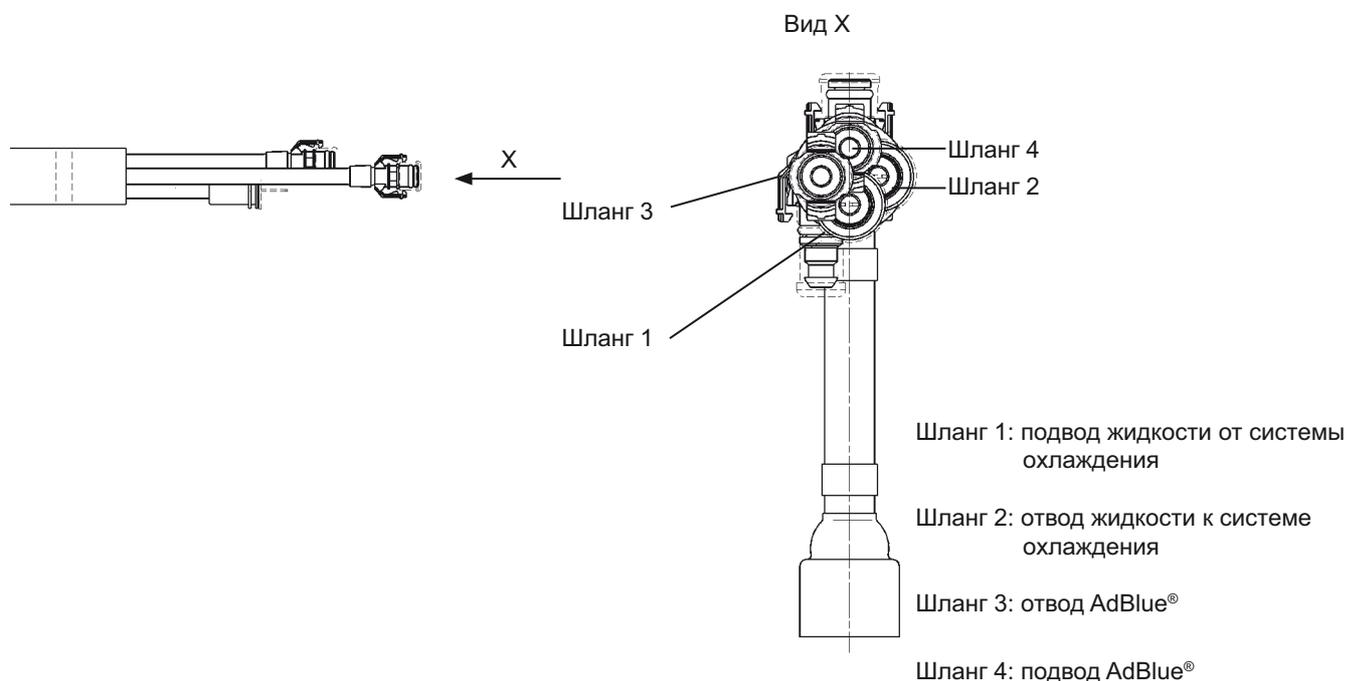
На автомобилях с комбинированным баком, поставляемых с завода, подающий модуль установлен за кабиной, и от него идёт пучок трубопроводов (см. рис. 55) почти до середины комбинированного бака, где он соединяется с трубопроводами, выходящими из бака.

В зависимости от положения бака из числа выпускаемых MAN трубопроводов можно подобрать тот, который подойдёт для данного переоборудования.

Код детали	Рабочая длина		Примечание, пример использования
81.15400.6000	Базовая длина	1650 мм*	Штатная установка с комбинированным баком 480/75 [л]
81.15400.6001	Базовая длина + 400 мм	2050 мм*	Для бака грузовика 680/75 [л]
81.15400.6004	Базовая длина + 940 мм	2590 мм*	Для бака грузовика 485/75 [л]
81.15400.6005	Базовая длина +1150 мм	2800 мм*	Для бака грузовика 485/75 [л]
81.15400.6006	Базовая длина +1670 мм	3320 мм*	Для бака грузовика 485/75 [л]

\* Длина трубопровода от подающего модуля до штуцера на баке (общий жгут шлангов длиннее примерно на 0,5 м)

**Рис. 55:** Жгут шлангов для AdBlue® и охлаждающей жидкости TDB-430



### 4.12.3 Система охлаждения двигателя

- Изменение конструкции системы охлаждения (радиатор, решётка радиатора, воздухопроводы, контур охлаждения) запрещено.
- Исключения допускаются только с разрешения отделения TDB MAN (адрес см. выше в колонке «Издатель»).
- На изменения радиатора, приводящие к уменьшению охлаждаемой поверхности, разрешение не выдается.

При эксплуатации автомобиля преимущественно в неподвижном состоянии или в климатически неблагоприятных условиях может потребоваться радиатор большей эффективности. Информацию о возможности поставки радиатора для того или иного автомобиля можно получить на ближайшем дилерском предприятии MAN, а установку произвести в ближайшем сервисном центре MAN.

### 4.12.4 Моторный отсек, шумоизоляция

Вмешательство в заводскую конструкцию моторного отсека и его переоборудование не разрешается. Если автомобиль имеет статус «бесшумного» или «малошумного», то после переделки он может лишиться этого статуса. За восстановление прежнего статуса ответственность несёт предприятие, проводящее переоборудование.

### 4.13 Замена механической коробки передач, автоматической коробки передач, раздаточной коробки

Установка механической или автоматической коробки передач, не предусмотренной документацией MAN, невозможна по причине отсутствия возможности её корректного подключения к шине CAN-трансмиссия. Игнорирование этого обстоятельства приводит к ошибкам в работе электроники, влияющей на безопасность эксплуатации. Установка раздаточных коробок других производителей (например, для отбора мощности) влияет на работу электронных блоков трансмиссии. У автомобилей с механической коробкой передач в некоторых случаях такая установка возможна, при настройке необходимых параметров, которую перед началом работ нужно запросить у MAN (отделение TDB; адрес см. выше в колонке «Издатель»). В принципе такая установка не допускается для автомобилей с КП MAN TipMatic/ZF ASTRONIC (коробка передач ZF12AS).

## 5. Надстройки

### 5.1 Общие положения

Каждая надстройка должна быть снабжена идентификационной табличкой, на которой должны быть отражены, по меньшей мере, следующие данные:

- полное наименование предприятия-изготовителя,
- заводской номер.

Данные на идентификационной табличке должны быть нанесены нестираемым способом, гарантирующим длительную сохранность. Кузовные надстройки заметно влияют на эксплуатационные характеристики автомобиля и на его аэродинамику, что приводит к изменению расхода топлива. Не следует без насущной необходимости увеличивать аэродинамическое сопротивление автомобиля и ухудшать его ходовые качества. Неизбежные прогибы и скручивание рамы не должны приводить к ухудшениям характеристик надстройки и автомобиля в целом. Как надстройка, так и шасси должны быть рассчитаны на такие деформации. Величина прогиба может быть приблизительно оценена с помощью следующей формулы.

**Формула 16:** Оценка величины допустимого прогиба

$$f = \frac{\sum_1^i l_i + l_0}{200}$$

Здесь:

$f$	=	максимальный прогиб в [мм]
$l_i$	=	колёсная база, $\Sigma l_i$ = сумма расстояний между колёсами в [мм]
$l_0$	=	свес рамы в [мм]

Со стороны надстройки на шасси должно передаваться как можно меньше вибраций.

Предполагается, что изготовитель надстройки произвёл, по меньшей мере, оценочные расчёты надрамника или монтажной рамы.

Кроме того, предполагается, что предприняты меры, предотвращающие перегрузку автомобиля.

Необходимо также учитывать неизбежные отклонения размеров (допуски) и гистерезис, обычные для практики автомобилестроения. Это, в частности, касается:

- шин,
- подвески (в том числе гистерезис пневматической подвески),
- рамы.

При эксплуатации автомобиля следует учитывать также другие изменения размеров. Это, в частности, касается:

- просадки рессор,
- деформации шин,
- деформации надстройки.

Перед началом и во время монтажа рама не должна быть деформирована. До начала монтажа на автомобиле следует несколько раз проехать вперёд-назад, чтобы снять имеющиеся напряжения. Это требуется сделать из-за смещения осей, проявляющегося при движении по кривой траектории, особенно у автомобилей с числом мостов более двух.

Для проведения монтажа надстройки автомобиль нужно установить на ровную площадку. Различия в высоте рамы слева и справа, составляющие не более 1,5% расстояния от пола до верхнего края рамы, лежат в диапазоне вышеупомянутых эффектов гистерезиса и усадки. Эти различия допустимы для установки надстройки, и не следует пытаться компенсировать их правкой рамы, подкладками под рессоры или регулировкой пневматической подвески. В процессе эксплуатации эти настройки неизбежно изменятся. При обнаружении различий свыше 1,5% следует обратиться до начала ремонта в службу сервиса MAN.

В итоге будут выработаны меры, которые необходимо предпринять изготовителю надстройки или сервисному предприятию MAN. Доступность и свобода движения: Должен быть обеспечен свободный доступ к местам заправки топлива и прочих эксплуатационных материалов, (например, AdBlue®) а также к другим навесным элементам рамы (например, к запасным колесам и отсеку с АКБ).

**Кузовная надстройка не должна создавать помех перемещению движущихся частей автомобиля.**

Например, таких узлов как:

- тормозной цилиндр,
- механизм переключения передач (рычаги, тросовые тяги),
- детали подвески мостов,
- трубопроводы тормоза-замедлителя и т.д.

Помимо необходимой свободы перемещения следует учитывать:

- максимальный прогиб элементов подвески,
- динамический прогиб элементов подвески во время езды,
- прогиб подвески при трогании с места или торможении,
- боковой крен при движении по кривой траектории,
- использование цепей противоскольжения,
- поведение при аварийной ситуации, например, при повреждении во время поездки пневмобаллонов подвески и обусловленном этим боковым крене (например, крен в 3° по нормам ISO 1726 для седельных тягачей, см. также документ 'Сцепные устройства TG').

## 5.2 Защита от коррозии

Защита поверхностей от коррозии важна для продления срока службы изделия, а также в плане его внешнего вида. Качество покрытия поверхностей кузовной надстройки должно, как правило, соответствовать покрытию шасси.

Для выполнения этих требований для надстроек, изготавливаемых по заказу MAN, необходимо следовать нормативам MAN M 3297 «Защита от коррозии и требования к покрытиям кузовных надстроек, производимых сторонними предприятиями».

Если клиент заказывает надстройку самостоятельно, эти нормативы можно рассматривать лишь в качестве рекомендаций, поскольку MAN не несёт никакой ответственности за последствия их несоблюдения. Ознакомиться с производственными нормативами MAN можно на сайте [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (требуется регистрация).

В серийном производстве шасси MAN покрывают экологически безопасной 2-компонентной краской на водной основе, предназначенной специально для шасси (температура сушки 80°C). Для обеспечения аналогичного качества покрытия для всех видов металлических деталей надстроек и надрамников предусмотрен следующий процесс нанесения покрытий.

- На зачищенную до блеска металлическую поверхность детали (SA 2,5)
- наносят грунтовку: 2K-EP или KTL в соответствии с нормативом MAN 3078-2 с предварительной обработкой фосфатом цинка.
- Краска: 2-компонентная краска по нормативам MAN M 3094 желателно на водной основе; если соответствующее оборудование отсутствует — то на основе растворителя. ([www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de), требуется регистрация).

Вместо покрытия из грунта и краски для нижних частей кузовов (например, для лонжеронов, поперечин и узловых косынок) можно использовать также горячее цинкование.

Данные по времени высыхания, затвердевания и соответствующим температурам следует взять из документации, предоставляемой изготовителем краски.

При использовании сочетаний различных металлических материалов (например, алюминия и стали) необходимо учитывать влияние различий в электрохимических потенциалах на коррозию в местах стыка этих металлов. Необходимо учитывать совместимость материалов. После завершения работ на шасси:

- удалить стружку от сверлений,
- снять заусенцы,
- законсервировать скрытые полости с помощью воска.

Крепёжные детали (например, болты, гайки, шайбы, штифты) не покрытые краской, необходимо также хорошо защитить от коррозии. Для исключения коррозии от воздействия соли во время проведения работ по монтажу надстройки, все получаемые от поставщика шасси необходимо вымыть чистой водой для удаления остатков соли.

## 5.3 Надрамник

### 5.3.1 Общие положения

Надрамник, при его необходимости, должен быть выполнен в виде цельной конструкции. Он не должен быть разделён на части или изогнут в сторону (исключение, при наличии разрешения, может быть сделано для некоторых видов самосвалов). Конструкция надрамника не должна препятствовать перемещению движущихся частей автомобиля.

### 5.3.2 Разрешённые материалы и предел текучести

Условный предел текучести  $\sigma_{0,2}$  никогда не должен быть превышен при эксплуатации автомобиля, как по причине дорожных условий, так и вследствие загрузки. Этого требуют правила техники безопасности. Предел текучести различных материалов, применяемых для изготовления надрамников (см. таблицу 21).

**Таблица 21:** Материалы для надрамников, стандартизованные обозначения и предел текучести

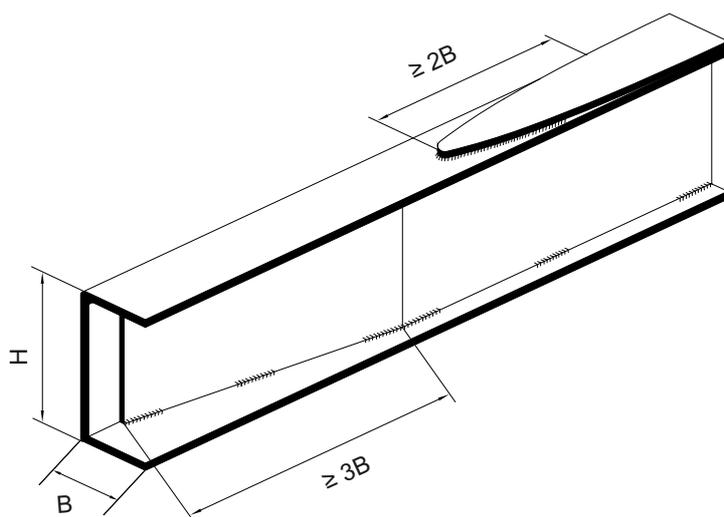
Номер материала	Старое обозначение материала	Старый стандарт	$\sigma_{0,2}$ Н/мм <sup>2</sup>	$\sigma_B$ Н/мм <sup>2</sup>	Новое обозначение материала	Новый стандарт	Пригодность для изготовления надрамника TGS/TGX
1.0037	St37-2	DIN 17100	$\geq 235$	340-470	S235JR	DIN EN 10025	не пригоден
1.0570	St52-3	DIN 17100	$\geq 355$	490-630	S355J2G3	DIN EN 10025	пригоден
1.0971	QStE260N	SEW 092	$\geq 260$	370-490	S260NC	DIN EN 10149-3	не пригоден
1.0974	QStE340TM	SEW 092	$\geq 340$	420-540	отсутствует		не пригоден при точечных нагрузках
1.0976	отсутствует	отсутствует	$\geq 355$	430-550	S355MC	DIN EN 10149-2	пригоден
1.0978	QStE380TM	SEW 092	$\geq 380$	450-590	отсутствует	DIN EN 10149-2	пригоден
1.0980	QStE420TM	SEW 092	$\geq 420$	480-620	S420MC	DIN EN 10149-2	пригоден
1.0984	QStE500TM	SEW 092	$\geq 500$	550-700	S500MC	DIN EN 10149-2	пригоден

Материалы S235JR (St37-2) и S260NC (QStE260N) не допускаются для изготовления надрамников для TGS/TGX.

### 5.3.3 Конструкция надрамника

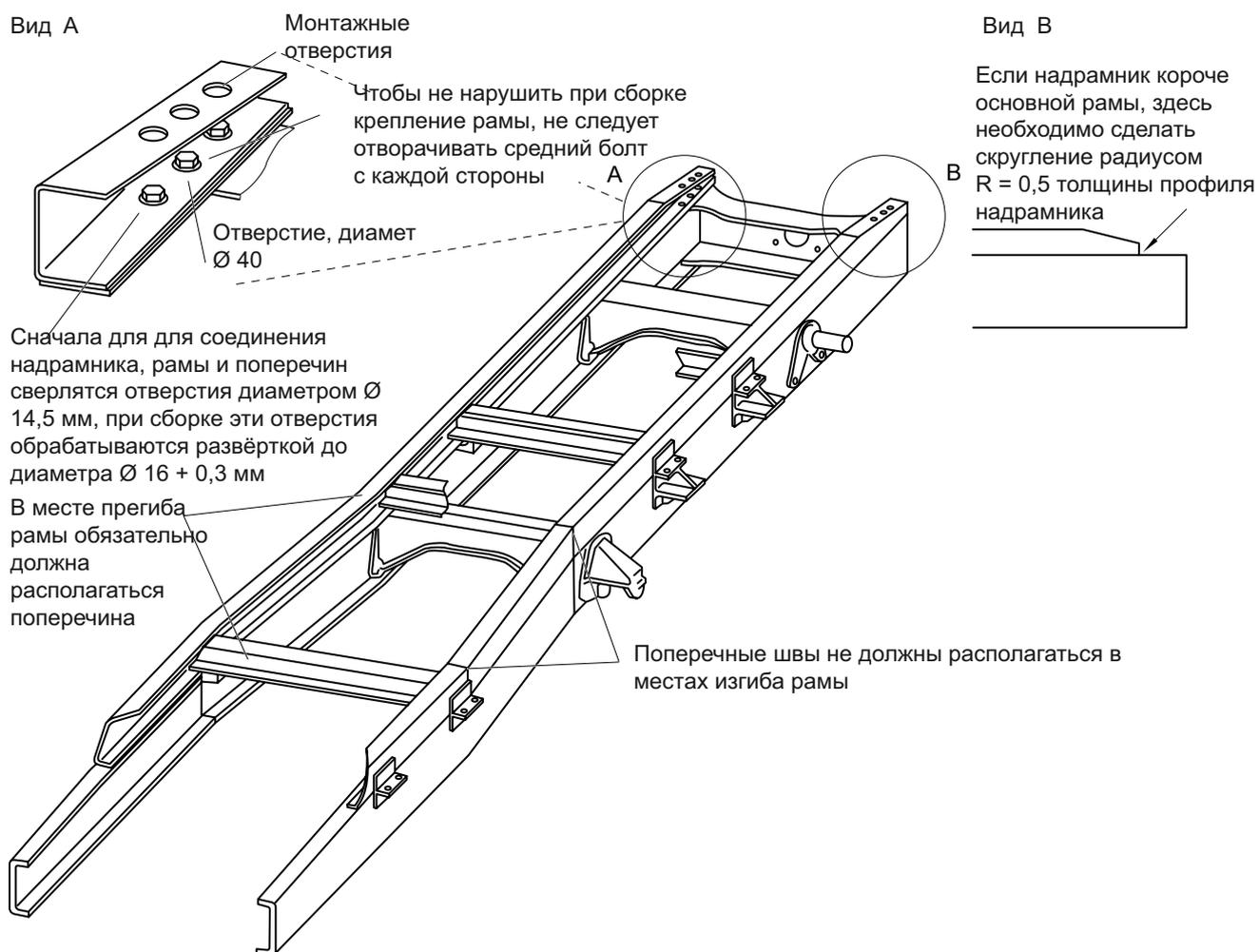
Ширина надрамника должна быть как у рамы шасси, а его наружный контур должен повторять очертания основной рамы. Лонжерон надрамника должен плотно прилегать к верхней полке лонжерона рамы. Конструкция надрамника должна, по возможности, допускать деформацию скручивания. Широко применяемые в автомобилестроении гнутые U-образные профили (швеллеры) хорошо отвечают требованию по скручиваемости. Катаные профили к использованию не допускаются. Если в некоторых местах надрамника используется закрытый профиль, то переход от закрытого профиля к швеллеру должен быть выполнен постепенно. Длина этого перехода должна быть не меньше утроенной ширины лонжерона надрамника (см. рис. 56).

**Рис. 56:** Переход от закрытого профиля к швеллеру TDB-043



Поперечина надрамника должна, по возможности, располагаться над поперечиной рамы. При монтаже надрамника не ослаблять крепёж деталей рамы шасси.

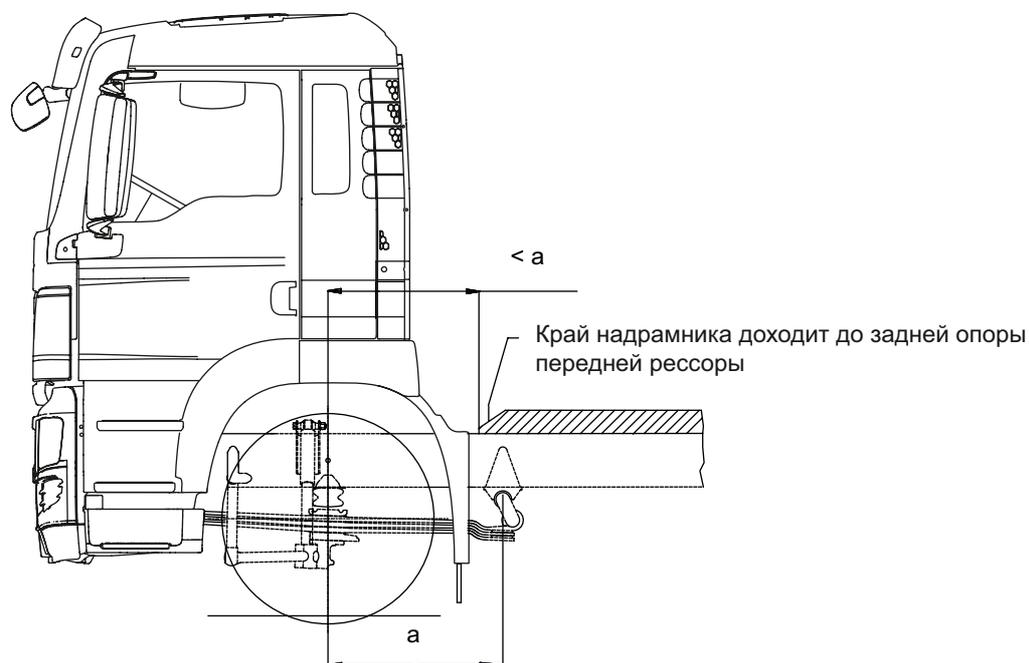
**Рис. 57:** Конструкция надрамника TDB-096



Лонжерон надрамника должен начинаться как можно раньше в передней части рамы и располагаться, по меньшей мере, над задним кронштейном передней рессоры.

При пневматической подвеске первой оси расстояние по горизонтали от центра её колеса до надрамника не должно превышать 600 мм.

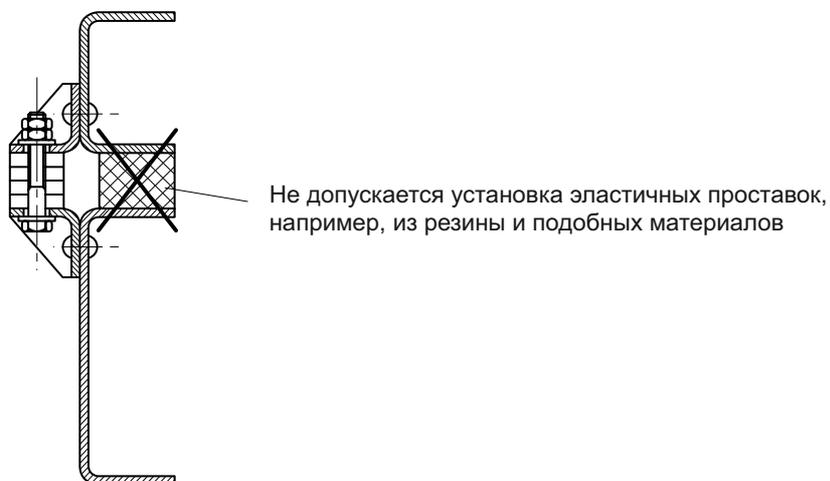
**Рис. 58:** Расстояние от надрамника до передней оси TDB-497



### 5.3.4 Крепление надрамников и надстроек

Производитель надстройки несёт ответственность за правильное распределение нагрузки от надстройки по надрамнику, правильное размещение надстройки на раме (это особенно важно), а также за соответствующие соединения с основной рамой. Надрамник может быть соединен с рамой неподвижно (жёстко) или подвижно (нежёстко). В зависимости от конкретных условий можно комбинировать оба вида крепления (в этом случае речь идёт об ограниченной зоне неподвижного соединения и задается его длина и положение). Кронштейны (угловые), поставляемые MAN вместе с шасси, предназначены для подвижного крепления грузовых платформ и фургонов. Не исключается их пригодность для установки иных надстроек, однако следует проверить, достаточно ли они прочны для установки конкретной надстройки/рабочего оборудования/подъёмного механизма/цистерны и т. д. Не допускается установка между рамой и надрамником либо между рамой и надстройкой деревянных или эластичных проставок (см. рис. 59). Исключения возможны при обоснованной аргументации и при письменном разрешении отдела TDB (адрес см. в колонке «Издатель»).

**Рис. 59:** Эластичные проставки TDB-026



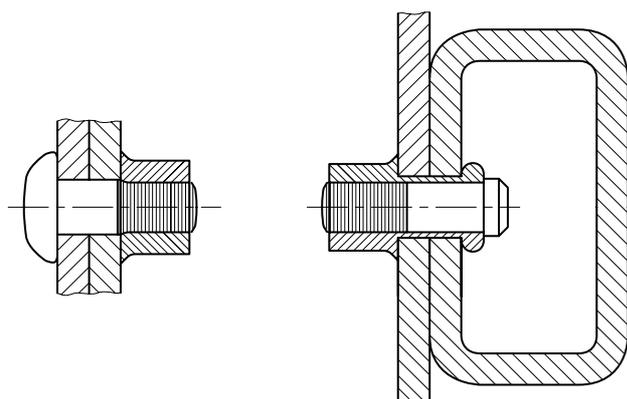
### 5.3.5 Болтовые и заклёпочные соединения

Допускается применение резьбовых соединений класса прочности не менее 10.9 с механической фиксацией от отворачивания. О резьбовых соединениях см. также в главе 4.3 настоящего Руководства. Возможно также применение высокопрочных заклёпок (например, Huck®-ВОМ или заклёпок с пластически деформируемым кольцом), устанавливаемых в соответствии с предписаниями изготовителя. По прочности клёпаные соединения не должны уступать резьбовым.

Допускается применение болтов с увеличенными головками.

Следует также указать, что из-за отсутствия надёжной механической фиксации от отворачивания к установке таких болтов предъявляются более высокие требования. Особенно это касается болтовых соединений с малой длиной напряжённого при затяжке стержня.

**Рис. 60:** Заклепочные соединения при открытых и закрытых профилях TDB-157

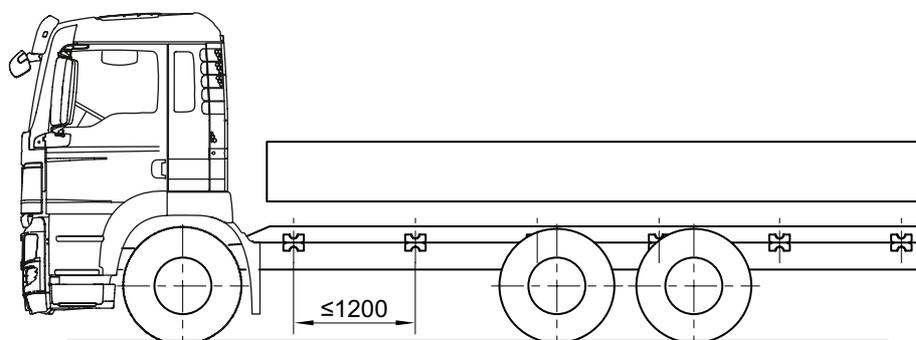


### 5.3.6 Подвижные (нежёсткие) соединения

Подвижные (нежёсткие) соединения являются фрикционными. При этом надрамник может в определённых пределах перемещаться относительно рамы. Считается, что все закрепляемые на раме с помощью кронштейнов (угловых) надстройки или надрамники крепятся подвижно (нежёстко). Даже когда для соединения лонжеронов надрамника с рамой применяются накладные пластины, соединения рассматриваются как нежёсткие, если они не удовлетворяют условиям неподвижного (жёсткого) крепления (см. главу 5.3.7 ниже по тексту).

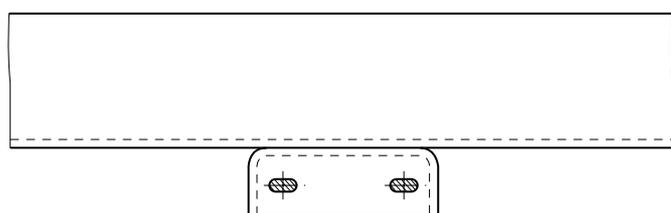
При подвижном (нежёстком) креплении надстройки используются, прежде всего, предусмотренные на шасси точки крепления. Если их недостаточно, или они не подходят по конструктивным причинам, в необходимых местах следует предусмотреть дополнительные точки крепления. При необходимости сверления дополнительных отверстий следует учитывать указания из главы 4.3. Число точек крепления должно быть таким, чтобы расстояние между ними не превышало 1200 мм (см. рис. 61).

**Рис. 61:** Шаг креплений надрамника TDB-400

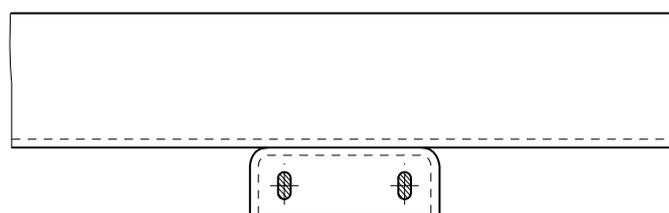


Хотя кронштейны (угловые) крепления надрамника устанавливаются на заводе или входят в комплект поставки автомобиля, производитель надстройки не освобождается от обязанности проведения проверочного расчёта. Он обязан проверить, является ли достаточным число имеющихся в раме отверстий, надлежащим ли образом они расположены для установки данной надстройки. Кронштейны (угловые) на автомобилях MAN имеют отверстия в форме паза, сориентированные параллельно продольной оси автомобиля (см. рис. 62). Они компенсируют различие размеров соединяемых узлов и не препятствуют неизбежным перемещениям надрамника или надстройки относительно рамы в продольном направлении. Для корректировки положения надстройки в поперечном направлении надрамник может иметь кронштейны (угловые) с пазами, направленными перпендикулярно продольной оси автомобиля.

**Рис. 62:** Кронштейны (угловые) с отверстиями в виде пазов TDB-038



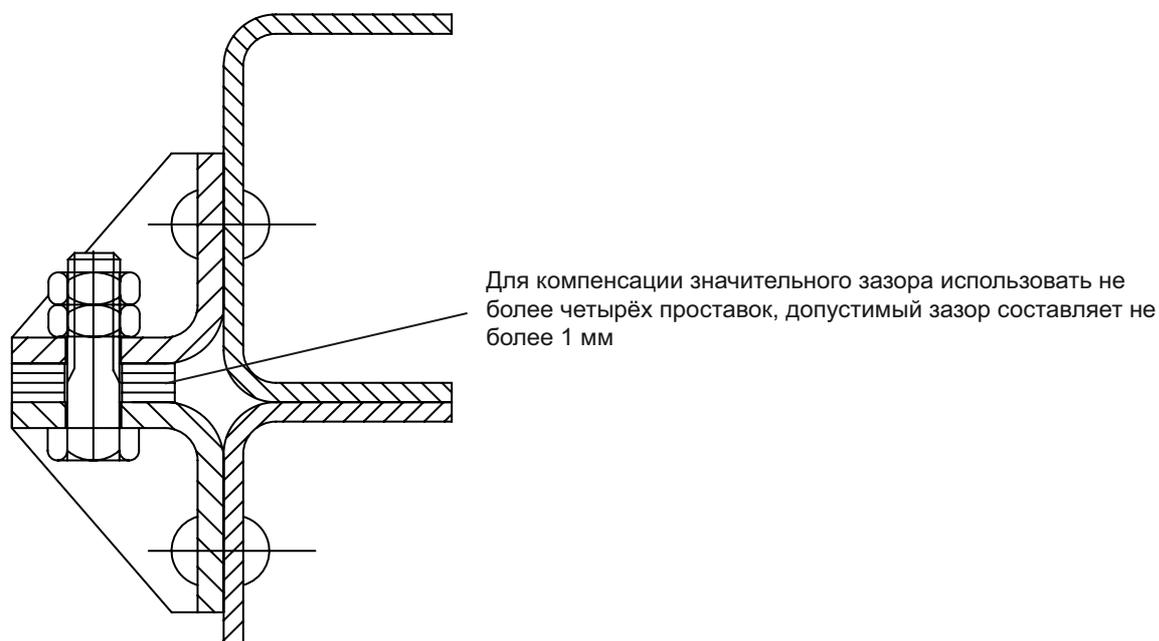
Расположение кронштейна (углового) на раме



Расположение кронштейна (углового) на надрамнике

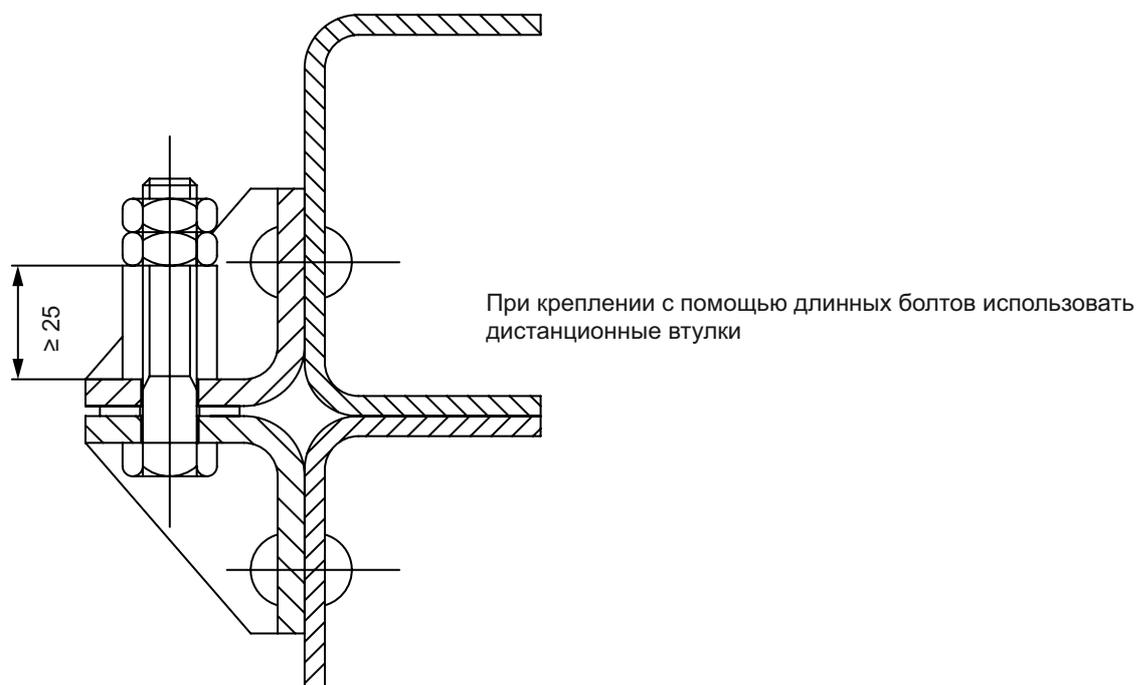
Для компенсации зазоров между кронштейнами (угловыми) рамы и подрамника используют проставки необходимой толщины (см. рис. 63). Проставки должны быть выполнены из стали, причём можно использовать сталь невысокого качества S235JR (= St37-2). Не рекомендуется устанавливать в одном месте более четырёх проставок.

**Рис. 63:** Проставки между кронштейнами (угловыми) TDB-628



Если имеются опасения, что затяжка крепёжных болтов может ослабнуть, то в этих местах нужно использовать болты длиной от 100 до 120 мм. Это уменьшает опасность ослабления крепления, так как длинные болты обладают большей упругостью при растяжении (сами играют роль упругого элемента). При соединении кронштейнов (угловых) с помощью длинных болтов нужно использовать дистанционные втулки (см. рис. 64).

**Рис. 64:** Повышение упругости на растяжение посредством использования длинных болтов и дистанционных втулок TDB-635



Другие примеры возможных подвижных (нежёстких) креплений см. на рис. 65 и 66.

Рис. 65: Длинные болты с тарельчатыми пружинами TDB-101

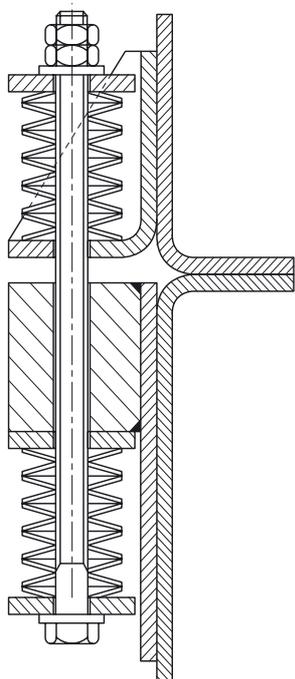
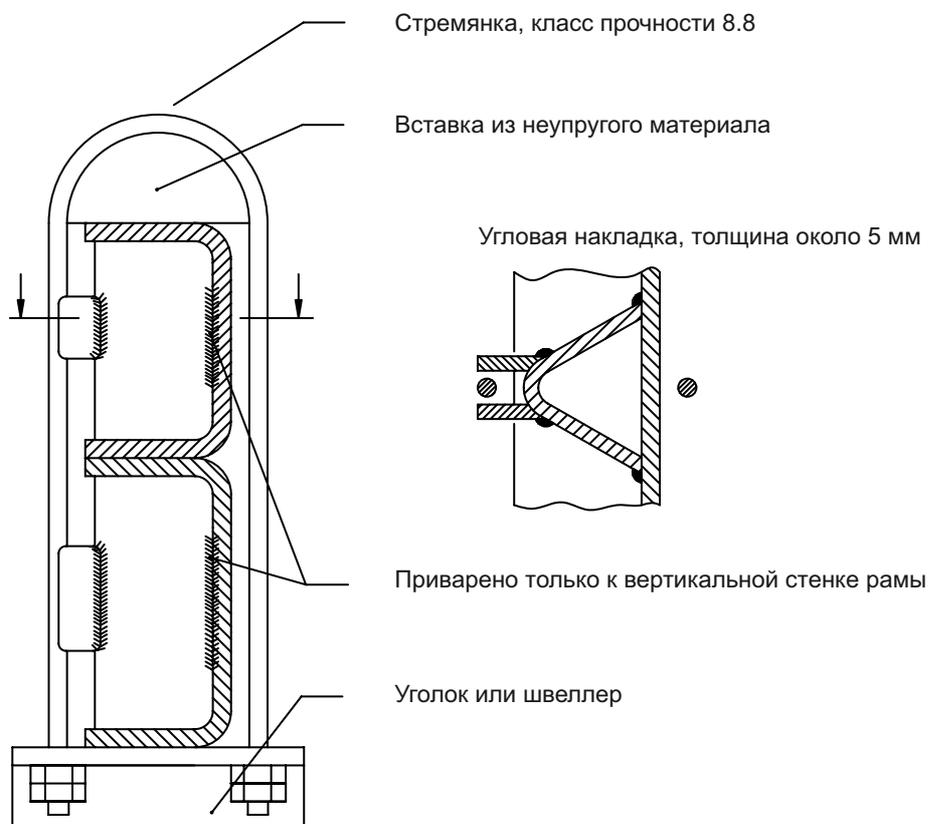


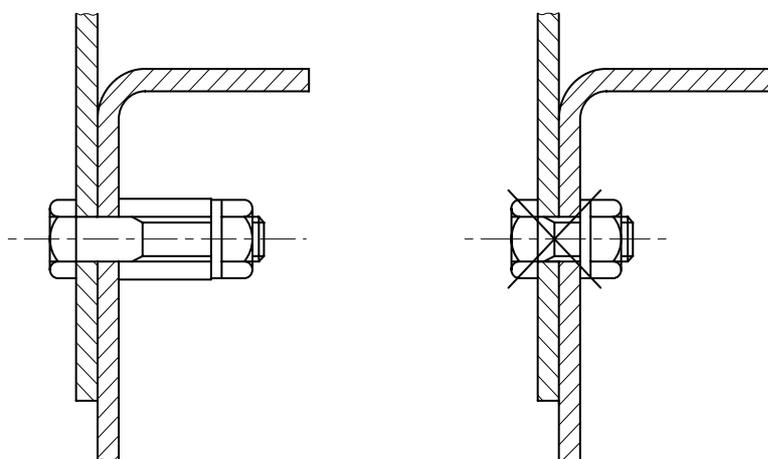
Рис. 66: Крепление с помощью стремянки TDB-123



### 5.3.7 Уголок или швеллер

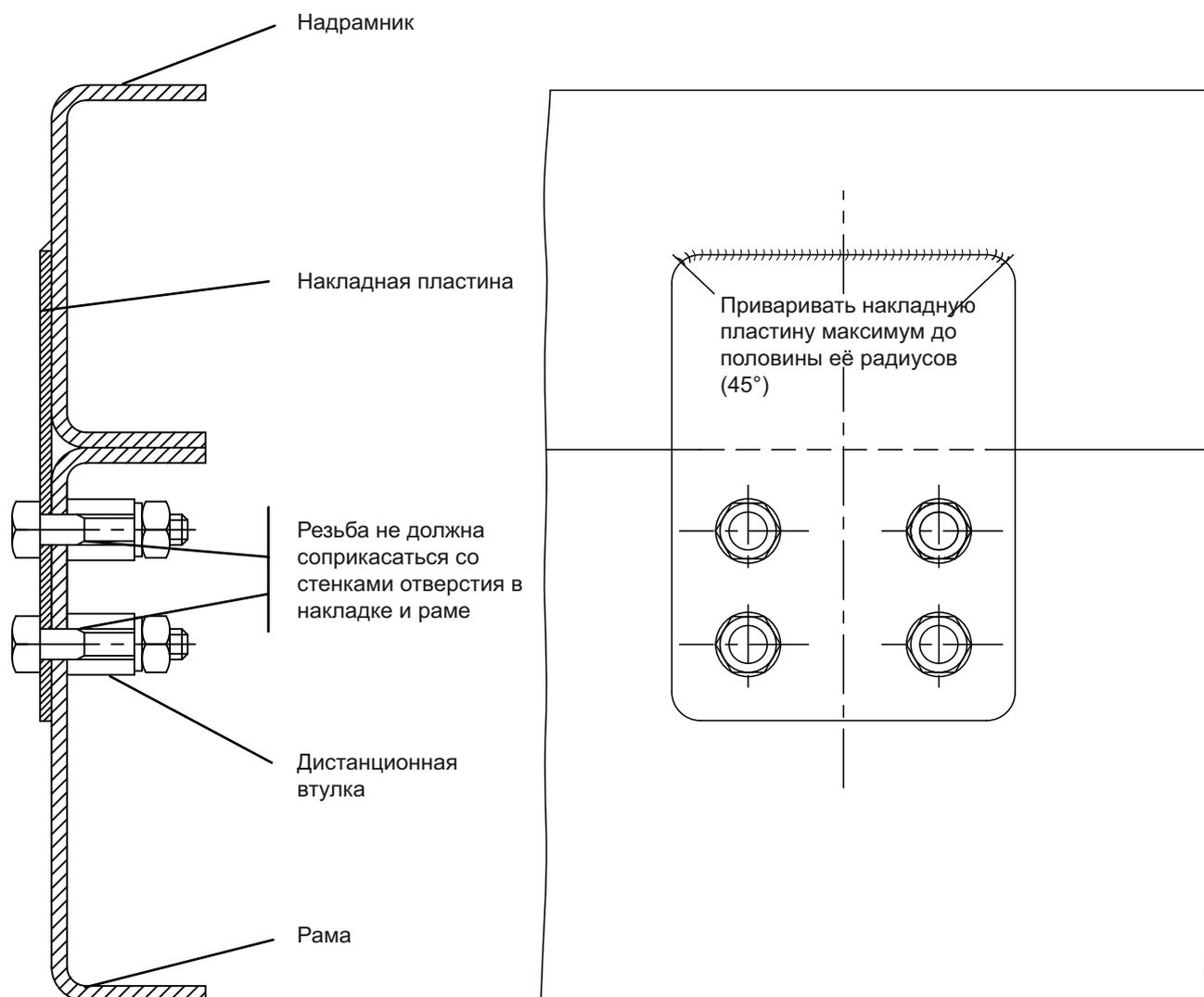
При установке неподвижных (жёстких) креплений относительное перемещение рамы и надрамника невозможно. Надрамник, таким образом, деформируется синхронно с рамой. Если неподвижные соединения выполнены надлежащим образом, то при проведении расчётов можно рассматривать раму и надрамник в области неподвижного соединения как единый профиль. Поставленные с завода кронштейны (угловые) и другие виды креплений, которые являются фрикционным, не могут считаться неподвижными (жёсткими). Неподвижными (жёсткими) являются крепления, обеспечивающие жёсткую кинематическую связь соединяемых частей. Такими видами крепления являются заклёпки и болты. Болты могут быть использованы при условии, что зазор по диаметру между болтом и отверстием  $\leq 0,2$  мм. Для неподвижных (жёстких) креплений следует использовать чистовые (призонные) болты. Класс прочности должен быть не ниже чем 10.9. Стенки отверстия не должны соприкасаться с резьбой болта (см. рис. 67).

**Рис. 67:** Соприкосновение резьбы болта со стенками отверстия TDB-029

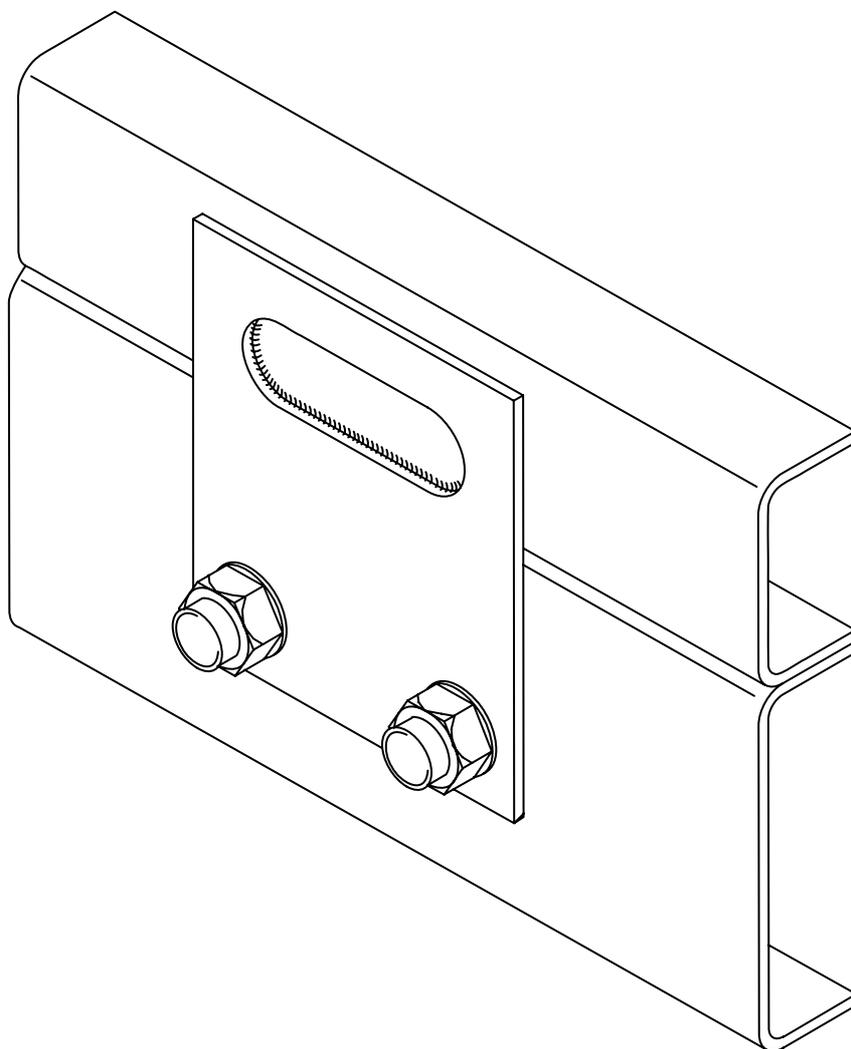


Для увеличения длины соединения можно использовать дистанционные втулки, см. рис. 68.

**Рис. 68:** Установка накладной пластины TDB-037, TDB-019



**Рис. 69:** Крепление надрамника с помощью электрозаклёпок TDB-025



Накладные пластины по бокам рамы могут быть цельковыми, однако предпочтительнее использование нескольких отдельных накладок. Толщина накладки должна соответствовать толщине стенки рамы, допуск +1 мм.

Чтобы не ухудшать способность рамы к скручиванию, накладные пластины следует устанавливать только там, где они действительно необходимы. Положение начальной и конечной точек неподвижного (жёсткого) крепления и его длина могут быть оценены путем расчёта.

В соответствии с этим расчётом подбирается крепёж. В других местах, за пределами определённой области неподвижного (жёсткого) крепления, соединение может быть выполнено с помощью подвижных (нежёстких) креплений.

## 5.4 Кузовные надстройки

### 5.4.1 Анализ проекта кузовной надстройки

Анализ проекта кузовной надстройки с последующим получением разрешения отдела TDB MAN, (см. адрес в колонке «Издатель») требуется лишь в том случае, когда он отклоняется от указаний настоящего Руководства, и эти отклонения должны быть технически обоснованы. Для проведения анализа должна быть представлена соответствующая техническая документация (в двух экземплярах). Помимо чертежей надстройки в документации должны быть отображены:

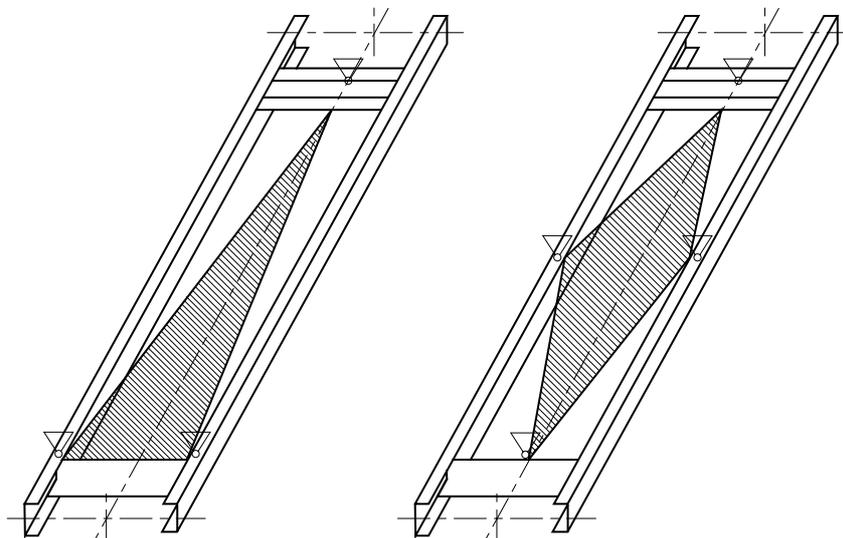
- отклонения от указаний настоящего Руководства, которые должны быть выделены во всей представленной документации!
- Нагрузки и точки их приложения:
  - силы, действующие со стороны надстройки,
  - расчёт осевых нагрузок,
- Особенности конструкции и монтажа.
- Надрамник:
  - материал и размеры поперечного сечения,
  - размеры,
  - тип профиля,
  - расположение поперечин надрамника,
  - особенности конструкции надрамника,
  - изменения в поперечном сечении,
  - дополнительные усилители,
  - изгибы и т. п.
- Креплёж:
  - расположение (по отношению к шасси),
  - вид,
  - размер,
  - количество.

Фотографии, изометрические (3D) изображения могут быть приняты в качестве пояснительных материалов, однако они не могут заменять обязательную для предъявления документацию.

### 5.4.2 Бортовые платформы и фургоны

Для обеспечения равномерной нагрузки на шасси кузовная надстройка, как правило, устанавливается на шасси через надрамник. Уже на этапе определения размеров надстройки следует обеспечить условия для свободного перемещения колёс во всех случаях (при полном сжатии подвески). При этом необходимо предусмотреть дополнительное пространство, например, для цепей противоскольжения, для смещений при боковом крене автомобиля и перекосе моста. Откидные борта кузова также не должны достигать уровня дороги при полном сжатии подвески. Кузов должен располагаться на лонжеронах рамы без перекосов. Закрытые кузова, такие как фургоны, в отличие от рамы шасси имеют сравнительно высокую жёсткость на кручение. Для того чтобы кузов не препятствовал нужной деформации рамы (например, при прохождении поворотов) крепление кузова в передней части должно быть подвижным (нежёстким), а в задней — неподвижным (жёстким). Такой принцип крепления особенно важен в случае, когда автомобиль предназначен для использования в условиях бездорожья. Для подобных случаев рекомендуется крепление в трёх точках или по схеме ромба (расположение точек крепления см. на рис. 70).

**Рис. 70:** Способы крепления жёсткого кузова на шасси, допускающем кручение, в трёх точках или по схеме ромба TDB-158



### 5.4.3 Грузоподъёмный борт

#### Исходные положения

Перед тем как устанавливать грузоподъёмный борт необходимо, произведя расчёты, убедиться в его совместимости с шасси и надстройкой.

Установка грузоподъёмного борта повлечёт изменение:

- распределения весовых нагрузок,
- длины надстройки и всего автомобиля,
- прогиба рамы,
- прогиба надрамника,
- способа крепления рамы и надрамника,
- бортовой электросети (аккумуляторная батарея, генератор, проводка).

Предприятие, выполняющее работы, должно:

- провести расчёт нагрузок на оси;
- обеспечить выполнение требования, касающегося минимальной нагрузки на переднюю ось (см. главу «Общие технические положения», раздел 3.2 «Минимальная нагрузка на переднюю ось»);
- исключить возможность перегрузки осей;
- при необходимости уменьшить длину кузова и заднего свеса или изменить колёсную базу;
- проверить устойчивость конструкции;
- спроектировать конструкцию надрамника и его крепления к раме (подвижное (нежёсткое) или неподвижное (жёсткое)), см. раздел «Проектирование надрамника» настоящей главы;
- установить аккумуляторную батарею достаточной ёмкости ( $\geq 175$  А·час, или лучше 225 А·час) и генератор достаточной мощности (как минимум 28 В, 80 А, или лучше 28 В, 110 А). Данное оснащение может быть установлено по заказу при поставке с завода;.

- предусмотреть установку электрического коммутационного оборудования для грузоподъемного борта (может быть поставлено по заказу с завода; относительно электрических схем см. соответствующий раздел) и подключить его.
- При этом необходимо учитывать:
  - директивы ЕС, касающиеся автомобильной техники (объединённое издание нормативов 89/392/EWG: 98/37/EG);
  - правил техники безопасности.
  - установить противопокатный брус;
  - установить разрешённое осветительное оборудование в соответствии с нормативами 76/756/EWG (в Германии, кроме того, в соответствии с § 53b, раздел 5 «Правил допуска транспортных средств к эксплуатации» грузоподъемный борт должен быть оснащён жёлтыми мигающим огнями и красно-белыми отражателями).

### Проектирование надрамник

Использовать данные таблиц с параметрами надрамников можно при выполнении следующих условий:

- требования, касающиеся минимальной нагрузки на переднюю ось, должны быть выполнены в соответствии с разделом 3.2 главы «Общие технические положения»;
- конструкция надстройки должна исключать перегрузку задней оси (осей);
- при определении требуемой нагрузки на переднюю ось и максимальной нагрузки на заднюю ось должны быть учтены дополнительные нагрузки, связанные с использованием грузоподъемного борта;
- при наличии подъёмных осей в момент использования грузоподъемного борта их необходимо опускать;
- задний свес не должен превышать заданной максимальной величины.

Приведённые в таблице данные характеризуют граничные значения, при соблюдении которых не требуются установка дополнительных опор (аутригеров). Необходимость в дополнительных опорах возникает, если:

- превышены приведённые в таблице предельные значения грузоподъёмности грузоподъемного борта;
- опоры необходимы для обеспечения устойчивости.

Наличие установленных без насущной необходимости опор не учитывается при выборе геометрических параметров надрамника. Подъём автомобиля с помощью опор запрещён, так как при этом может быть повреждена рама.

Таблицы построены в порядке возрастания грузоподъёмности, номера варианта исполнения, типа подвески и колёсной базы. При этом описание варианта исполнения (например, TGS 18.xxx 4x2 BB, TGX 26.xxx 6x2-2 BL) указано для общего сведения, а определяющее значения имеет трёхзначный номер модели, или код модели (см. главу 2), который находится на позициях 2–4 базового номера автомобиля и на позициях 4–6 VIN. В различного рода технической документации, такой, как чертежи шасси, инструкции по монтажу, указывается именно номер модели.

В таблицах приведены свесы (отмеряются от последней оси) серийных шасси, а также максимальные величины свесов для автомобиля в целом (включая надстройку и грузоподъемный борт, см. рис. 71). Получившийся при установке грузоподъемного борта свес автомобиля не должен превышать указанного значения. Если максимальной заданной величины свеса недостаточно, то нужно перейти к данным следующей графы таблицы, в которой это условие будет выполнено (за исключением начальной точки жёсткого соединения, которая зависит только от колёсной базы).

Надрамники, приведенные в таблицах, являются типовыми. Так, например, **U120/60/6** представляет собой **U**-образный профиль (швеллер), открытый с внутренней стороны, с наружной высотой **120** мм, с шириной верхнего и нижнего поясков **60** мм и толщиной материала **6** мм.

Использование других стальных профилей допускается при условии, что они имеют близкие значения момента инерции сечения  $I_x$ , моментов сопротивления  $W_{x1}$  и  $W_{x2}$  и предела текучести  $\sigma_{0,2}$ .

**Таблица 22:** Технические характеристики профилей для изготовления надрамников

Профиль	Высота	Ширина	Толщина	$I_x$	$W_{x1}, W_{x2}$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	Масса
U100/50/5	100мм	50мм	5мм	136см <sup>4</sup>	27см <sup>3</sup>	355 Н/мм <sup>2</sup>	520 Н/мм <sup>2</sup>	7,2кг/м
U100/60/6	100мм	60мм	6мм	182см <sup>4</sup>	36см <sup>3</sup>	355 Н/мм <sup>2</sup>	520 Н/мм <sup>2</sup>	9,4кг/м
U120/60/6	120мм	60мм	6мм	281см <sup>4</sup>	47см <sup>3</sup>	355 Н/мм <sup>2</sup>	520 Н/мм <sup>2</sup>	10,4кг/м
U140/60/6	140мм	60мм	6мм	406см <sup>4</sup>	58см <sup>3</sup>	355 Н/мм <sup>2</sup>	520 Н/мм <sup>2</sup>	11,3кг/м
U160/60/6	160мм	60мм <td 6мм	561см <sup>4</sup>	70 см <sup>3</sup>	355 Н/мм <sup>2</sup>	520 Н/мм <sup>2</sup>	12,3кг/м	
U160/70/7	160мм	70мм	7мм	716см <sup>4</sup>	90см <sup>3</sup>	355 Н/мм <sup>2</sup>	520 Н/мм <sup>2</sup>	15,3кг/м
U180/70/7	180мм	70мм	7мм	951см <sup>4</sup>	106см <sup>3</sup>	355 Н/мм <sup>2</sup>	520 Н/мм <sup>2</sup>	16,3кг/м

Если для выполнения указанных в таблице условий достаточно подвижного (нежёсткого) крепления надрамника (обозначается буквой **w**), то используется именно оно, в противном случае используется комбинированная схема крепления (обозначается буквой **s**). Для него указывается число резьбовых соединений, длина сварных швов на каждой стороне рамы и расстояние от оси переднего колеса до места начала установки неподвижных креплений (см. рис. 71). В отношении неподвижной и комбинированной схем крепления действуют условия, приведённые в главе 5.3.7.

**Рис. 71:** Установка грузоподъёмного борта: свесы и другие размеры при комбинированном креплении надстройки TDB-433

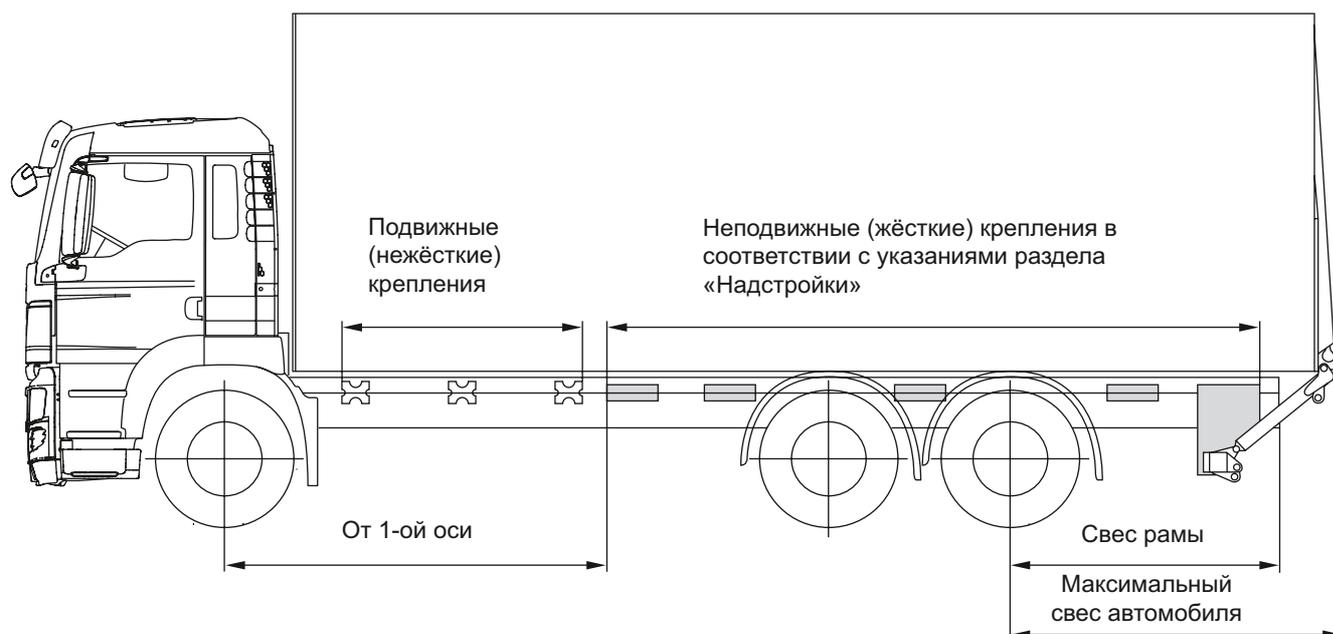


Таблица 23: Надрамники и типы крепления

TGS/TGX 18.xxx

Способ крепления: **w** — подвижное (нежесткое), **s** — неподвижное (жесткое)

03S TGS/TGX 18.xxx 4x2 BB (рессорная подвеска переднего и заднего мостов)								
Колёсная база	Свес рамы серийного а/м	Максимально допустимый свес а/м с надстройкой	Полезная нагрузка грузо-подъемного борта, кН	Мин. надрамник	Способ крепления	На каждой стороне рамы ≥		Расстояние начала неподвижного (жесткого) крепления от передней оси, ≤
						Число отверстий для резьбовых соединений Ø16+0,2	Длина сварного шва	
≤ 4.800		≤ 2.800	≤ 30,0	надрамник не требуется				
5.100	2.900	≤ 3.000	≤ 20,0	надрамник не требуется				
			30,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	750	2.950
5.500	3.200	≤ 3.300	≤ 15,0	надрамник не требуется				
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.200
			30,0	U 100/50/5	s	16	800	3.200
5.900	3.400	≤ 3.500	≤ 10,0	надрамник не требуется				
			15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	650	3.400
			30,0	U 100/50/5	s	18	850	3.400
6.300	3.700	≤ 3.750	≤ 10,0	надрамник не требуется				
			15,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	550	3.650
			20,0	U 100/50/5	s	14	650	3.650
			30,0	U 120/60/6	s	20	800	3.650
6.700	3.400	≤ 4.000	≤ 7,5	U 100/50/5	s	10	450	3.850
			10,0	U 100/50/5	s	12	550	3.850
<b>Внимание: общая длина &gt;12 м</b>			15,0	U 100/50/5	s	14	650	3.850
			20,0	U 100/50/5	s	16	750	3.850
			30,0	U 140/60/6	s	24	950	3.850

05X 08S 13S 13X седельные тягачи — переделывать в грузовики с гидробортом запрещается

**TGS/TGX 18.xxx**

 Способ крепления: **w** — подвижное (нежесткое), **s** — неподвижное (жесткое)

<b>06S 06X 10S 10X 15S 15X</b>		<b>TGS/TGX 18.xxx 4x2 BL / LL / LL-U (ресс.-пневм./пневм.-пневм./пневм.-пневм. в низком исполнении)</b>						
Колёсная база	Свес рамы серийного а/м	Максимально допустимый свес а/м с надстройкой	Полезная нагрузка грузо-подъемного борта, кН	Мин. надрамник	Способ крепления	На каждой стороне рамы ≥		Расстояние начала неподвижного (жесткого) крепления от передней оси, ≤
						Число отверстий для резьбовых соединений Ø16+0,2	Длина сварного шва	
≤ 4.200		≤ 2.350	≤ 30,0			надрамник не требуется		
4.500	2.350	≤ 2.600	≤ 20,0			надрамник не требуется		
			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	16	700	2.600
4.800	2.500	≤ 2.800	≤ 20,0			надрамник не требуется		
			30,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	16	750	2.750
5.100	2.900	≤ 3.000	≤ 15,0			надрамник не требуется		
			20,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	550	2.950
			30,0	U 100/50/5	s	16	750	2.950
5.300	2.900	≤ 3.000	≤ 10,0			надрамник не требуется		
15S 15X			15,0	U 100/50/5	w			
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	550	3.050
			30,0	U 100/50/5	s	18	800	3.050
5.500	3.200	≤ 3.200	≤ 10,0			надрамник не требуется		
			15,0	U 160/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.200
			20,0	U 100/50/5	s	14	700	3.200
			30,0	U 120/60/6	s	20	800	3.200
5.900	3.400	≤ 3.500	≤ 7,5			надрамник не требуется		
			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	450	3.400
			15,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	550	3.400
			20,0	U 100/50/5	s	14	650	3.400
6.300	3.700	≤ 3.750	≤ 7,5	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	400	3.650
			10,0	U 160/70/7	w			
				U 100/50/5	s	10	450	3.650
			15,0	U 100/50/5	s	12	550	3.650
			20,0	U 100/50/5	s	14	650	3.650
			30,0	U 140/60/6	s	20	800	3.650
6.700	3.400	≤ 4.000	≤ 10,0	U 100/50/5	s	12	550	3.850
			15,0	U 120/60/6	s	16	600	3.850
<b>Внимание: общая длина &gt;12 м</b>			20,0	U 120/60/6	s	18	700	3.850
			30,0	U 160/70/7	s	24	800	3.850

**TGS/TGX 24.xxx 6x2-2**

 Способ крепления: **w** — подвижное (нежесткое), **s** — неподвижное (жесткое)

45S 45X TGS/TGX 24.xxx 6x2-2 LL-U (пневм.-пневм. в низком исполнении)								
Колёсная база	Свес рамы серийного а/м	Максимально допустимый свес а/м с надстройкой	Полезная нагрузка грузо-подъемного борта, кН	Мин. надрамник	Способ крепления	На каждой стороне рамы ≥		Расстояние начала неподвижного (жесткого) крепления от передней оси, ≤
						Число отверстий для резьбовых соединений Ø16+0,2	Длина сварного шва	
4.500	2.050	≤ 2.450	≤ 7,5	надрамник не требуется				
+ 1.350			10,0	U 140/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	600	3.400
			15,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	700	3.400
			20,0	U 100/50/5	s	14	800	3.400
			30,0	U 120/60/5	s	20	900	3.400
4.800	2.150	≤ 2.650	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
+ 1.350				U 100/50/5	s	10	550	3.550
			10,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.550
			15,0	U 100/50/5	s	14	750	3.550
			20,0	U 100/50/5	s	16	850	3.550
			30,0	U 140/60/6	s	22	1.000	3.550

**TGS/TGX 26.xxx 6x2**

 Способ крепления: **w** — подвижное (нежесткое), **s** — неподвижное (жесткое)

<b>18S 18X 21S 21X</b>		<b>TGS/TGX 26.xxx 6x2-2, 6x2-4 BL / LL (ресс.-пневм./пневм.-пневм.)</b>						
Колёсная база	Свес рамы серийного а/м	Максимально допустимый свес а/м с надстройкой	Полезная нагрузка грузо-подъемного борта, кН	Мин. надрамник	Способ крепления	На каждой стороне рамы ≥		Расстояние начала неподвижного (жесткого) крепления от передней оси, ≤
						Число отверстий для резьбовых соединений Ø16+0,2	Длина сварного шва	
3.900	1.950	≤ 1.950	≤ 20,0	надрамник не требуется				
+ 1.350			30,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	14	750	3.050
4.200	2.150	≤ 2.200	≤ 20,0	надрамник не требуется				
+ 1.350			30,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	800	3.200
4.500	2.400	≤ 2.450	≤ 10,0	надрамник не требуется				
+ 1.350			15,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	12	600	3.400
			20,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	14	700	3.400
			30,0	U 100/50/5	s	16	850	3.400
4.800	2.600	≤ 2.650	≤ 7,5	надрамник не требуется				
+ 1.350			10,0	U 120/60/6	w			
				U 100/50/5	s	10	550	3.550
			15,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	12	650	3.550
			20,0	U 100/50/5	s	14	700	3.550
			30,0	U 120/60/6	s	18	850	3.550
5.100	2.800	≤ 2.900	≤ 7,5	U 160/60/6	w			
+ 1.350				U 100/50/5	s	10	500	3.700
			10,0	U 180/70/7	w			
				U 100/50/5	s	10	550	3.700
			15,0	U 100/50/5	s	12	650	3.700
			20,0	U 100/50/5	s	14	750	3.700
			30,0	U 120/60/6	s	20	850	3.700
5.500	3.100	≤ 3.200	≤ 7,5	U 100/50/5	s	10	550	3.950
+ 1.350			10,0	U 100/50/5	s	12	650	3.950
			15,0	U 100/50/5	s	14	700	3.950
			20,0	U 120/60/6	s	16	750	3.950
			30,0	U 160/60/6	s	22	950	3.950
5.900	2.900	≤ 3.500	≤ 7,5	U 100/50/5	s	12	650	4.200
+ 1.350			10,0	U 120/60/6	s	14	650	4.200
<b>Внимание: общая длина &gt;12 м</b>			15,0	U 140/60/6	s	18	750	4.200
			20,0	U 160/60/6	s	20	850	4.200
			30,0	U 180/70/7	s	26	950	4.200

## Подключение электрооборудования

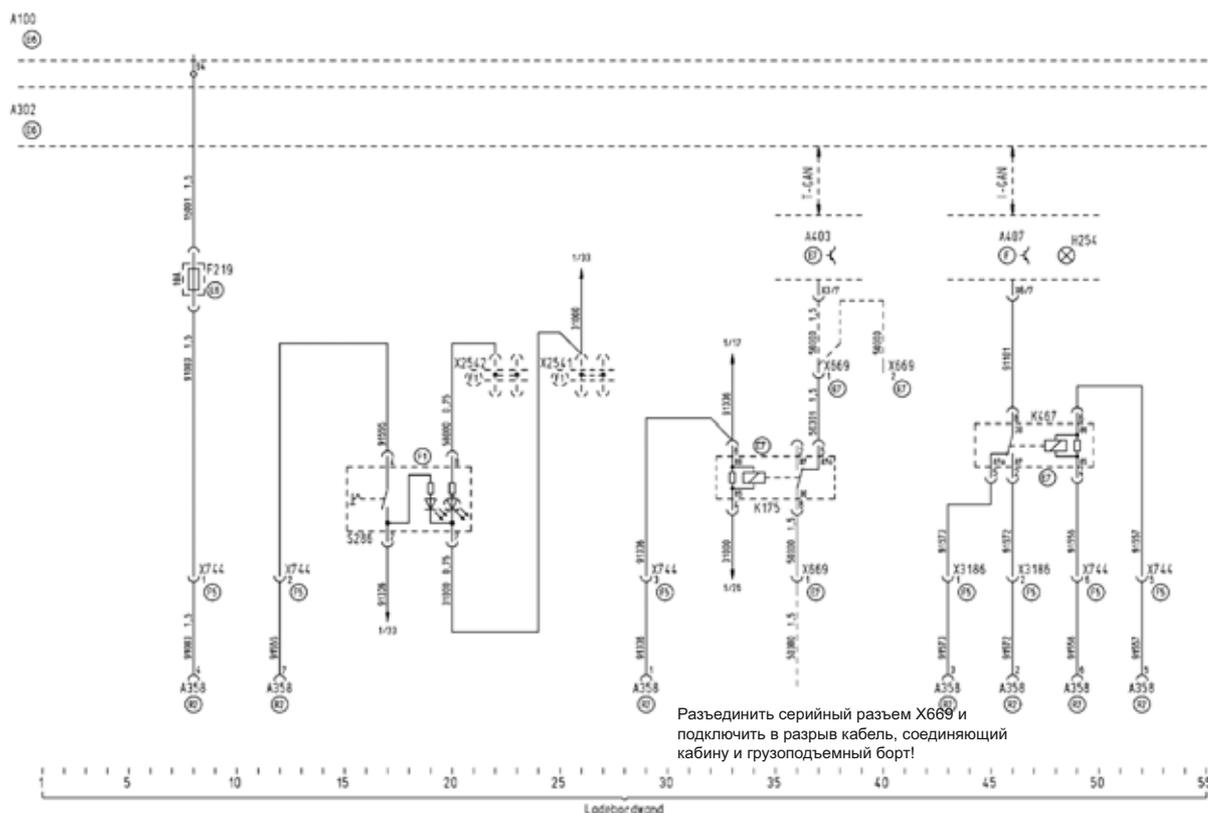
Электрогидравлический грузоподъемный борт необходимо подключить к соответствующим электрическим цепям.

Для этого нужно следовать указаниям главы «Электрика, электроника, проводка» настоящего Руководства.

Электрооборудование для грузоподъемного борта лучше всего заранее заказать на заводе (переключатели, контрольные лампы, устройство блокировки пуска и проводка электропитания). Дооснащение сопряжено с дополнительными расходами и требует внедрения в бортовую сеть, что может проводиться только квалифицированными специалистами сервисных центров MAN. Установленную на заводе транспортировочную защиту нужно удалить. Предприятие, выполняющее работы, должно проверить электрическую схему грузоподъемного борта на совместимость с автомобилем MAN.

При подключении электрических цепей грузоподъемного борта используйте следующую схему.

**Рис. 72:** Схема подключения грузоподъемного борта для TG MAN-№ 81.99192.1920



Разъединить серийный разъем X669 и подключить в разрыв кабель, соединяющий кабину и грузоподъемный борт!

Пояснения:

A100 255 Центральный блок предохранителей и реле  
 A302 352 Центральный компьютер 2 (ZBR)  
 A358 Блок управления грузоподъемного борта  
 A403 339 Управляющий компьютер автомобиля (FFR)  
 A407 342 Комбинация приборов

F219 118 Предохранитель грузоподъемного борта (кл. 15)

H254 Контрольная лампа грузоподъемного борта

K175 281 Реле блокировки стартера  
 K467 281 Реле грузоподъемного борта

S286 547 Выключатель грузоподъемного борта

X669 Разъем для блокировки стартера  
 X744 Разъем для подключения грузоподъемного борта  
 X2542 246 Делитель напряжения 21-контакт., проводник 31000  
 X2542 246 Делитель напряжения 21-контакт., проводник 58000  
 X3186 Разъем грузоподъемного борта

Проводники 91003, 91336, 91555, 91556, 91557, 91572 и 91573 ведут к 7-контактной коммутационной панели в задней части рамы (скручены).

#### 5.4.4 Сменные надстройки (кузова)

Шасси MAN для установки сменных надстроек: в модельном ряду TGS/TGX имеются поставляемые с завода шасси с пневматической подвеской всех мостов, которые имеют фитинги для установки различных сменных надстроек.

Присоединительные размеры и установочные приспособления соответствуют нормативу EN 284. Чертежи шасси MAN для сменных надстроек в формате CAD размещены в соответствующем разделе материалов MANTED®.

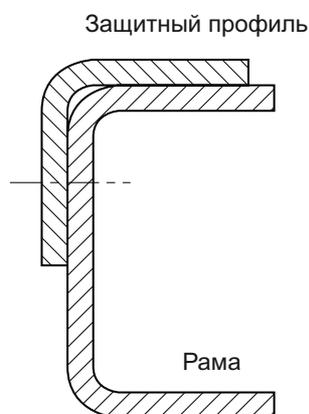
Контейнеры и сменные платформы, отвечающие требованиям норматива EN 284, могут быть установлены на вышеупомянутые автомобили. Однако, универсальное применение серийных установочных приспособлений невозможно, когда речь идёт об установке кузовных надстроек иного вида. Изменение мест крепления или других размерных параметров допустимо только с разрешения отдела TDB MAN (адрес в колонке «Издатель»). Запрещается убирать опоры в средней части шасси! Надстройка должна прилегать к ним (опираться на них) по всей длине. Если это невозможно по конструктивным причинам, то следует предусмотреть установку надрамника достаточных размеров. Места для установки сменных надстроек не предусмотрены для того, чтобы выдерживать нагрузки со стороны рабочих агрегатов и воспринимать точечные нагрузки. Поэтому для установки бетоносмесителей, самосвальных платформ, надрамников с седельно-сцепными устройствами и т. д. нужно применять другие установочные приспособления и крепления.

Соответствующий выбор должен быть сделан кузовным предприятием.

Другое сменное оборудование: сменные надстройки должны прилегать к раме по всей длине. Отказаться от использования надрамника можно лишь в том случае, когда выполнены требования раздела 5.4.5, касающиеся самонесущих кузовных надстроек без надрамника. Лонжероны рам необходимо предохранять от износа, например, с помощью защитного профиля (см. рис. 73). Для этой цели, но не для изготовления надрамника, пригодны материалы с пределом текучест  $\sigma_{0,2} \leq 350 \text{ N/mm}^2$ .

Защитный профиль может выполнять функцию надрамника, если это подтвердят расчёты.

**Рис. 73:** Защитный профиль для сменной надстройки TDB-121

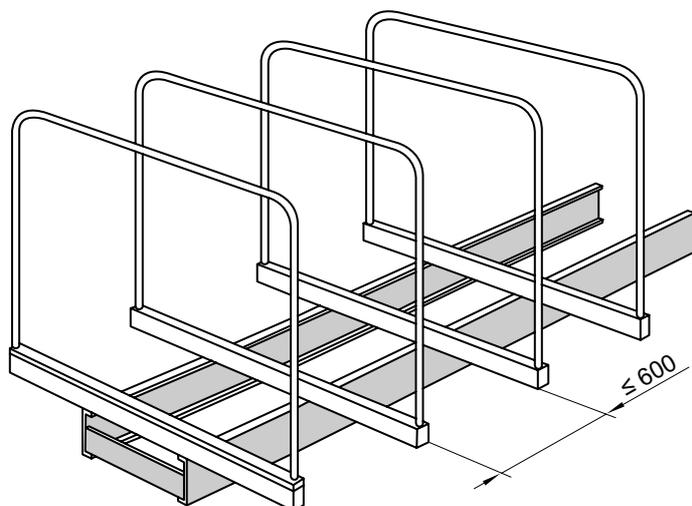


### 5.4.5 Самонесущие кузовные надстройки без надрамника

Надрамник не требуется:

- при достаточной величине момента сопротивления изгибу (определяет допустимую величину напряжения изгиба);
- при достаточном моменте инерции сечения (влияет на прогиб) для противодействия силам со стороны надстройки;
- и если имеется самонесущая надстройка. От надрамника можно отказаться в случае, если расстояния между поперечинами кузовной надстройки не превышают 600 мм (см. рис. 74).  
В районе задней оси расстояние между поперечинами может превышать 600 мм.

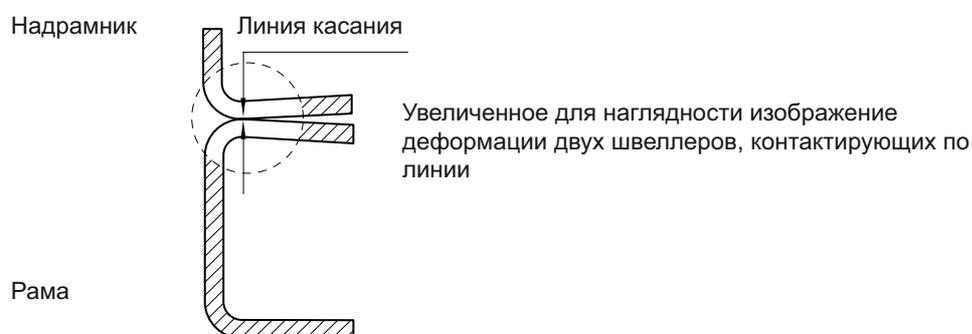
**Рис. 74:** Расстояние между поперечинами при отсутствии надрамника TDB-001



Минимально допустимая длина лонжеронов надрамника определяется расчётом на смятие контактирующих с рамой поверхностей. При этом принимают, что лонжероны надрамника и рамы касаются друг друга по линии как два цилиндра, а не как цилиндр с плоскостью. На рис. 75 представлено увеличенное для наглядности изображение деформации двух установленных друг на друге швеллеров.

Пример расчёта приведен в главе 9 «Расчеты».

**Рис. 75:** Деформация двух швеллеров TDB-120



При установке кузовных надстроек без надрамника нельзя исключать из рассмотрения проблемы, связанные с колебаниями и вибрациями. MAN не может сформулировать определённого заключения по поводу вибрационных свойств кузовных надстроек, устанавливаемых без надрамника, поскольку эти свойства определяются конструкцией самой надстройки.

Если вибрации превышают допустимый уровень, необходимо устранить их причину, и не исключено, что для этого может потребоваться установка надрамника. При установке надстройки без надрамника также должен быть обеспечен свободный доступ к местам заправки топлива и прочих эксплуатационных материалов, (например, AdBlue®) а также к другим навесным элементам рамы (например, к запасным колёсам и отсеку с АКБ). Установка кузовной надстройки не должна влиять на свободу перемещения движущихся частей автомобиля.

#### 5.4.6 Поворотный круг коника

Поворотный круг коника (аналогичный по назначению седельно-сцепному устройству) всегда устанавливается на надрамнике. Размещение центра вращения круга за серединой задней оси разрешается при обеспечении допустимых нагрузок на оси и приемлемых ходовых характеристик. На установку такой надстройки необходимо получить разрешение от отдела TDB MAN (адрес см. выше в колонке «Издатель»).

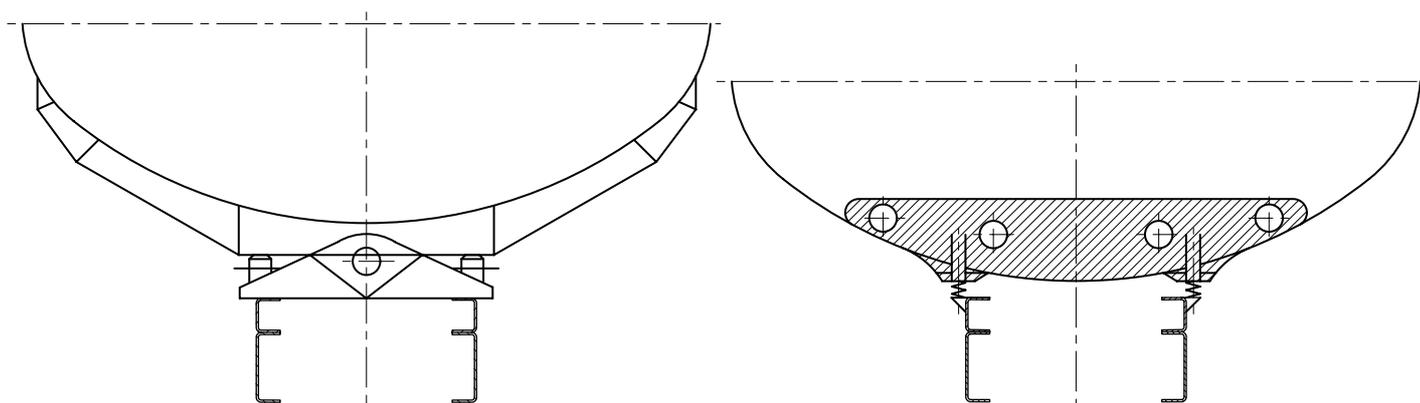
#### 5.4.7 Цистерны и бункеры

В соответствии с законодательством страны, в которой эксплуатируется автомобиль, он должен быть оборудован надлежащим образом в зависимости от характера транспортируемого груза. В Германии информацию о правилах перевозки опасных грузов (по GGVS) предоставляют уполномоченные объединения по надзору за автомобильным транспортом (DEKRA) и объединения технического надзора (TÜV). Для установки цистерны и бункера требуется, как правило, сплошной надрамник (см. главу 5.3 «Надрамники»). Условия, при которых разрешено устанавливать цистерну и бункер без надрамника, описаны ниже. Соединение надстройки с рамой в передней части шасси должно быть выполнено таким образом, чтобы не препятствовать кручению рамы. Это может быть достигнуто использованием в передней части наиболее подвижного (нежёсткого) способа крепления, допускающего повороты, например

- маятниковой опоры (рис. 76),
- эластичной опоры (рис. 77).

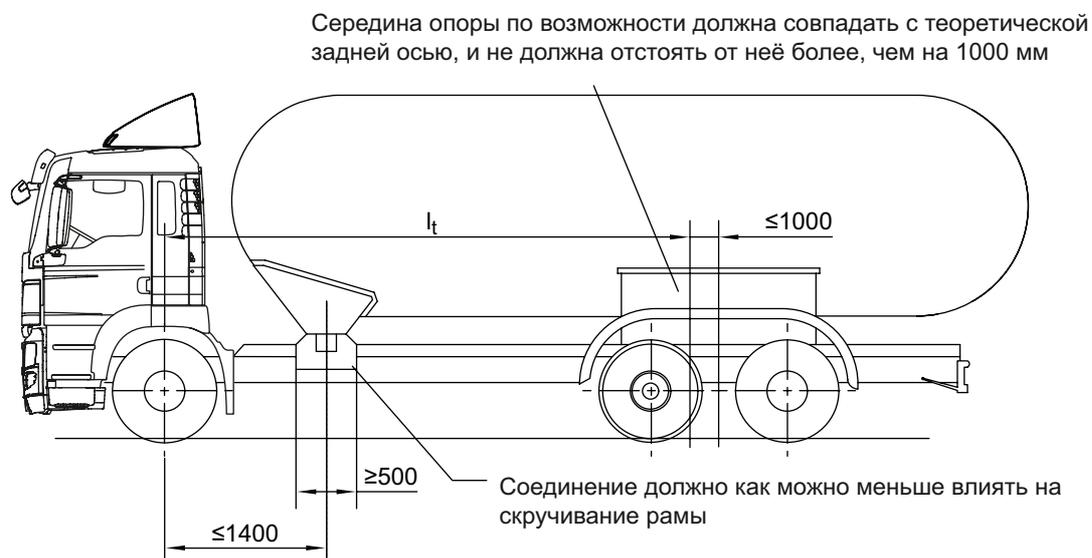
**Рис. 76:** Маятниковая опора в передней части шасси TDB-103

**Рис. 77:** Эластичная опора в передней части шасси TDB-104



Передняя опора должна располагаться как можно ближе к передней оси (см. рис. 78). В районе теоретической задней оси должно быть расположено заднее поперечное жёсткое крепление надстройки. Кроме того, на этом месте должно располагаться крепление к раме, которое имеет большой размер и занимает большую площадь. Расстояние от теоретической задней оси до середины задней опоры не должно превышать 1000 мм (см. рис. 78). По поводу теоретической задней оси см. раздел 3.5.

**Рис. 78:** Расположение опор для установки цистерны или бункера TDB-404



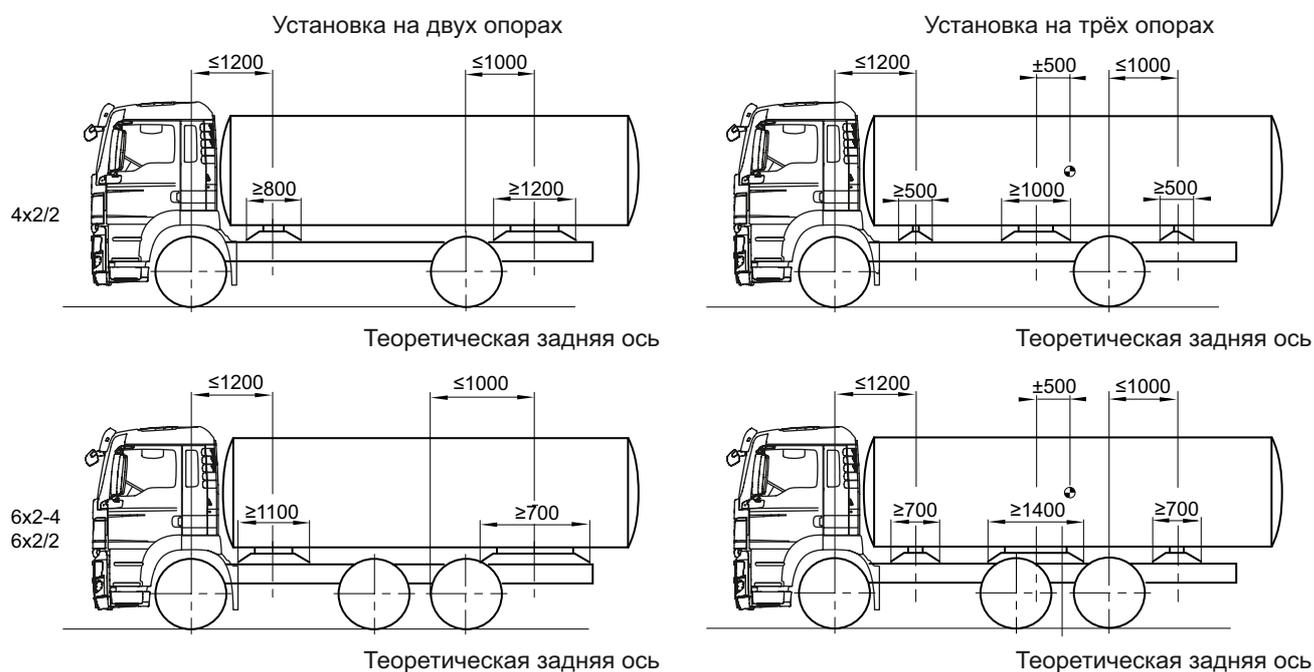
После установки необходимо совершить пробную поездку и проверить наличие вибраций или других недостатков. При надлежащем изготовлении надрамника и правильном расположении опор цистерны вибрации минимальны. Установка цистерн и бункеров без надрамника с использованием двух и трёх опор возможна при выполнении перечисленных ниже условий.

Все опоры должны располагаться на заданных расстояниях одна от другой, и, если эти расстояния окажутся больше положенного, может произойти чрезмерный прогиб рамы. Такой автомобиль можно эксплуатировать только на дорогах с твёрдым покрытием. После установки необходимо совершить пробную поездку и проверить наличие вибраций или других недостатков.

**Таблица 24:** Шасси без надрамников для установки цистерн с использованием двух и трёх опор

Код модели	Колёсная формула	Подвеска	Колёсная база
05S	4x2 4x4H	Рессорная, пневматическая	3.600-4.500
06S			
22S			
22X		Полностью пневматическая	
10S			
10X			
18S	6x2-2 6x2-4 6x4H-2 6x4H-4 6x2-4	Рессорная, пневматическая	3.900-4.500 + 1.350
18X, HV1			
35S			
35X			
74S			
89S			
89X			
21S		Полностью пневматическая	
21X			
42S	6x2/2 6x2/4 6x4H/2 6x4H/4	Рессорная, пневматическая	2.600-4.150 + 1.350
42X			

**Рис. 79:** Требования к расположению опор при установке цистерны без надрамника TDB-411



#### 5.4.8 Самосвалы

Для установки самосвальных кузовов необходимо шасси специальной конструкции. Подобные шасси выпускаются MAN, и информацию по ним можно получить в материалах MANTED® в соответствующем разделе. Самосвальное шасси, полученные с завода, не требуют какой-либо доработки при условии, что выполнены требования по следующим параметрам:

- разрешённая максимальная масса,
- разрешённые нагрузки на оси,
- серийная длина самосвального кузова,
- серийная длина свеса рамы,
- серийная длина свеса автомобиля,
- угол подъёма платформы назад или в сторону не превышает  $50^\circ$ .

Для установки самосвального кузова необходим цельный надрамник из стали (возможные материалы и их пределы текучести см. в главе 5.3.2). На автомобилях с пневматической подвеской для улучшения устойчивости при подъёме самосвального кузова следует уменьшать дорожный просвет. Система автоматического опускания шасси, срабатывающая при включении приводимого от коробки передач механизма отбора мощности, может быть установлена на автомобиль на заводе. Если автоматического уменьшения дорожного просвета не предусмотрено, водитель должен выполнить его посредством ручного управления. Ответственность за соединение шасси и надрамника несёт производитель кузовных работ.

Оси поворота кузова и цапфы гидроцилиндра должны быть установлены на надрамнике, так как рама автомобиля не рассчитана на воздействие точечных нагрузок.

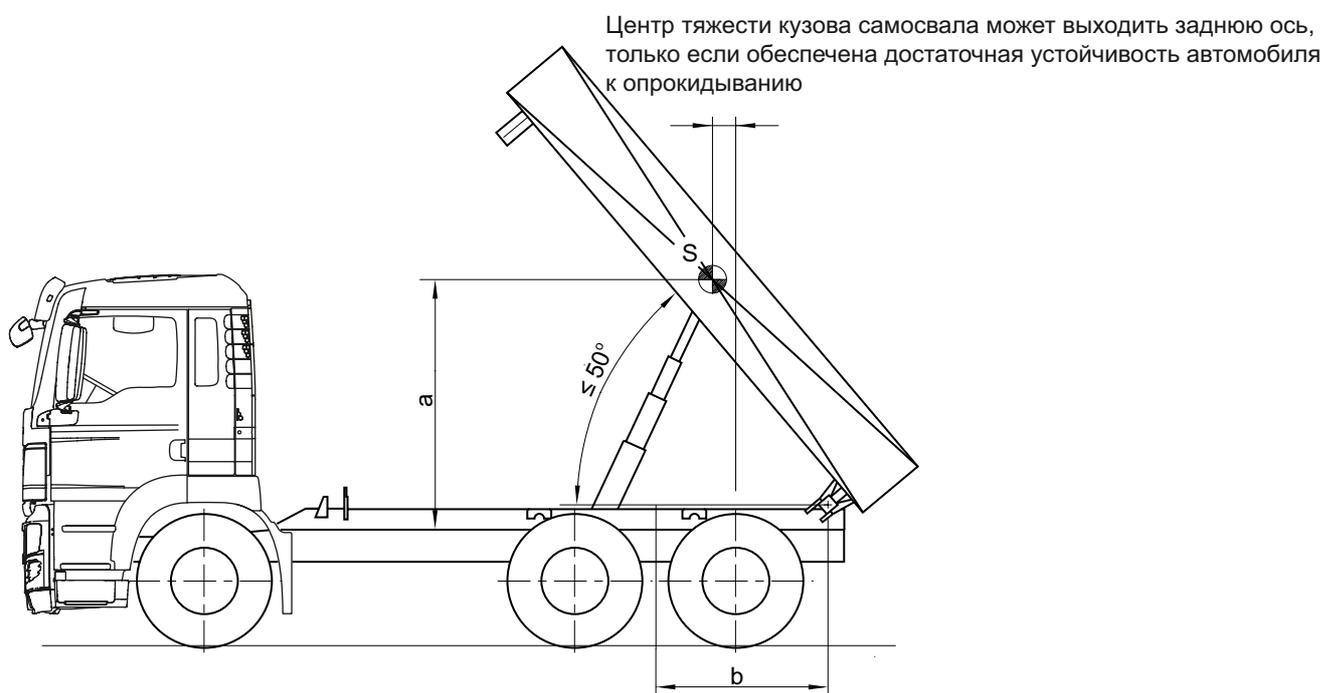
Необходимо выполнить следующие условия:

- угол подъёма платформы назад или в сторону не должен превышать  $50^\circ$ ;
- центр тяжести грузенного самосвального кузова при опрокидывании может выходить за заднюю ось только в случае, если обеспечена устойчивость автомобиля;
- задняя опора самосвального кузова должна быть расположена как можно ближе к теоретической задней оси;
- центр тяжести самосвального кузова с полезной нагрузкой во время опрокидывания не должен подниматься выше значения «а» (см. табл. 25 и рис.80);
- Расстояние от задней опоры самосвального кузова до теоретической задней оси не должно превышать значения «b» (см. таблицу 25 и рис 80) . По поводу теоретической задней оси см. раздел 3.5).

**Таблица 25:** Самосвал: максимальная высота центра тяжести и расстояния от опоры самосвального кузова до теоретической задней оси

Шасси	размер «а» [мм]	размер «b» [мм]
Двухосное 4x2, 4x4H и 4x4	$\leq 1.800$	$\leq 1.100$
Трёхосное 6x2, 6x4, 6x4H и 6x6	$\leq 2.000$	$\leq 1.250$
Четырёхосное 8x2, 8x4, 8x4H, 8x6, 8x6H и 8x8	$\leq 2.000$	$\leq 1.250$

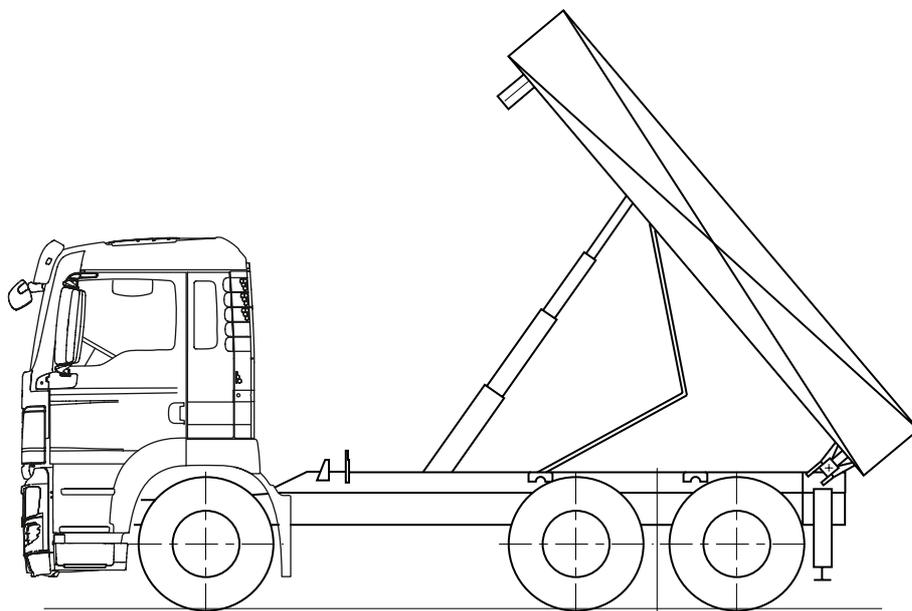
**Рис. 80:** Самосвал: максимальная высота центра тяжести и расстояние от опоры самосвального кузова до теоретической задней оси TDB-405



Для обеспечения безопасной эксплуатации и выполнения заданных условий могут потребоваться серьёзные мероприятия, как, например, установка гидравлических опор для повышения устойчивости или перемещение некоторых агрегатов. Предполагается, что кузовное предприятие само в состоянии определить необходимость подобных мероприятий и осуществить их. Характер этих мероприятий целиком зависит от конструктивного решения.

Для лучшей устойчивости и безопасности самосвалов с опрокидыванием назад иногда следует предусмотреть установку так называемых «ножниц» (рис. 81) и/или опор в задней части рамы.

**Рис. 81:** Самосвал со стабилизатором («ножницами») и опорами (аутригерами) TDB-406



#### 5.4.9 Портальный погрузчик и крюковой погрузчик (мультилифт)

Так как в данном семействе кузовных надстроек надрамник не всегда повторяет контур рамы, то для его закрепления требуются специальные крепёжные средства. Определение размеров и размещение этих крепёжных средств является обязанностью кузовного предприятия. Данные о надлежащих креплениях, их исполнении и применении содержатся в инструкциях по монтажу кузовных надстроек. Для монтажа этих надстроек кронштейны (угловые) MAN не пригодны. Вследствие ограниченных размеров пространства под кузовной надстройкой необходимо проверить свободу перемещения всех подвижных деталей шасси (тормозных камер, механизма переключения передач, элементов подвески и т. д.) и самой кузовной надстройки (гидроцилиндров, проводки, рамы и т. д.).

При необходимости следует установить дополнительный надрамник, ограничители хода подвески и качания двухосной тележки и предусмотреть другие подобные меры. У автомобилей с пневматической подвеской для обеспечения устойчивости перед подъёмом кузова следует уменьшить дорожный просвет (5-10 мм до отбойников).

Система автоматического уменьшения дорожного просвета, срабатывающая при включении механизма отбора мощности, может быть установлена на автомобиль на заводе. Если автоматического уменьшения дорожного просвета не предусмотрено, водитель должен выполнить его посредством ручного управления.

Использование при погрузке и разгрузке опор (аутригеров) в задней части шасси необходимо при следующих условиях.

- Нагрузка на заднюю ось более чем вдвое превышает допустимую нагрузку на ось при движении автомобиля. При этом, помимо прочего, следует учитывать допустимый уровень нагрузки на шины и диски колес.
- Передняя ось утрачивает контакт с дорогой. Подобный подъём оси недопустим по требованиям безопасности!
- Не обеспечена устойчивость автомобиля. Это может быть вызвано слишком высоким положением центра тяжести,

недопустимым боковым креном из-за неравномерной нагрузки на подвеску, односторонним увязанием в рыхлый грунт и т. д. Поддержка задней части автомобиля посредством блокировки хода подвески допускается только после проведения отделом TDB MAN (адрес см. выше в колонке «Издатель») анализа конструкции и распределения нагрузок и выдачи положительного заключения. Для этого необходимо предоставить исчерпывающую документацию. Кроме того, кузовное предприятие должно провести исследование устойчивости конструкции.

#### 5.4.10 Подпирание грузовых автомобилей с пневматической подвеской

При подпирании грузовых автомобилей, оснащённых с листовой/пневматической рессорой или полнокомплектной пневмоподвеской необходимо соблюдать следующее:

Ответственным за устойчивость всей системы во время работы является монтировщик надстройки.  
Максимальная устойчивость обеспечивается только:

- путём полного вывешивания мостов, оснащённых пневматическими рессорами, или
- дополнительным переключателем, соответственно описанному ниже.

Вывешивание мостов, а также опускание грузового автомобиля при безнапорных пневматических рессорах, могут вызвать повреждение баллонов пневматических рессор. Для этого можно применять принадлежность „Ввода параметра кранового режима в систему ECAS“ или доукомплектовать её. Эта принадлежность оснащена функцией поддержания остаточного давления для защиты баллонов. После включения вспомогательного привода перед подпиранием грузовой автомобиль опускается на буферы баллонов пневматической рессоры.

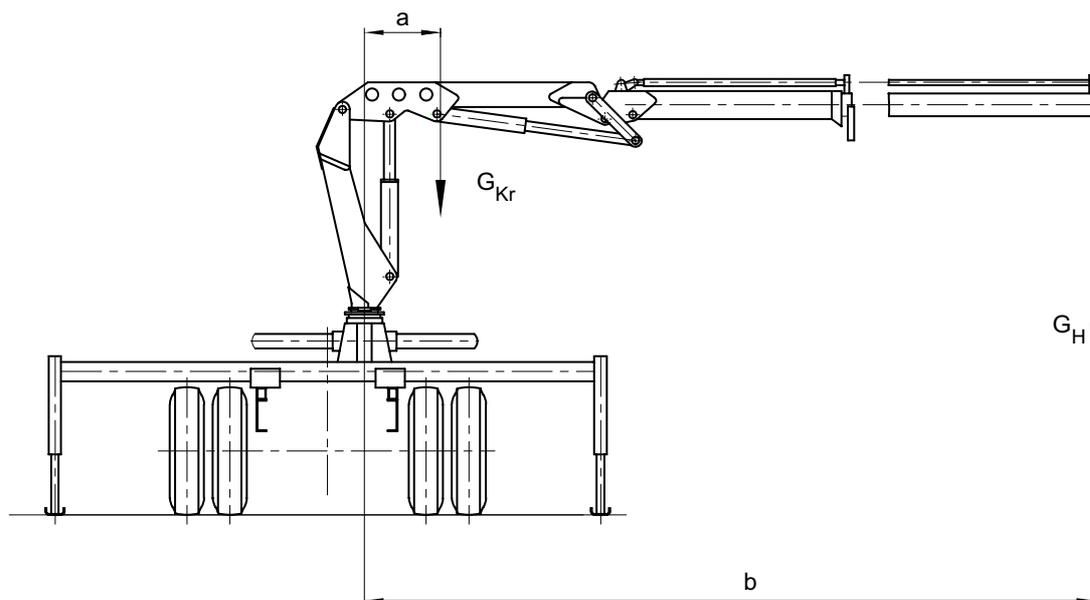
В случае надстроечных конструкций, у которых вследствие неправильного обслуживания или повреждения системы пневматической подвески возможно ослабление устойчивости грузового автомобиля, необходимо дооборудовать дополнительный выключатель для блокировки регулирования дорожного просвета. Если грузовой автомобиль оснащён упомянутым выключателем, при подпирании необходимо соблюдать следующий порядок: включить вспомогательный привод, произвести подпирание, а затем заблокировать регулирование дорожного просвета. Во включённом состоянии не происходит поддержание остаточного давления в баллонах пневматических рессор.

Дополнительный выключатель можно дооборудовать в согласии с монтировщиком надстройки и с фирмой MAN поставщиками, имеющими квалификацию фирмы MAN.

### 5.4.11 Кран-манипулятор

Перед установкой на шасси необходимо оценить собственную массу и полный момент манипулятора. Основным расчётным параметром является максимальный суммарный момент крана, а не подъёмный момент. Суммарный момент определяется собственной массой и подъёмной силой крана с выдвинутой стрелой. Вычисление суммарного момента крана производится по формуле 17.

**Рис. 82:** Моменты сил, действующих на кран-манипулятор TDB-040



**Формула 17:** Суммарный момент крана-манипулятора

$$M_{\text{кр}} = \frac{g \cdot s \cdot (G_{\text{кр}} \cdot a + G_{\text{H}} \cdot b)}{1000}$$

Здесь:

- a = расстояние от оси крана до центра тяжести в [м] при максимально выдвинутой стреле,
- b = расстояние от оси крана до точки приложения максимальной подъёмной нагрузки в [м] при максимально выдвинутой стреле,
- $G_{\text{H}}$  = грузоподъёмность крана-манипулятора в [кг],
- $G_{\text{кр}}$  = масса крана в [кг],
- $M_{\text{кр}}$  = суммарный момент крана в [кНм],
- s = коэффициент ударной нагрузки, задаётся изготовителем крана и зависит от системы управления краном, всегда  $\geq 1$
- g = ускорение свободного падения 9,81 [м/с<sup>2</sup>].

Количество опор (аутригеров) (две или четыре), а также их расположение и длина задаются изготовителем крана-манипулятора, исходя из грузоподъёмности и данных по расчёту устойчивости.

Исходя из технических обоснований, MAN может потребовать установку четырёх опор. Во время эксплуатации крана эти опоры должны быть выдвинуты и упираться в грунт. Они должны быть выдвинуты как при погрузке, так и при разгрузке.

Гидравлический нивелир опор при этом должен быть отключен.

Кроме того, если для обеспечения устойчивости необходим балласт, он также должен быть поставлен изготовителем крана. При использовании автомобилей с пневматической подвеской необходимо следить за тем, чтобы опоры доставали до уровня дороги. Если автоматического уменьшения дорожного просвета не предусмотрено, водитель должен выполнить его посредством ручного управления. Для обеспечения устойчивости не последнее значение имеет жёсткость на кручение всей конструкции рамы. Необходимо иметь в виду, что повышенная жёсткость на кручение ухудшает проходимость и комфортность автомобиля.

За надлежащее крепление крана и надрамника отвечает кузовное предприятие или изготовитель крана-манипулятора.

Кран-манипулятор должен выдерживать все эксплуатационные нагрузки и при этом сохранять устойчивость.

Поставляемые с завода кронштейны (угловые) для реализации этих целей непригодны.

Следует избегать недопустимой перегрузки осей. Максимальная нагрузка на ось при эксплуатации крана-манипулятора не должна превышать максимально допустимую нагрузку на ось (при движении  $a/m$ ) более чем вдвое. При этом необходимо учитывать коэффициент ударной нагрузки, задаваемый изготовителем крана-манипулятора (см. формулу 17)! Нагрузки на оси во время движения не должны превышать допустимые, поэтому необходимо произвести соответствующий расчёт.

Несимметричная установка крана не разрешается, если это приводит к неравномерной нагрузке на колеса (допустимая разница между нагрузками колес не должна превышать 5%, см. главу 3.1). За это отвечает устанавливающее надстройку предприятие. Сектор поворота стрелы крана необходимо ограничить, если это требуется для обеспечения устойчивости или исключения перегрузки осей. Каким способом этого добиться, решает изготовитель крана (например, путём ограничения подъёмной силы крана в зависимости от положения стрелы крана).

При установке и эксплуатации крана необходимо обеспечить возможность для беспрепятственного перемещения всех подвижных частей. К органам управления должен быть обеспечен надлежащий доступ. В связи с тем, что краны-манипуляторы отличаются от других кузовных надстроек, для сохранения управляемости автомобиля с краном-манипулятором минимальная нагрузка на переднюю ось (оси) должна составлять в любом состоянии 30% для двухосного шасси и 25% для трёх- и четырёхосного. Точное определение см. в разделе 3.2 настоящего Руководства. При расчёте нагрузок на оси следует учитывать усилие на буксирно-сцепном устройстве, действующее со стороны прицепа. Автомобили с подъёмными осями следует проверить на нагрузки также в состоянии с поднятыми осями. Возможно, возникнет необходимость заблокировать подъём осей (см. ниже в настоящей главе).

В зависимости от величины крана (от массы и положения центра тяжести) и его размещения (за кабиной водителя или в задней части шасси) автомобиля, по возможности, должны быть оснащены усиленным стабилизатором или усиленными амортизаторами. Эти меры будут способствовать уменьшению перекоса шасси (благодаря, например, меньшему ходу усиленной подвески) и устранению или уменьшению раскачивания. Тем не менее, при установке крана-манипулятора не всегда удастся избежать перекосов, обусловленных смещением центра тяжести автомобиля.

После монтажа надстройки нужно выполнить целый ряд работ по регулировке и контролю.

Прежде всего, это касается фар, заднего противоподкатного бруса и боковых защитных устройств.

Разрешение для установки крана-манипулятора требуется лишь в том случае, когда параметры устанавливаемой

надстройки выходят за рамки настоящего Руководства.

Это имеет место:

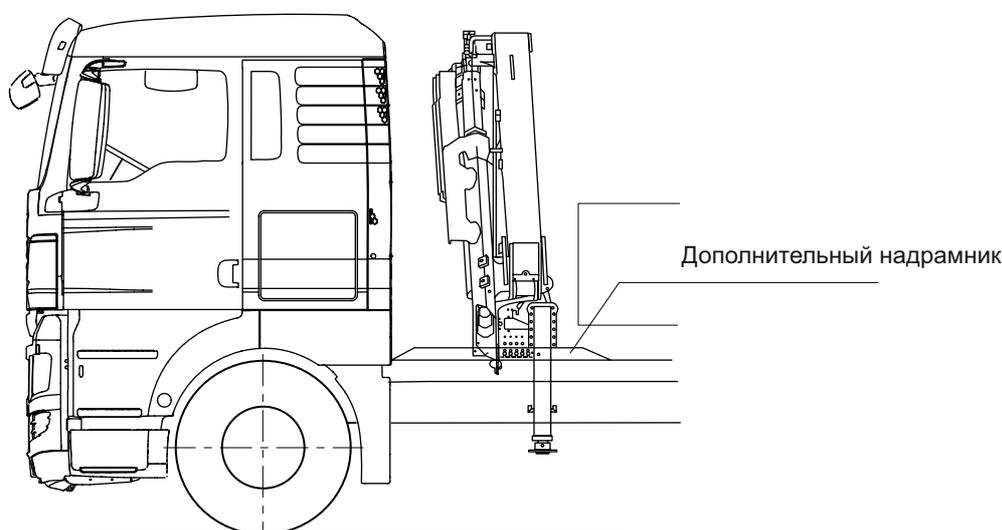
- в случае превышения максимально допустимого значения суммарного момента крана (см. рис. 86);
- в случае установки четырёх опор (аутригеров);
- в случае установки опор (аутригеров) в передней части автомобиля.

При использовании четырёх опор распределение нагрузок происходит по другому. Поэтому в данном случае необходимо получить разрешение отдела TDB MAN (адрес см. выше в колонке «Издатель»). Для обеспечения устойчивости автомобиля при использовании крана-манипулятора конструкция надрамника должна иметь достаточную жесткость на кручение в области между обоими опорными профилями. Вывешивание автомобиля на крановых опорах с целью увеличения устойчивости допускается лишь в случае, когда надрамник принимает на себя все силовые нагрузки, возникающие при работе крана, а сам при этом не связан жёстко с рамой шасси (как, например, автокран). В соответствии с национальным законодательством, перед вводом в эксплуатацию установленного на автомобиле крана необходимо получить разрешение со стороны уполномоченной организации.

### Кран-манипулятор за кабиной.

Если детали шасси выступают за пределы верхнего края надрамника, то поверх него сооружают еще одну вспомогательную раму (см. рис. 83). Её конструкция может быть выполнена таким образом, чтобы дополнительно усилить надрамник.

**Рис. 83:** Свободное пространство за кабиной для установки крана-манипулятора TDB-407



Кабина должна сохранить возможность опрокидывания, поэтому необходимо обеспечить беспрепятственный доступ к запирающему механизму. Поэтому в области радиуса откидывания кабины не должно быть каких-либо препятствий.

Радиусы откидывания кабин можно найти на чертежах шасси (см. сайт MANTED®, [www.manted.de](http://www.manted.de)).

Несмотря на необходимость поддерживать минимальную нагрузку на переднюю ось, следует избегать перегрузки головной части автомобиля, чтобы не ухудшать его ходовые качества. Снижения нагрузки на переднюю ось можно добиться, например, посредством перемещения агрегатов. У некоторых автомобилей допустимая нагрузка на переднюю ось может быть увеличена, если на то имеются технически обоснованные причины. Относительно связи увеличения допустимой нагрузки на переднюю ось с ходовыми качествами см. главу 3 «Общие технические положения».

### Кран-манипулятор в задней части автомобиля.

Для того чтобы освободить место для установки крана и облегчить выполнение условия по минимальной нагрузке на переднюю ось, запасное колесо, находящееся в задней части шасси, размещают сбоку.

В зависимости от величины крана и распределения осевых нагрузок, следует установить усиленные рессоры, стабилизатор или другие средства, выпускаемые MAN для повышения устойчивости. Это поможет уменьшить перекося и раскачку автомобиля с краном. При поднятии заднего поддерживающего моста сильно разгружается передняя ось. Точечная динамическая нагрузка, действующая со стороны крана на заднюю часть рамы, ухудшает ходовые качества автомобиля. Подъем оси нужно заблокировать, если при движении с поднятой осью нагрузка на ведущий мост превышает 80% от допустимой, или не достигается необходимая загрузка передней оси автомобиля (30% от фактического веса автомобиля для двухосного шасси).

С целью маневрирования при достаточно больших размерах надрамника и кузовной настройки допускается при некоторых обстоятельствах поднимать поддерживающую ось. При этом следует учитывать увеличение изгибающих и скручивающих нагрузок, действующих на раму и кузовную надстройку. Возможность, помимо прочего, буксировать прицеп с центральными осями (с жёстким дышлом) должна быть согласована с изготовителем крана. При проведении расчётов в этом случае следует учитывать нагрузку от прицепа. Прежде всего, необходимо обеспечить, чтобы нагрузка на переднюю ось не уменьшалась ниже значения, указанного в разделе 3.2 «Минимальная нагрузка на переднюю ось».

### Навесной кран-манипулятор.

При установке крана, как и при его демонтаже, положение центра тяжести полезной нагрузки изменяется. Для того чтобы перевезти груз максимальной массы, не превышая при этом допустимых осевых нагрузок, рекомендуется пометить на автомобиле надлежащие положения центров тяжести полезной нагрузки при установленном кране и без него.

Необходимо также учитывать увеличение заднего свеса за счёт сцепного устройства для крана.

За прочность консоли крана и за её правильную установку отвечает предприятие, выполняющее работы по установке.

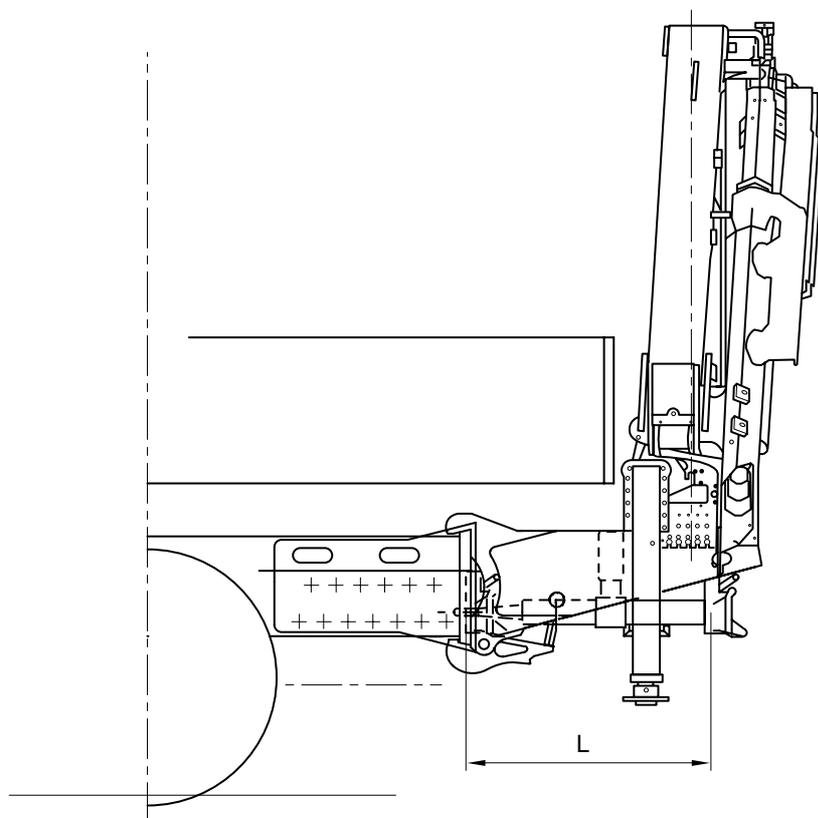
При установке на автомобиль вилочного погрузчика он рассматривается по аналогии как навесной кран-манипулятор в транспортном режиме. Для буксировки прицепа на консоль для крана должно быть установлено второе БСУ.

Это буксирно-сцепное устройство должно быть соединено с установленным на автомобиле с помощью соединительного устройства (см. рис. 84). Необходимо учитывать указания, изложенные в разделе 4.8 «Сцепные устройства».

Сцепное устройство крана и его консоль должны выдерживать нагрузки, возникающие при эксплуатации прицепа.

При эксплуатации автомобиля с установленным краном, но без прицепа, сцепное устройство крана должно быть оборудовано противоподкатным брусом и положенными по законодательству световыми приборами.

**Рис. 84:** Сцепное устройство навесного крана-манипулятора TDB-023



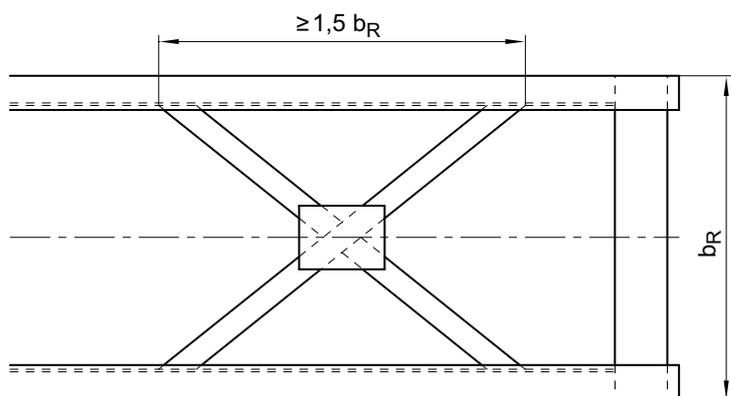
## Надрамники для установки кранов-манипуляторов.

Для монтажа кранов-манипуляторов в каждом случае должны быть установлены соответствующие надрамники. Даже в тех случаях, когда для имеющегося суммарного момента крана по расчёту требуется момент инерции сечения подрамника менее  $175 \text{ см}^4$ , надрамник необходимо изготавливать, чтобы его момент инерции сечения был больше либо равен  $175 \text{ см}^4$ . Для предохранения надрамника от повреждений в местах посадки основания крана рекомендуется установить дополнительную защитную пластину. Толщина этой пластины в зависимости от величины крана должна составлять 8–10 мм.

Краны-манипуляторы часто устанавливаются вместе с другими кузовными надстройками, для монтажа которых также необходим надрамник (например, с самосвальным кузовом, седельным устройством, поворотным кругом). При этом профили надрамника для всей конструкции подбираются, исходя из наиболее жёстких требований, предъявляемых при установке этих надстроек. Рама для навесного крана-манипулятора должна обеспечивать надёжное закрепление сцепного устройства крана и самого крана. Ответственность за установку консоли (болтовые соединения и т. д.) несёт производитель кузовных работ.

При установке крана за кабиной надрамник должен быть, по меньшей мере, в месте расположения крана, выполнен из закрытого профиля (из короба). Если кран устанавливается в задней части шасси, то, по меньшей мере, начиная от места переднего крепления подвески задней оси, надрамник должен быть выполнен из закрытого профиля. Кроме того, для увеличения жёсткости надрамника на кручение, в его конструкции нужно применять крестообразные усилители (X-образные соединения, см. рис. 85) или другие равнозначные конструктивные решения. Для признания такой конструкции «равнозначной» необходимо разрешение отдела TDB MAN (адрес см. в колонке «Издатель»).

**Рис. 85:** Крестообразные раскосы надрамника TDB-024



Методика определения параметров надрамника на основе соотношения между суммарным моментом крана и моментом инерции сечения надрамника пригодна для кранов с двумя опорами, которые установлены либо за кабиной, либо на конце рамы.

Для безопасности эксплуатации необходимо учитывать не только суммарный момент крана  $M_{кр}$ , но и коэффициент ударной нагрузки, задаваемый изготовителем крана (см. формулу 17 выше по тексту). Для профилей, используемых для изготовления рам моделей TGS/TGX, приведён график, связывающий суммарный момент крана и момент инерции сечения профиля (см. рис. 86). Не разрешается установка кранов на шасси и седельные тягачи с рамами из профиля номер 34 (коды моделей по состоянию на 08.2007: 08S, 49S).

Графики на рис. 86 пригодны только для крановых надстроек с двумя опорами. В равной мере они пригодны для случаев установки крана за кабиной и на конце рамы. Для безопасности эксплуатации необходимо учитывать не только суммарный момент крана  $M_{кр}$ , но и коэффициент ударной нагрузки, задаваемый изготовителем крана (см. также формулу «Суммарный момент крана» выше по тексту в разделе 5.4.10).

Если по причине исходных условий для монтажа надстройки приведенная методика расчёта не подходит (например, для контейнеровозов, эвакуаторов и т. д.), для проведения анализа всей конструкции следует обратиться в отдел TDB MAN (адрес см. выше в колонке «Издатель»).

Пример использования графиков, приведенных на рис. 86.

Для автомобиля TGS18.xxx 4x2 BB, код модели 03S, номер профиля рамы 31, нужно провести расчет надрамника для установки крана с суммарным моментом 160 кНм.

Решение.

Минимальный момент инерции сечения надрамника, оцененный по графику на рис. 86, составляет  $1.250 \text{ см}^4$

Если швеллер с шириной полки 80 мм и толщиной 8 мм с помощью накладки толщиной 8 мм превращён в короб, то в соответствии с графиком на рис. 88 минимальная высота профиля должна составлять 170 мм. Если короб формируется из двух швеллеров с отношением ширина полки/толщина  $B/t = 80/8$ , то минимальная требуемая высота уменьшается до 140 мм (см. рис. 88).

Если размеры, полученные в результате расчёта, не соответствуют ни одному профилю, то нужно округлить эти размеры в сторону увеличения до ближайшего по размеру профиля. Округление в сторону уменьшения не разрешается.

При данном рассмотрении не учитывается необходимое пространство для перемещения всех подвижных деталей, это должно быть проверено после получения расчётных данных. Обычные, не переделанные в трубу швеллеры, представленные на рис 87, не разрешается использовать для изготовления надрамника крана.

Данные по ним приведены для использования при проектировании других кузовных надстроек.

Рис. 86: Суммарный момент крана и момент инерции сечения надрамника для TGA TDB-516

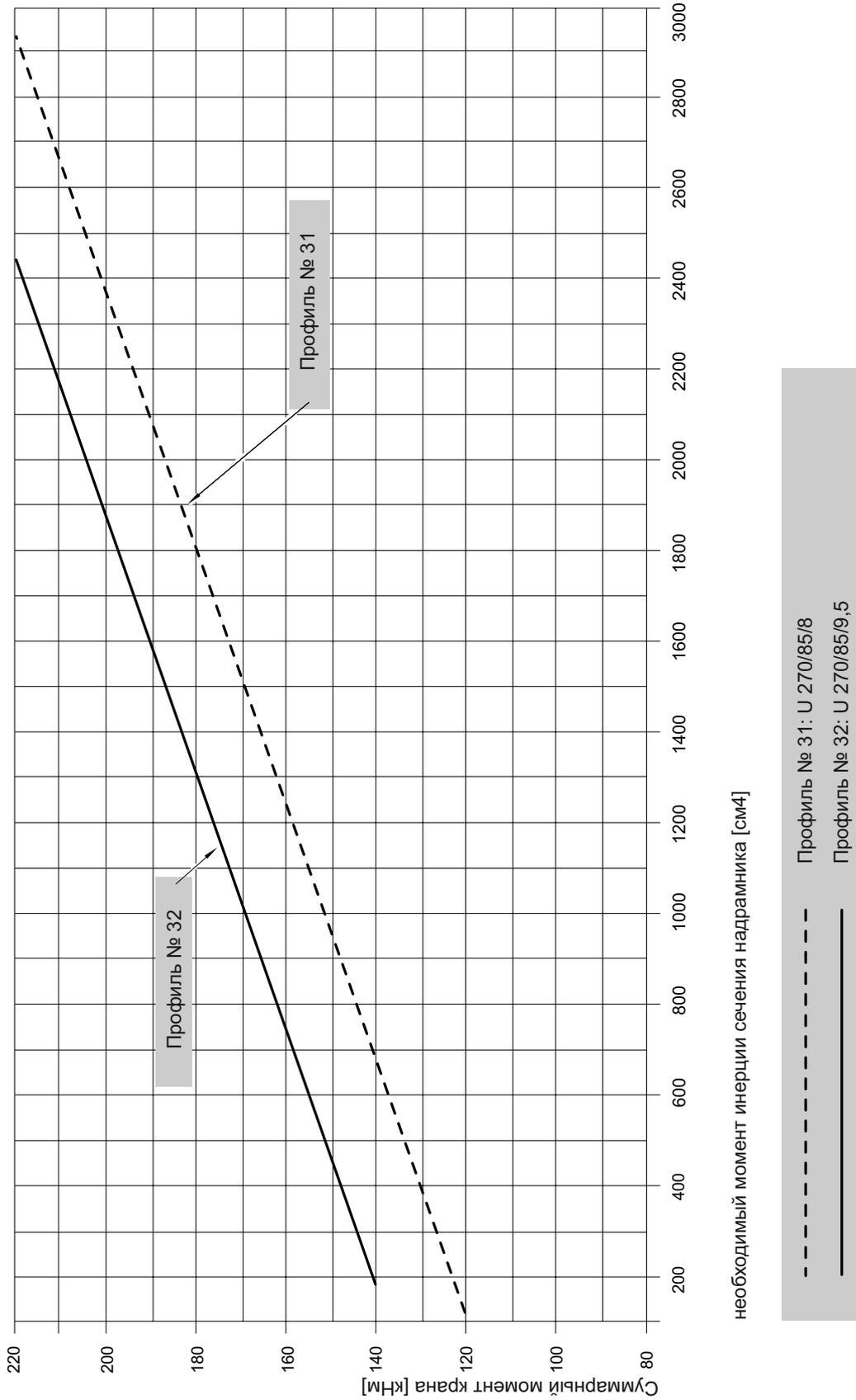


Рис. 87: Момент инерции сечения для швеллеров TDB-213

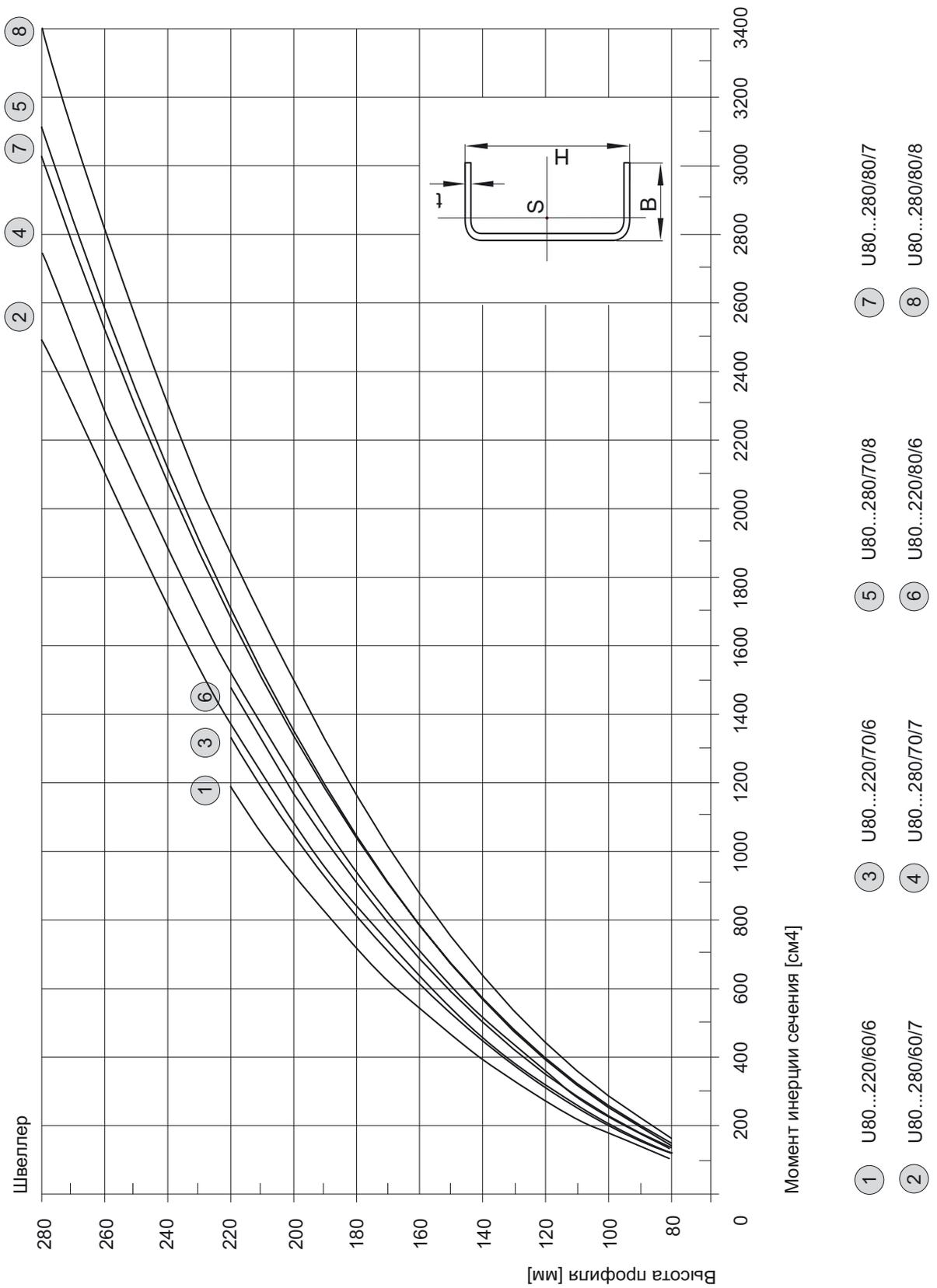


Рис. 88: Момент инерции сечения труб, полученных из швеллера и вставки TDB-214

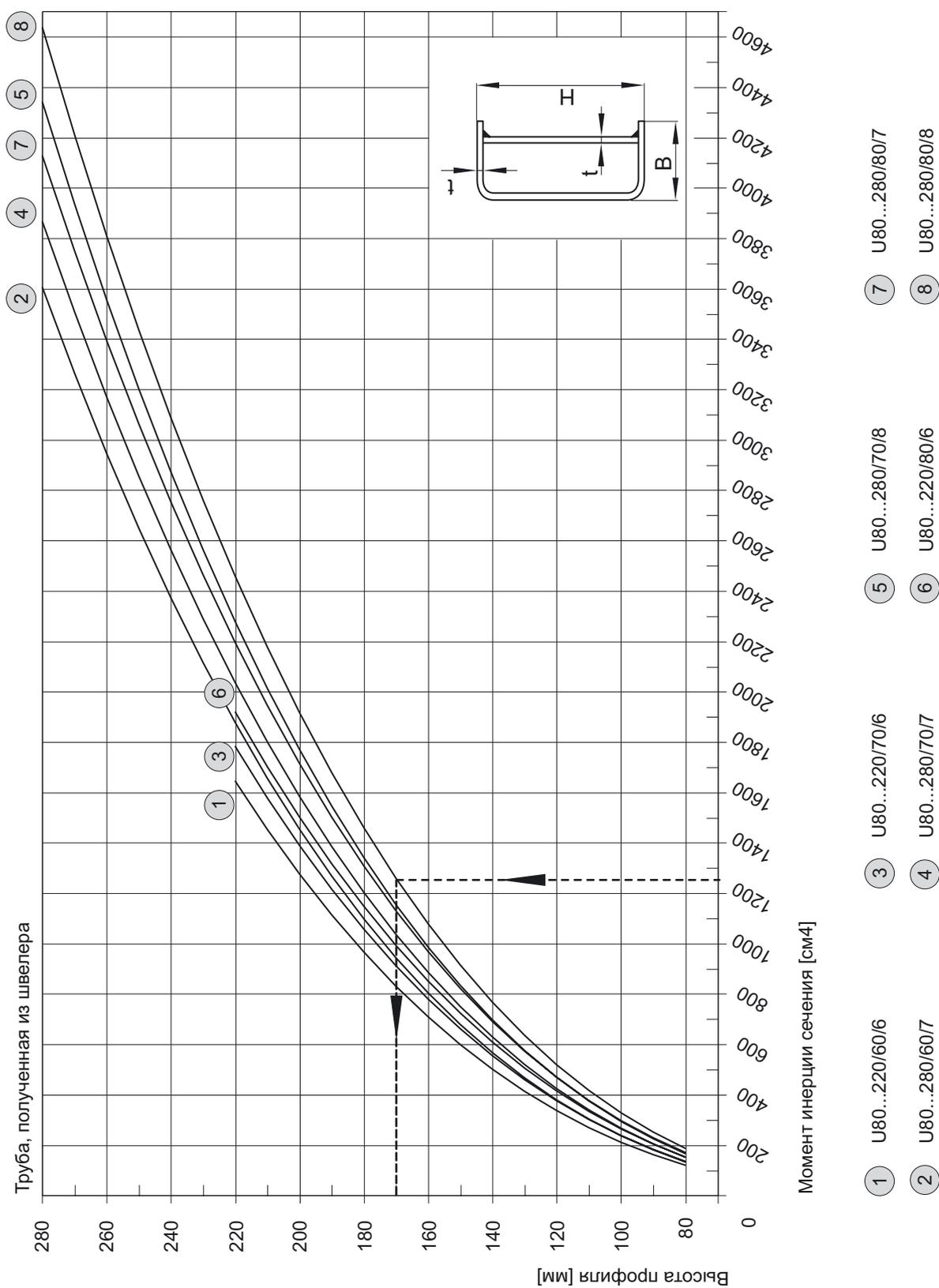
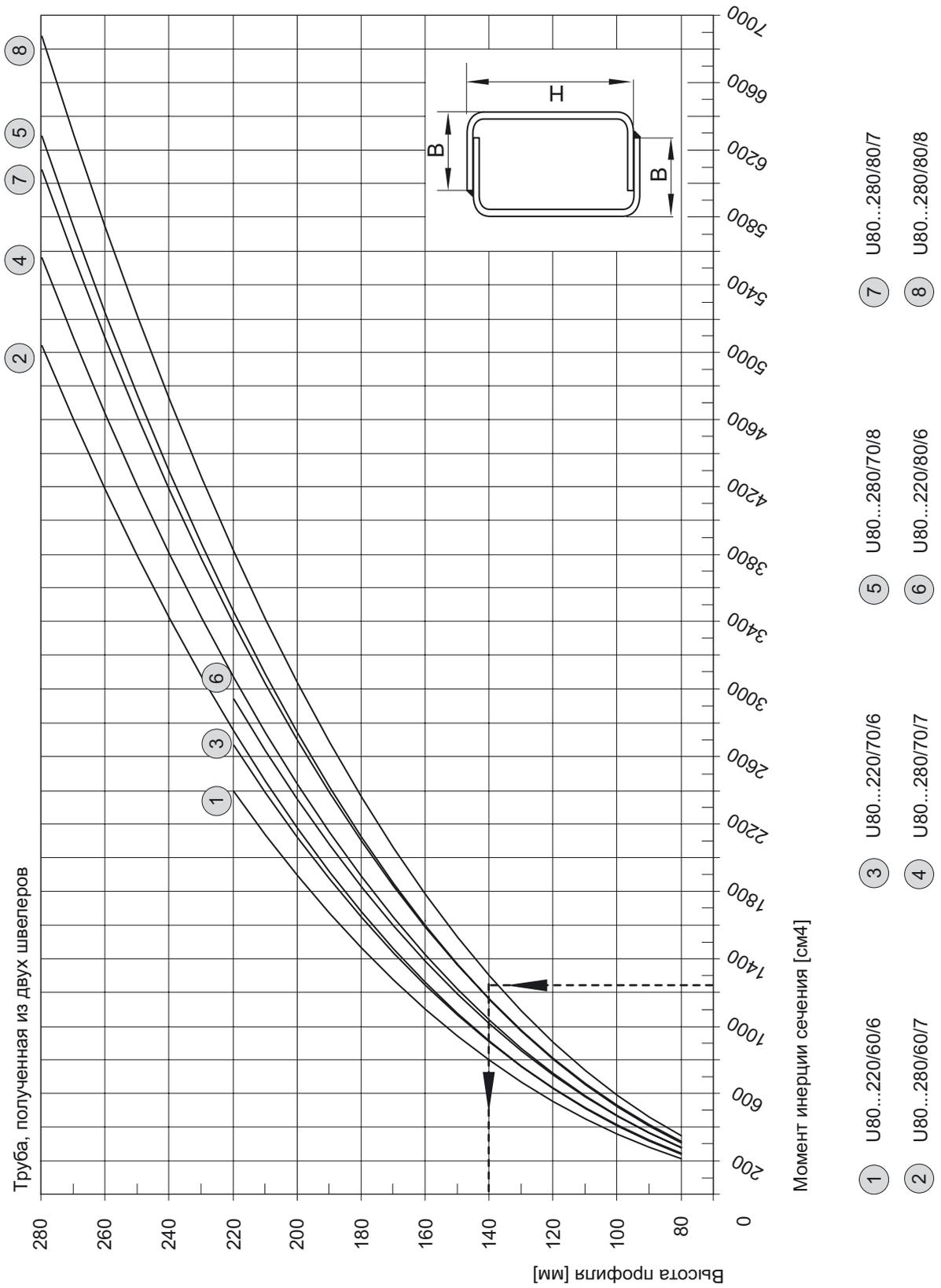


Рис. 89: Момент инерции сечения труб, полученных из двух швеллеров TDB-215



### 5.4.12 Лебёдка

При установке лебёдки определяющими являются следующие факторы:

- сила тяги;
- место установки: впереди, посередине, сзади или сбоку;
- тип привода: механический, электромеханический, электрогидравлический.

При работе лебёдки не должны возрастать выше допустимого уровня нагрузки на оси, подвеску и раму. Это в особенности относится к тем случаям, когда тяга лебёдки направлена под углом к продольной оси автомобиля. Возможно, понадобится установить устройство, автоматически ограничивающее силу тяги лебёдки в зависимости от направления тяги. Во всех случаях необходимо обеспечить оптимальное направление движущегося троса. При прокладке троса должно быть как можно меньше изменений направления. Кроме того, работа лебёдки не должна отрицательно сказываться на функционировании каких-либо агрегатов автомобиля. С точки зрения удобства управления и размещения предпочтительными являются лебёдки с гидравлическим приводом. Необходимо также учитывать коэффициент полезного действия гидравлического насоса и двигателя (см. главу 9 «Расчеты»).

Следует проверить, можно ли для этой цели применить имеющиеся гидравлические насосы, например те, что используются для привода крана или самосвального кузова. Тем самым, в ряде случаев можно избежать необходимости устанавливать несколько механизмов отбора мощности. Гидравлический контур автомобилей с приводом Hydrodrive® является замкнутым. К нему нельзя подключаться для привода лебёдки.

При червячном приводе механических лебёдок следует учитывать, что частота вращения входного вала лебёдки не должна превышать допустимый уровень (обычно, не более 2 000 об/мин). Руководствуясь этим, следует подбирать передаточное число механизма отбора мощности. При оценке необходимого минимального крутящего момента необходимо учитывать низкий КПД червячной передачи. В случае лебёдок с электромеханическим или электрогидравлическим приводом необходимо принять во внимание указания главы «Электрика, электроника, проводка».

### 5.4.13 Автобетоносмеситель

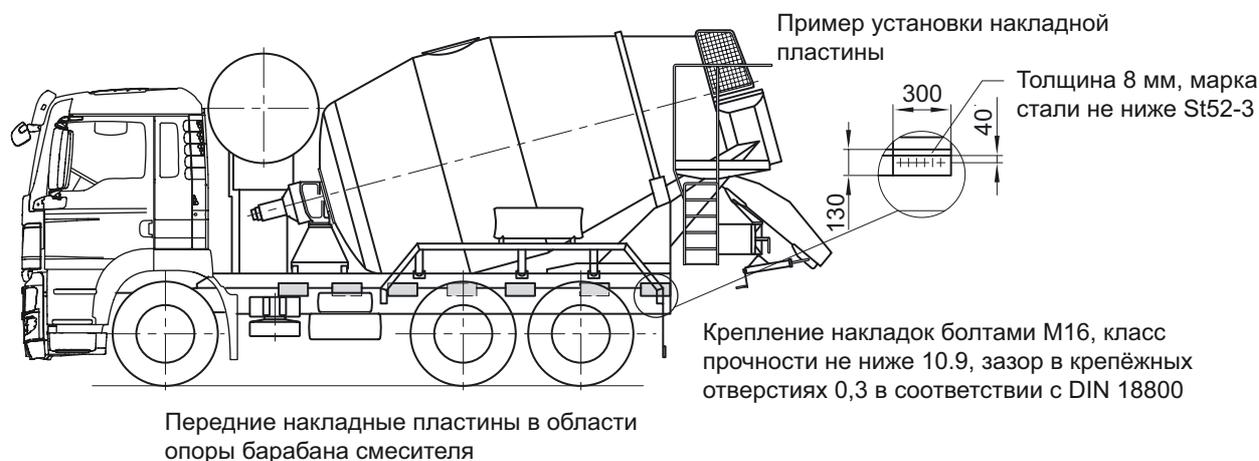
Шасси бетоносмесителя с целью уменьшения амплитуды крена оснащены стабилизаторами поперечной устойчивости на обеих задних осях. Привод бетоносмесителей осуществляется, как правило, посредством механизма отбора мощности от двигателя: у двигателей D28 — от распредвала, у двигателей D20/26 — со стороны маховика. Возможной альтернативой является отбор мощности от двигателя с помощью привода типа «NMV» фирмы «ZF». Установка подходящего механизма отбора мощности для бетоносмесителя на других предприятиях сопряжена со значительными затратами и по этой причине не рекомендуется — проще и выгоднее заказать оснащение на заводе. Дополнительную информацию по механизмам отбора мощности см. в документе «Механизмы отбора мощности».

Среди продукции, выпускаемой MAN, имеются шасси, подготовленные для установки бетоносмесителей. На раме таких шасси в нужных местах установлены накладные пластины. Также необходимо выбрать механизм отбора мощности. Для установки бетоносмесителя на другое шасси (например, на шасси самосвала) требуется надлежащим образом расположить накладные пластины крепления; на обеих задних осях шасси должны быть установлены стабилизаторы поперечной устойчивости. Накладные пластины шасси самосвалов и кронштейны (угловые) для грузовых платформ не подходят для установки бетоносмесителя.

На рис. 90 приведён пример размещения накладных пластин на шасси для бетоносмесителя. Крепление надстройки почти по всей длине является неподвижным (жёстким), за исключением передней части надрамника перед опорой барабана. Две передние накладные пластины должны располагаться в области передней опоры барабана.

Ленточные транспортёры и насосы для подачи бетона установить на серийное шасси для автобетоносмесителя не так просто. В некоторых случаях необходима конструкция надрамника, отличающаяся от обычной, или требуется установка крестообразных раскосов в задней части рамы (как при установке крана-манипулятора, см. рис. 85). На это требуется разрешение отдела TDB MAN (адрес см. выше в колонке «Издатель»), а также разрешение предприятия-изготовителя самого бетоносмесителя.

Рис. 90: Автобетоносмеситель TDB-416



#### 5.4.14 Автовоз

Как правило, автовоз представляет собой автопоезд, состоящий из 2-осного седельного тягача и сменной надстройки. Надстройка фиксируется на тягаче спереди — с помощью разборных (разъёмных) соединений и сзади на седле (ССУ) и с помощью дополнительных элементов крепления. Производитель надстройки отвечает за правильное распределение нагрузки от надстройки по раме тягача, а также за соответствующие элементы крепления.

Используемый для создания автовоза седельный тягач должен быть надлежащим образом оснащён (приведённые ниже указания по оснащению касаются исключительно автовозов на базе седельных тягачей и не распространяются на автовозы, созданные из длиннобазных шасси).

- Шасси 08S (TGS 18.xxx BLS-TS) и 13S/13X (TGS/TGX 18.xxx LLS-U) не разрешается использовать в качестве автовоза.
- Колёсная база не более 3 900 мм.
- В подвеске задней оси можно использовать 4-опорный (крестообразный) рычаг от серийного седельного тягача (2 поколение литых рычагов только для моделей TGS/TGX), а также регулятор уровня для седельных тягачей (1 регулятор уровня).
- В подвеске передней оси обязательно должен быть стабилизатор поперечной устойчивости.
- В документах на автомобиль должно быть отражено его многоцелевое назначение (седельный тягач и одновременно автовоз). Такое назначение нормально для автовоза, его не требуется перерегистрировать в качестве другого типа автомобиля. Ни в коем случае не перерегистрировать его в качестве грузового автомобиля.
- Автопоезд не должен иметь ESP (по состоянию на 08.2007), при наличии этой системы её необходимо отключить электронным образом.
- На тягач должна быть установлена концевая поперечина седла с отверстиями под БСУ (№ 81.41250.0141). Подходит именно эта поперечина (толщиной 9,5 мм), т. к. только она может воспринять нагрузки от задней части надстройки (ни в коем случае не устанавливайте концевую поперечину из профиля толщиной 5 мм).
- Во «второй жизни» автовоз может быть переоборудован только в седельный тягач, его запрещается переделывать в грузовой автомобиль!

## 6. Электрика, электроника, проводка

### 6.1 Общие положения

Настоящая глава не претендует на исчерпывающее изложение всех аспектов устройства бортовой сети современных автомобилей. Более подробные данные по отдельным системам содержатся в руководствах по ремонту, которые можно получить через службу запчастей.

Электрические и электронные системы и проводка, устанавливаемые на автомобилях, отвечают действующим национальным и европейским стандартам и руководствам, соблюдение которых является обязательным.

Внутренние стандарты MAN зачастую содержат более жёсткие требования, чем соответствующие национальные и международные стандарты. Так обстоит в отношении настройки электронных систем и их расширения. В интересах качества или безопасности в некоторых случаях MAN отдаёт предпочтение внутренним стандартам, что отмечается при изложении соответствующих разделов.

Ознакомиться с производственными нормативами MAN можно на сайте [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (требуется регистрация). Автоматическая служба обмена отсутствует.

### 6.2 Прокладка электропроводки, подключение к массе

У автомобилей MAN соединение с «массой» осуществляется не через раму, а с помощью отдельного проводника, который вместе с «плюсовым» проводником подводится к потребителю электроэнергии.

При установке надстроек проводники для соединения с массой подключаются к клеммам, расположенным:

- за центральным блоком предохранителей и реле,
- за комбинацией приборов,
- на правой задней опоре двигателя.

При подключении к клеммам, расположенным за центральным блоком предохранителей и реле или за комбинацией приборов, суммарный ток в подключенных проводниках (фактический ток потребления) не должен превышать 10 А. Прикуриватель и другие дополнительные розетки имеют отдельную проводку и в расчёт не входят. Корпуса однополюсных электродвигателей агрегатов сторонних производителей нужно подключать к общей точке на соответствующей опоре двигателя, чтобы при пуске стартера не повредить механические детали или электрическое оборудование. У всех автомобилей внутри отсека для АКБ имеется табличка, на которой чётко указано, что рама автомобиля не соединена с отрицательным выводом батареи.

При установке надстроек минусовую проводку запрещается подключать непосредственно к отрицательному выводу батареи — её следует подключать только к общей точке на правой задней опоре двигателя.

### 6.3 Обращение с аккумуляторными батареями

Кроме того, следует учитывать, что применение внешних пусковых и зарядных устройств не разрешается, так как это может вывести из строя блоки управления. Запуск двигателя от другого автомобиля («прикуривание») допускается при соблюдении указаний руководства по эксплуатации.

При работающем двигателе запрещается:

- размыкать выключатель массы,
- ослаблять или отсоединять клеммы от выводов АКБ.

#### **Внимание!**

При отсоединении АКБ и при размыкании выключателя массы необходимо действовать следующим образом:

- отключить всех потребителей электроэнергии (например, наружные световые приборы, аварийную световую сигнализацию);
- выключить зажигание;
- закрыть двери;
- к отключению батарей приступить после паузы длиной 20 с (сначала отсоединить клемму на отрицательном выводе);
- перед размыканием выключателя массы необходимо выдержать дополнительную паузу 15 с.

Причина:

работой многих систем автомобиля управляет центральный бортовой компьютер, и необходимо, чтобы перед отключением он запомнил свои последние настройки. Если, например, оставить двери открытыми, то время подготовки компьютера к штатному отключению составит 5 минут, поскольку контроль за закрытием дверей также осуществляет компьютер.

Поэтому при открытых дверях перед отключением АКБ нужно выдержать паузу более пяти минут, а с закрытыми дверями это время сокращается до 20 с. Несоблюдение описанного порядка действий неизбежно ведёт к записи кодов неисправностей в память отдельных блоков управления (например, в память центрального компьютера).

### 6.4 Дополнительные электрические схемы и схемы расположения жгутов электропроводки

Дополнительные электрические схемы и схемы расположения жгутов проводов, содержащие информацию, необходимую для установки надстройки, можно получить через отдел TDB MAN (адрес см. в колонке «Издатель»).

Производитель кузовных работ должен убедиться, что в его распоряжении имеется вся документация, включая схемы электрооборудования и расположения жгутов проводов, которая необходима для работ по переоборудованию автомобиля. Более подробная информация содержится в руководствах по ремонту. Они могут быть получены через службу запчастей.

### 6.5 Дополнительные потребители электроэнергии

Запрещается вносить какие-либо изменения и дополнения в бортовую сеть! В особенности это относится к центральному блоку предохранителей и реле. Ответственность за повреждения, вызванные этими изменениями, ложится на того, кто их произвел. При подключении дополнительных потребителей электроэнергии необходимо иметь виду следующее.

В центральном блоке предохранителей и реле нет свободных предохранителей, которые можно было бы использовать для подключения электрооборудования надстройки. Дополнительные предохранители можно установить в специальной пластмассовой колодке, расположенной перед этим блоком. Запрещается подключаться к имеющимся электрическим цепям и подключать дополнительных потребителей к уже задействованным предохранителям.

Каждая новая электрическая цепь должна быть рассчитана и защищена собственным предохранителем.

Номинал предохранителя должен гарантировать защиту проводки, а не подключённой к ней системы.

Электрические системы должны обладать достаточной защитой от всех возможных воздействий, и это не должно оказывать влияние на работу электрооборудования автомобиля. Должна быть всегда обеспечена возможность беспрепятственного отключения оборудования.

При определении сечения проводников необходимо учитывать падение напряжения и их нагрев. Не рекомендуется использовать проводники с сечением меньше 1 мм<sup>2</sup> по причине их низкой механической прочности. Положительный и отрицательные проводники должны иметь одинаковое минимальное сечение. Для питания 12-вольтовой аппаратуры необходимо использовать преобразователь напряжения. Использование для этого одной из батарей не разрешается в связи с тем, что неравномерная нагрузка и обусловленная этим перегрузка данной батареи может вывести её из строя. При повышенном уровне расхода электроэнергии со стороны дополнительных потребителей (например, грузоподъёмный борт с электрогидравлическим приводом) или при эксплуатации автомобиля в экстремальных климатических условиях рекомендуется использование АКБ увеличенной ёмкости. Для повышения мощности электросети автомобиль при поставке с завода может быть оснащён более мощным генератором. В случае установки более мощной батареи подходящие к ней кабели должны иметь соответственно большее сечение.

## 6.6 Осветительное оборудование

При изменении светотехнического оборудования (системы освещения) автомобиль частично утрачивает допуск к эксплуатации в соответствии с директивой ЕС 76/756/EWG, включая изменения 97/28/EG.

Это происходит, главным образом, когда система освещения претерпевает значительные изменения, или какие-либо световые приборы заменяются другими, не разрешёнными к установке MAN. Ответственность за выполнение законодательных предписаний несёт установившее надстройку предприятие.

В особенности это относится к боковым габаритным огням, выполненным на светодиодах. Их запрещается дополнять другими источниками света.

Это может привести к повреждению центрального бортового компьютера!

Необходимо учитывать максимальный ток потребления каждой осветительной цепи. Установка предохранителей с номиналом большим, чем указано в центральном блоке предохранителей и реле, не разрешается.

В качестве максимальных нужно рассматривать следующие значения потребляемого тока:

Габаритные огни	5А	на одну сторону
Стоп-сигналы	4x21 Вт	только лампы
Указатели поворота	4x21 Вт	только лампы
Задние противотуманные фонари	4x21 Вт	только лампы
Фонари заднего хода	5А	все

Указание «только лампы» свидетельствует о том, что эти цепи контролируются центральным компьютером, и информация о возникающих неисправностях отражается на его информационном табло. Установка световых приборов на базе светодиодов, не разрешённых MAN, запрещена.

Необходимо учитывать, что в автомобилях MAN масса подключается с помощью отдельного проводника, и использование для этих целей рамы не разрешается (см. главу 6.2 «Прокладка электропроводки и подключение к массе»).

После монтажа надстройки следует заново отрегулировать фары.

Это необходимо сделать и на автомобилях с корректором фар, потому что регулировка корректором не может заменить основную регулировку фар. Установка новых световых приборов или замена существующих на другие, должны проводиться по договоренности с ближайшим сервисным предприятием MAN, оснащённым диагностической системой MAN-cats®, поскольку в этих случаях может потребоваться настройка бортовой электроники с помощью этой системы, см. также раздел 6.10.2.

## 6.7 Электромагнитная совместимость

Различные электрические узлы и электронные системы автомобиля взаимодействуют между собой и с внешним миром, поэтому важно проверять их на электромагнитную совместимость.

Все системы грузовиков MAN отвечают требованиям норматива MAN M 3285,

с которым можно ознакомиться на сайте [www.normen.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de) (требуется регистрация).

Грузовики MAN, поставляемые с завода, удовлетворяют требованиям директивы ЕС 72/245/EWG, а также 95/54/EG, включая изменения 2004/104/EG. Все без исключения приборы, устанавливаемые кузовным предприятием (определение «приборы» в соответствии с документом ЕС 89/336/EWG), должны удовлетворять соответствующим законодательным требованиям. Кузовное предприятие несёт ответственность за электромагнитную совместимость устанавливаемых им узлов и систем. Кузовное предприятие отвечает за то, что после установки электрических или электронных систем и элементов автомобиль будет соответствовать действующему законодательству.

Необходимо всегда иметь возможность отключать электрическое оборудование и электронные системы надстройки от автомобиля, прежде всего в случаях, когда они могут создавать помехи для работы оборудования таможенных терминалов, приборам дистанционного контроля, телекоммуникационному оборудованию или другому оборудованию автомобиля.

## 6.8 Радиопередающая аппаратура и антенны

Все приборы, установленные на автомобиле, должны отвечать соответствующим законодательным предписаниям.

Все радиотехнические устройства (радиостанции, мобильные телефоны, навигационные системы, приборы для таможенной регистрации и т. д.) должны быть оснащены надлежащим образом выполненными антеннами. Это означает, что

- радиопередающие устройства, например, пульты дистанционного управления надстройками, не должны влиять на работу систем автомобиля;
- положение имеющейся проводки нельзя изменять и использовать её для дополнительных целей;
- её запрещается использовать в качестве источника электропитания (исключение: разрешённые активные антенны MAN и их проводка);
- доступ к другим узлам автомобиля для обслуживания и ремонта при этом не должен нарушаться;
- сверлить отверстия в крыше необходимо в предназначенных для этого местах и использовать при монтаже разрешённые установочные детали.

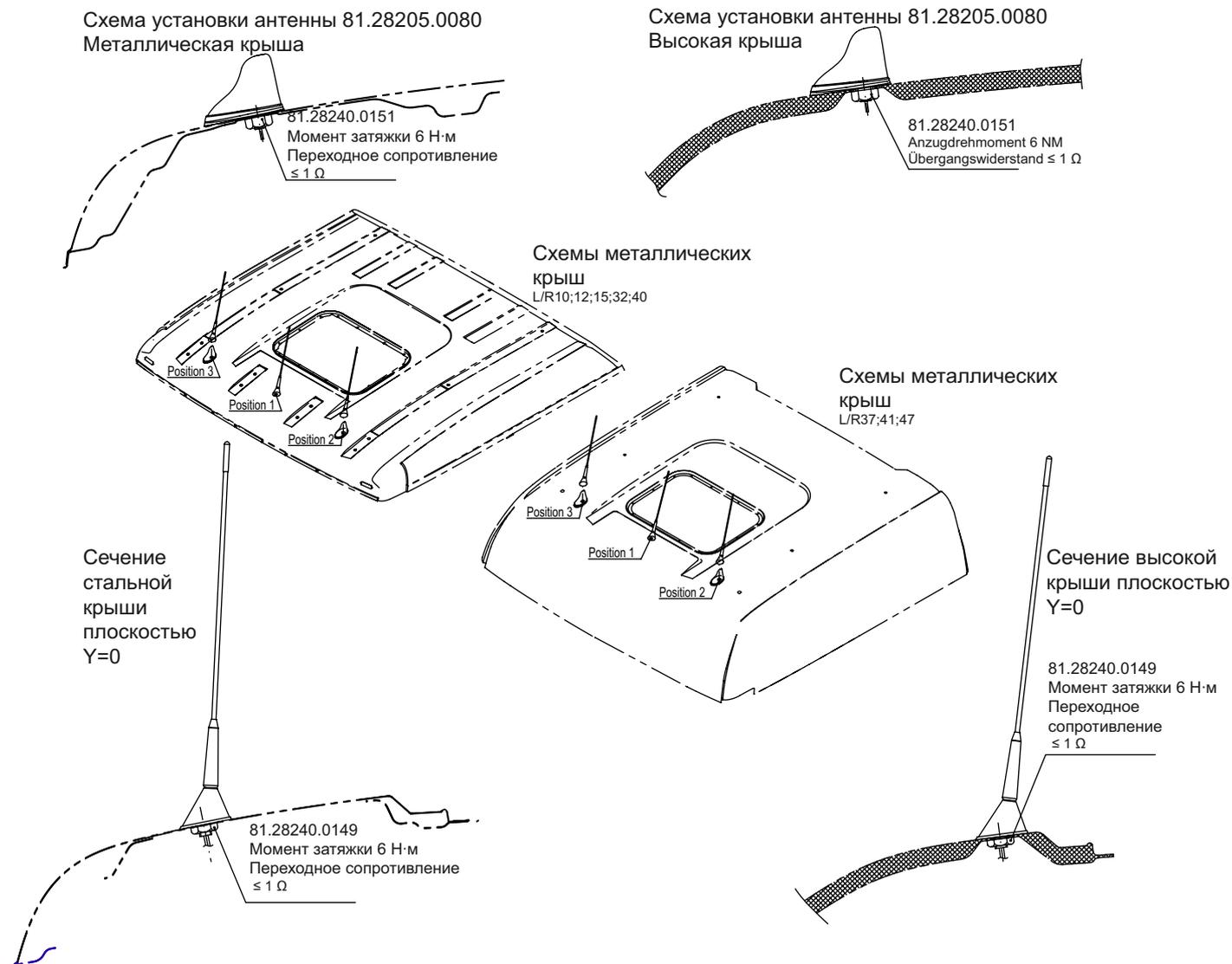
Разрешённые MAN к использованию антенны, проводники, кабели, гнезда и разъёмы могут быть заказаны через службу запчастей MAN.

В соответствии с приложением I директивы ЕС 72/245/EWG в редакции 2004/104/EG предписано опубликовать данные о возможных местах установки антенн, разрешённых частотах и мощности передающей аппаратуры. На крышах автомобилей в местах, указанных MAN (см. рис. 91), разрешается надлежащая установка антенн для работы в следующих частотных диапазонах.

**Таблица 26:** Диапазоны частот при использовании антенн, расположенных в разрешённых местах на крыше автомобиля

Частотный диапазон	Полоса частот	Максимальная мощность передатчика
Короткие волны	< 50 МГц	10 Вт
Диапазон 4 м	66 МГц - 88 МГц	10 Вт
Диапазон 2 м	144 МГц - 178 МГц	10 Вт
Диапазон 70 см	380 МГц - 480 МГц	10 Вт
GSM 900	880 МГц - 915 МГц	10 Вт
GSM 1800	1.710,2 МГц - 1.785 МГц	10 Вт
GSM 1900	1.850,2 МГц - 1.910 МГц	10 Вт
UMTS	1.920 МГц - 1.980 МГц	10 Вт

**Рис. 91:** Места для установки антенн TDB-560



Наименование	Номер детали	Позиция	Спецификация антенны
Антенна	81.28205.8001	Поз. 1	Антенна радиодиапазона
Антенна	81.28205.8002	Поз. 1	Антенна для сетей D и E
Антенна	81.28205.8003	Поз. 1	Антенна для сетей D и E + GPS
Приёмно-передающая антенна LL	81.28200.8370	Поз. 2	Антенна СВ-связи
Приёмно-передающая антенна RL	81.28200.8371	Поз. 3	
Приёмно-передающая антенна LL	81.28200.8372	Поз. 2	Направленная антенна
Приёмно-передающая антенна RL	81.28200.8373	Поз. 3	
Приёмно-передающая антенна LL	81.28200.8374	Поз. 2	Антенна для диапазона 2 м
Приёмно-передающая антенна RL	81.28200.8375	Поз. 3	
Антенна LL	81.28200.8377	Поз. 3	GSM и GPS-антенна для таможенных терминалов
Антенна RL	81.28200.8378	Поз. 2	
Приёмно-передающая антенна LL	81.28200.8004	Поз. 2	Приемо-передающая антенна СВ-связи
Комбинированная антенна RL	81.28200.8005	Поз. 3	Антенна для сетей GSM D и E + GPS+CB
Комбинированная антенна LL	81.28200.8004	Поз. 2	

## 6.9 Интерфейсы автомобиля, подготовка к установке надстройки

Подключение к бортовой сети разрешается только посредством интерфейсов, специально подготовленных для этих целей (например, для подключения грузоподъемного борта, устройства для пуска и отключения двигателя, устройства регулирования частоты вращения двигателя для привода оборудования надстройки, интерфейс FMS).

Подключения к шинам CAN запрещены, за исключением шины надстройки (A-CAN); см. интерфейс блока управления для обмена данными с внешними устройствами (специализированный клиентский модуль). Полная информация по интерфейсам содержится в разделе «Интерфейсы TG». Если автомобиль заказывается с подготовкой для установки кузовной надстройки (например, с устройством для пуска и отключения двигателя на конце рамы), то необходимые интерфейсы устанавливаются на заводе и частично подключаются. В соответствии с заказом подготавливаются контрольно-измерительные приборы.

Перед использованием установленной на заводе подготовки производитель кузовных работ должен убедиться в том, что он располагает актуальными схемами электрооборудования и схемами расположения жгутов проводов (см. также раздел 6.4)

Перед отправкой автомобиля на кузовное предприятие на заводе устанавливается транспортировочная защита (на интерфейсные разъёмы, расположенные за передней крышкой со стороны пассажира). Перед использованием этих интерфейсов транспортную защиту необходимо надлежащим образом удалить. Работы по подключению интерфейсов и подготовке к монтажу надстройки зачастую требуют значительных затрат и привлечения специалистов по электронике сервисных предприятий MAN.

### Снятие сигнала D+ (двигатель работает)

**Внимание: у автомобилей TG сигнал D+ нельзя снимать с генератора.**

Помимо доступа к сигналам и данным с клиентского интерфейса можно получить доступ к сигналу D+ следующим образом: центральный бортовой компьютер выдает сигнал «двигатель работает» (+24 В).

Его можно снять непосредственно с самого компьютера (разъем F2, контакт 17).

Максимальный ток нагрузки для этого контакта не должен превышать 1 А. Следует учитывать, что к этой цепи могут быть подключены также внутренние потребители, и поэтому необходимо не нарушить их нормальную работу.

### 6.9.1 Электрический интерфейс грузоподъемного борта

См. главу «Грузоподъемный борт».

### 6.9.2 Устройство для пуска и отключения двигателя на конце рамы

Подготовка «устройства пуска и отключения двигателя» является независимой от интерфейса ZDR (регулирование частоты вращения двигателя для привода оборудования надстройки) системой и может быть заказана отдельно.

При подключении, выполняемом производителем кузовных работ, нужно использовать обозначение **Start-Stop**.

Его не следует путать с обозначением **Not-Aus**.

### 6.9.3 Снятие сигнала скорости

**Внимание!** Все работы с тахографом должны выполняться при выключенном зажигании, чтобы не допустить появления записей о неисправностях в блоке управления! Существует возможность снятия сигнала скорости с тахографа. При этом необходимо, чтобы ток на соответствующем контакте не превышал 1 мА! Обычно, это соответствует подключению двух периферийных устройств. Если это условие выполнить невозможно, следует подключить импульсный разветвитель, номер детали MAN: 81.25311-0022 (3 импульсных выхода, максимальный ток на каждом выходе — 1 мА) или 88.27120-0003 (5 импульсных выхода, максимальный ток на каждом выходе — 1 мА).

Варианты получения сигнала скорости «B7»:

- 1) с контакта 7 разъёма В, или с контакта 6 на задней стороне тахографа;
- 2) с 3-контактного разъёма Х4366, контакт 1. Разъём находится за облицовкой передней стойки со стороны водителя в области пространства для ног;
- 3) с 2-контактного разъёма Х4659, контакт 1 или 2, разъём находится за центральным блоком предохранителей и реле;
- 4) с устанавливаемого на заводе интерфейса с заказным блоком управления, начиная с версии STEP1 (см. главу 4.3 «Интерфейсы TG»).

## 6.10 Электронное оборудование

В автомобилях модельных рядов TGS и TGX применяется множество различных электронных систем для регулировки, управления и контроля различных функций. Электронные системы управления тормозами (EBS), пневматической подвеской (ECAS), впрыском дизельного топлива (EDC) являются лишь некоторыми из них. Объединение этих систем в единую сеть даёт возможность использовать измеряемые ими величины всем блокам управления. В результате уменьшается число датчиков, проводников и разъёмов и, вместе с этим, число потенциальных источников ошибок. Кабели шин данных в автомобиле можно отличить благодаря тому, что они выполнены в виде витой пары. Параллельно в автомобиле действуют несколько шин CAN; каждая из которых ориентирована на решение определённых задач. Эти шины данных специально предназначены для использования в автомобильной электронике MAN, и всякое вмешательство в них запрещено. Исключение составляет шина надстройки (A-CAN) (см. TG-интерфейс блока управления для обмена данными с внешними устройствами (специализированный клиентский модуль)).

### 6.10.1 Информационно-измерительная система

Комбинация приборов моделей TG подключена к общей сети блоков управления посредством шины CAN. На центральном дисплее осуществляется индикация неисправностей с помощью текстового пояснения или кода неисправности. Вся информация, которую получает для отображения комбинация приборов, поступает по шине CAN. Вместо ламп накаливания здесь используются только долговечные светодиоды. Конфигурация контрольных ламп создана под конкретный автомобиль, т. е. на ней присутствуют лампы только имеющихся в автомобиле систем и зарезервированных функций (так называемых «подготовок»). Если после доработки у автомобиля появляются новые функции, которые требуют установки дополнительных контрольных ламп (например, после оснащения грузоподъёмным бортом, преднатяжителями ремней безопасности, индикатором положения самосвального кузова), то необходимо изменить настройки его электроники с помощью системы MAN-cats® и заказать через службу запчастей MAN новую панель с пиктограммами контрольных ламп, соответствующими этим функциям. Таким путём кузовное предприятие получает возможность оснастить автомобиль нужным оборудованием, таким как грузоподъёмный борт или самосвальный кузов, и дополнить систему индикации соответствующими контрольными лампами для контроля его функционирования. Однако подключать какую-либо функцию про запас, выводить на центральный дисплей по желанию собственную функцию или подводить какие-либо сигналы к задней панели комбинации приборов кузовному предприятию не разрешается.

### 6.10.2 Диагностика и настройка с помощью системы MAN-cats®

MAN-cats® является системой второго поколения, предназначенной для диагностики и настройки электронного оборудования автомобилей MAN. Поэтому система MAN-cats® используется всеми сервисными предприятиями MAN. Если кузовное предприятие или клиент уже при заказе автомобиля могут указать его назначение или тип устанавливаемой в будущем надстройки (например, наличие интерфейса ZDR — регулирования частоты вращения двигателя для привода оборудования надстройки), то соответствующие параметры будут записаны в память электронных систем автомобиля непосредственно на заводе при сходе с конвейера. Применение системы MAN-cats® необходимо лишь в том случае, если запрограммированные параметры должны быть изменены. Специалисты по электронике сервисных центров MAN имеют возможность обратиться к системным специалистам заводов MAN за консультацией и поддержкой при решении задач, возникающих при переоборудовании автомобилей.

### 6.10.3 Настройка электронных систем автомобиля

При изменениях автомобиля, которые затрагивают вопросы безопасности или требуют специального разрешения, при подготовке шасси к установке надстройки, при переоборудовании и дооснащении автомобиля необходимо до начала работ выяснить на ближайшем сервисном предприятии MAN через систему MAN-cats® имеется ли необходимость настройки параметров автомобиля.

## 7. Механизмы отбора мощности → см. соответствующий документ

## 8. Тормозная система, трубопроводы

Тормозная система является одной из важнейших, определяющих безопасность эксплуатации грузовика. К переоборудованию тормозной системы, включая изменения трубопроводов, допускается только специально подготовленный персонал. После каждого переоборудования тормозная система должна быть испытана, все её детали должны быть осмотрены, шумы, возникающие при работе, должны быть прослушаны и проанализированы.

### 8.1 Системы регулировки тормозов ALB и EBS

Провести с помощью EBS надёжную проверку системы ALB (регулятор тормозных сил) производитель кузовных работ не сможет, как и не сможет провести её регулировку. Такая проверка проводится в рамках регулярного контроля тормозной системы (в Германии это проверка систем безопасности согласно §29 Правил допуска транспортных средств к дорожному движению (StVZO)). Если такая проверка тормозной системы необходима, нужно провести измерение напряжения с помощью диагностической системы MAN-cats® или визуально проконтролировать угол установки рычага на датчике осевой нагрузки. Отключать разъём на датчике осевой нагрузки не разрешается. Перед заменой рессор, например, на более жёсткие, необходимо выяснить в сервисном центре MAN требуется ли после этого регулировка системы ALB.

### 8.2 Трубопроводы тормозной системы и магистрали сжатого воздуха

Все трубопроводы тормозной системы к тормозным камерам с пружинными энергоаккумуляторами по устойчивости к коррозии и нагреву отвечают стандарту DIN 14502, часть 2 «Общие требования по пожарной безопасности автомобилей». Ниже ещё раз перечислены наиболее важные принципы прокладки пневматических трубопроводов.

#### 8.2.1 Основные принципы

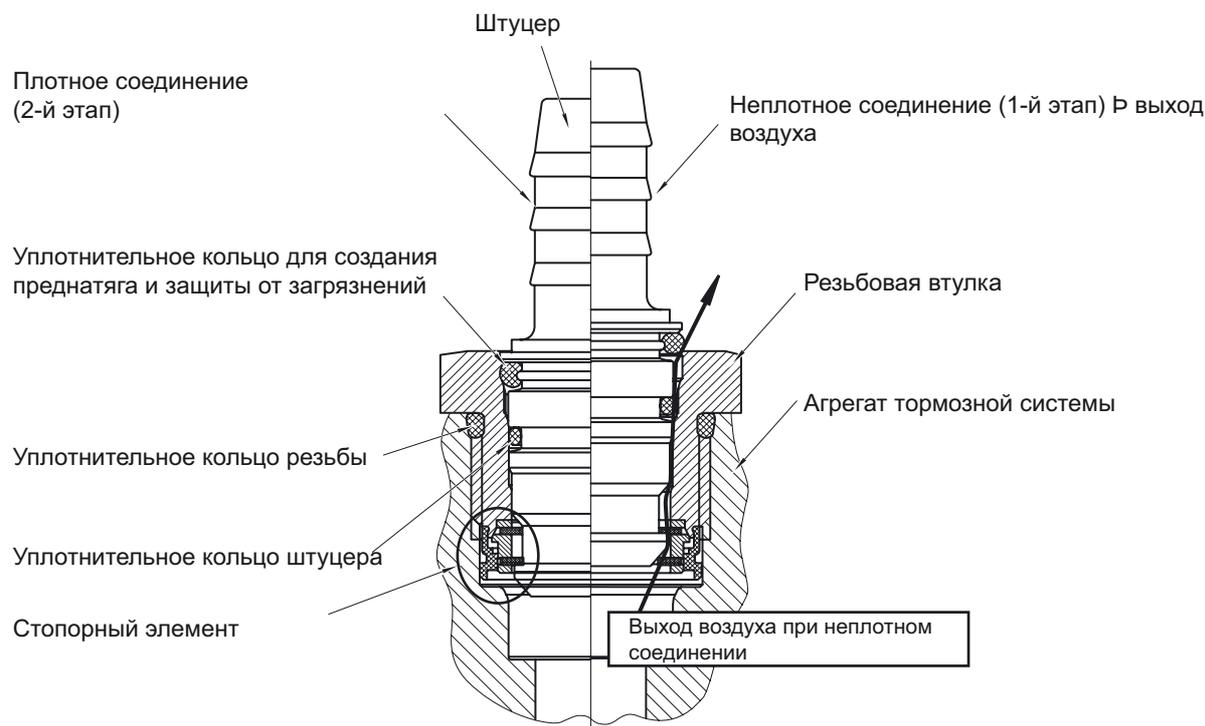
- Трубопроводы из полиамида (PA) необходимо:
  - защищать от источников нагрева,
  - прокладывать так, чтобы при движении они не терлись обо что-либо,
  - закреплять без напряжений
  - и изломов.
- Разрешается использовать только такие PA трубопроводы, которые соответствуют нормативам MAN M 3230, часть 1 ([www.northern.man-nutzfahrzeuge.de](http://www.northern.man-nutzfahrzeuge.de), требуется регистрация). В соответствии с данным нормативом через каждые 350 мм на этих трубопроводах нанесен номер, начинающийся с «M 3230».
- На участке от компрессора до осушителя или регулятора давления должен быть проложен трубопровод из нержавеющей стали.
- При проведении сварочных работ во время монтажа надстройки трубопроводы необходимо защищать; см. также главу «Внесение изменений в шасси» раздел «Сварочные работы на раме».
- Для того чтобы обезопасить PA трубопроводы от возможного перегрева за счёт теплопроводности крепежа, их не разрешается закреплять на металлических трубах и кронштейнах, соединённых со следующими агрегатами:
  - двигатель,
  - компрессор,
  - отопитель,
  - радиатор,
  - гидравлическая система.

## 8.2.2 Разъёмные соединители системы Voss 232

Тормозные пневматические трубопроводы и трубопроводы сжатого воздуха разрешается соединять только с помощью разъёмных соединителей системы Voss 232 (норматив MAN: M 3298) и Voss 230 (для трубок малого диаметра NG6 и специальных соединителей; норматив MAN: M 3061). Указанный норматив содержит подробные указания по монтажу и обращению с трубопроводами и агрегатами пневматической системы, которые обязательно должны исполняться. Ознакомиться с упомянутыми нормативами MAN можно на сайте <http://www.normen.man-nutzfahrzeuge.de>, требуется регистрация. Подключение соединителей системы 232 происходит в два этапа. На первом этапе, когда штуцер системы 232 просто вставлен, соединение будет неплотным, что можно понять по шуму выходящего воздуха.

- Отсоединять штуцер нужно путём отворачивания резьбовой втулки.
- Если просто вынуть штуцер из резьбовой втулки, то для восстановления соединения необходимо установить новую резьбовую втулку в сборе, потому что при отсоединении этих деталей стопорные кольца повреждаются.
- Поэтому для того, чтобы без повреждений отсоединить трубопровод от какого-либо агрегата, нужно выкрутить резьбовую втулку. В этом случае, собранные в единый узел пластиковый трубопровод, штуцер и резьбовая втулка со стопорным элементом, могут быть использованы повторно. Только уплотнительное кольцо (см. рис. 92) должно быть заменено новым (кольцо следует смазать, а резьбовую втулку очистить).
- Данный соединительный узел нужно сначала от руки прикрутить к агрегату, а затем затянуть моментом  $12 \pm 2$  Н·м при соединении с металлом и  $10 + 1$  Н·м — с пластиком.

**Рис. 92:** Устройство соединителя системы Voss System 232 TDB-174

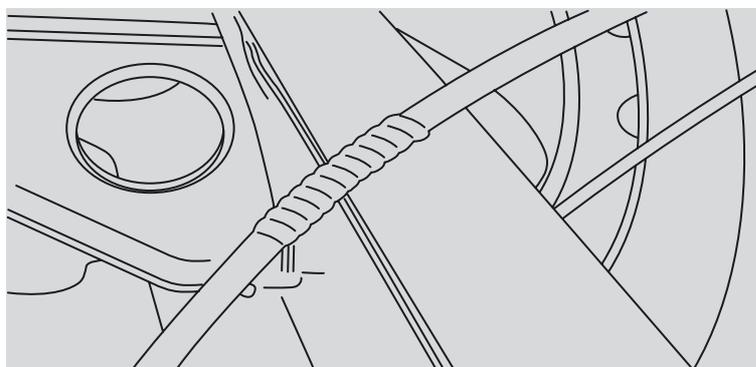


### 8.2.3 Прокладка и закрепление трубопроводов

Основные правила прокладки трубопроводов.

- Трубопроводы обязательно должны быть закреплены, их необходимо закреплять с помощью соответствующего крепежа или пропускать в трубы.
- Пластиковые трубопроводы при прокладке не разогревать, даже если их требуется изогнуть.
- При закреплении пластиковых трубопроводов необходимо следить за тем, чтобы они не оказались перекручены.
- В начале и в конце изгиба трубы нужно установить хомут, а при изгибе жгута труб — кабельную стяжку.
- Гофрированные трубы со шлангами должны крепиться на раме с помощью пластмассовых кронштейнов, а в моторном отсеке прокладываться по предусмотренным кабельным каналам и крепиться с помощью пластиковых хомутов или клипс.
- Запрещается закреплять с помощью одного хомута несколько шлангов.
- Разрешается использовать только трубки из полиамида (PA), соответствующие стандарту DIN 74324, часть 1, или нормативу MAN M 3230, часть 1 (дополнение стандарта DIN 74324, часть 1), (<http://www.norמן.man-nutzfahrzeuge.de>, требуется регистрация).
- На длину проложенных трубопроводов из PA необходимо дать припуск около 1% (10 мм на каждый метр трубы), т. к. при понижении температуры пластик сжимается, а работоспособность должна сохраняться при температуре до  $-40^{\circ}\text{C}$ .
- Нагревать трубы при прокладке не разрешается.
- Для обрезки пластиковых труб нужно использовать специальный резак. Отпиливать трубы не рекомендуется, т. к. при этом образуются недопустимые заусенцы и трещины.
- PA трубы можно прокладывать по полкам рам и пропускать через отверстия в них. PA труба в местах крепления не должна сминаться более чем на 0,3 мм. Продавливание канавок при этом не допускается.
- Взаимное касание PA трубопроводов разрешается. В месте соприкосновения допускается минимальная обоюдная деформация.
- Расположенные параллельно PA трубы можно объединять в жгуты (но не крест-накрест) с помощью кабельных стяжек. PA-трубопроводы и гофрированные трубы нужно связывать в отдельные жгуты. Необходимо учитывать ограничение подвижности, вызываемое жёсткостью крепления.
- Закрывать край рамы с помощью разрезанной вдоль гофрированной трубы не рекомендуется, т. к. при этом PA трубопроводы могут быть повреждены в месте контакта с гофрированной трубой.
- Точки соприкосновения с краями рамы можно защитить с помощью так называемой защитной спирали (см. рис. 93). Витки спирали должны плотно охватывать защищаемый трубопровод. (Исключение составляют PA трубопроводы диаметром менее  $\varnothing \leq 6\text{mm}$ ).

**Рис. 93:** Защитная спираль на PA трубопроводе TDB-151



- Соприкосновение РА-трубопроводов и гофрированных труб с деталями из алюминиевых сплавов, (например, с алюминиевым баком, корпусом топливного фильтра) не допускается, поскольку эти детали могут протереться от механического контакта с трубами (опасность возгорания).
- Перекрещивающиеся и вибрирующие шланги (например, для подачи топлива) нельзя связывать в точках пересечения с помощью пластиковых хомутов (могут протереться).
- К трубопроводам системы впрыска топлива и к стальным трубкам электрофакельного устройства никаких других трубопроводов прикреплять нельзя (опасность перетирания и возгорания).
- Проходящие поблизости трубопроводы центральной системы смазки и кабели для датчиков ABS могут контактировать со шлангами для сжатого воздуха только через резиновые втулки.
- К шлангам системы охлаждения и гидравлических систем (например, рулевого управления) запрещается что-либо прикреплять (могут протереться).
- Кабели стартера категорически запрещается связывать с топливо- и маслопроводящими трубопроводами, чтобы полностью исключить возможность протирания изоляции положительного кабеля.
- Тепловые воздействия: Не допускайте перегрева в закрытых полостях. Прилегание трубопроводов к теплозащитным экранам недопустимо (минимальное допустимое расстояние от экранов 100 мм, а от деталей системы выпуска отработавших газов — 200 мм).
- Металлические трубопроводы должны быть сформованы заранее и закреплены без применения изгибов и так, чтобы изгибы не произошли в процессе эксплуатации.

Если агрегаты и детали могут двигаться друг относительно друга, то при перекладке трубопроводов следует соблюдать следующие правила.

- Трубопровод должен иметь возможность беспрепятственно следовать за перемещением сопряженного агрегата, и для этого нужно предусмотреть свободное пространство (для движения деталей подвески, для поворота колес, откидывания кабины). Растяжение трубопроводов при этом не допускается.
- Перед фиксацией трубопровода следует чётко определить места его крепления, оценив положение крайних точек перемещения деталей. РА- или гофрированная труба в месте крепления должна быть прочно зафиксирована как можно более широким пластиковым хомутом или обычным хомутом подходящего диаметра.
- Если РА-трубопровод и гофрированная труба прокладываются в одном месте, то сначала следует закрепить более жесткий РА-трубопровод. Более мягкая гофрированная труба крепится к РА-трубопроводу.
- Для того чтобы трубопроводы имели возможность двигаться в поперечном направлении, должно быть предусмотрено достаточное расстояние между точками крепления. (Эмпирическое правило: расстояние между точками крепления должно превышать амплитуду движений не менее чем в 5 раз).
- Для обеспечения больших амплитуд движения трубопровод укладывают в форме буквы «U».

**Эмпирическая формула для минимальной длины подвижной петли:**

**минимальная длина подвижной петли = 1/2 · амплитуда движения · минимальный радиус · π**

- При изгибе РА-трубопроводов допустимы следующие минимальные радиусы изгиба (следует чётко определить места его крепления, оценив положение крайних точек перемещения деталей).

**Таблица 27:** Минимальный радиус изгиба РА-трубопроводов

Номинальный диаметр — Ø [ мм ]	4	6	9	12	14	16
Радиус ≥ [ мм ]	20	30	40	60	80	95

- Для закрепления трубопроводов нужно использовать пластиковые хомуты, а максимальное расстояние между ними определять по таблице 28.

**Таблица 28:** Максимальное расстояние между хомутами в зависимости от размера трубы

Размер трубы	4x1	6x1	8x1	9x1,5	11x1,5	12x1,5	14x2	14x2,5	16x2
Расстояние между хомутами [мм]	500	500	600	600	700	700	800	800	800

## 8.2.4 Контроль негерметичности пневматической системы

Пневматическая система не обладает стопроцентной герметичностью, и, несмотря на надлежащую конструкцию и исполнение, небольшие утечки неизбежны. Вопрос в том, какой уровень негерметичности является допустимым, а какой неприемлем. Недопустимым является такой уровень утечек, если после запуска автомобиля спустя 12 часов стоянки он не может сразу начать движение. На этом принципе основаны два альтернативных метода оценки недопустимого уровня негерметичности.

- В течение 12 часов после выключения двигателя автомобиля на максимальном давлении оно не должно опускаться ниже 6 бар в любом контуре. Проверку нужно проводить с отключенными пружинными аккумуляторами, но при включенном стояночном тормозе.
- Спустя 10 минут после выключения автомобиля на максимальном давлении в проверяемом контуре оно не должно упасть более чем на 2%.

Если падение давления происходит быстрее, уровень утечки является неприемлемым, и она должна быть устранена.

## 8.3 Подключение вспомогательных потребителей

Все трубопроводы пневмосистемы у моделей TGX/TGS оснащены соединителями Voss системы 232 и 230 (трубки малого диаметра NG6 и специальные соединители). При монтажных работах на шасси допускается применение только этих оригинальных соединителей. Дополнительные потребители сжатого воздуха, располагающиеся на надстройке, необходимо подключать только к контуру для вспомогательных потребителей. При подключении каждого дополнительного потребителя с трубопроводом диаметром больше, чем NG6 (6x1 мм), необходимо устанавливать перепускной клапан.

Подключение вспомогательных потребителей запрещается:

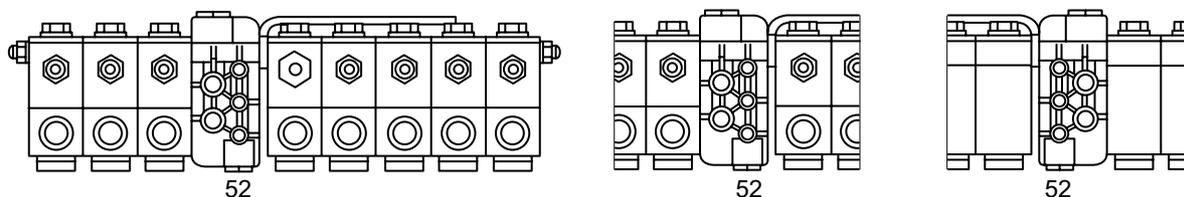
- к контурам рабочих и стояночных тормозов,
- к контрольным штуцерам (расположены на легко доступной распределительной панели с водительской стороны),
- непосредственно к четырёхконтурному защитному клапану.

Потребители сжатого воздуха самого автомобиля MAN подключаются посредством распределительной панели на блоке электромагнитных клапанов, расположенном на поперечине в месте продольного изгиба рамы.

Существуют два варианта подключения пневмосистемы надстройки.

В середине распределительного блока расположен распределитель для вспомогательных приводов (см. рис. 94), штуцер которого 52 (заглушен) предназначен для подключения потребителей надстройки. Подключение производится с помощью соединителей Voss системы 232 NG8 через перепускной клапан, который должен установить производитель кузовных работ.

**Рис. 94:** Подключение к распределителю для дополнительных потребителей TDB-180



Второй вариант состоит в подключении вспомогательного привода надстройки к перепускному и обратному клапану, который может быть установлен на заводе. Местоположение и варианты исполнения см. на рис. 95; номер чертежа 81.51000.8114. Штуцер для подключения имеет резьбу M22x1,5.



## 8.4 Установка тормоза-замедлителя сторонних производителей

Установка тормоза замедлителя, не предусмотренного MAN и не указанного в соответствующей документации, в принципе невозможна. Это недопустимо по той причине, что необходимые при такой установке вмешательства в электронную систему тормозов (EBS), конструкцию тормозов и привода в целом недопустимы.

## 9. Расчёты

### 9.1 Скорость автомобиля

Для оценки скорости автомобиля, исходя из числа оборотов двигателя, размера шин и суммарного передаточного числа, как правило, подходит следующая формула.

**Формула 18:** Скорость автомобиля

$$v = \frac{0,06 \cdot n_{\text{Mot}} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

Здесь:

$v$	=	скорость автомобиля в [км/ч],
$n_{\text{Mot}}$	=	частота вращения двигателя в [1/мин],
$U$	=	расстояние, проходимое колесом за один оборот в [м],
$i_G$	=	передаточное число коробки передач,
$i_v$	=	передаточное число раздаточной коробки,
$i_A$	=	передаточное число главной передачи

Для оценки теоретической максимальной скорости (или наибольшей скорости для данной модели) частота вращения двигателя должна быть увеличена на 4%. Эта формула имеет вид:

**Формула 19:** Теоретическая максимальная скорость автомобиля

$$v = \frac{0,0624 \cdot n_{\text{Mot}} \cdot U}{i_G \cdot i_v \cdot i_A}$$

Внимание: эта формула служит исключительно для теоретической оценки максимальной скорости исходя из числа оборотов и передаточных чисел, она не учитывает влияние различных сил сопротивления движению, в результате которого фактическая скорость будет заметно ниже расчётной. Оценка фактически достижимой скорости, при которой учитывается, с одной стороны, мощность двигателя, а с другой — сопротивление воздуха, сопротивление качения и сопротивление на подъёме, приведена в разделе 9.8 «Силы сопротивления движению». Для автомобилей с ограничением скорости в соответствии директивой ЕС 92/24/EWG максимальная скорость, определяемая конструктивными особенностями, составляет, как правило, 90 км/ч.

Пример расчёта:

Автомобиль:	Модель 56S TGS 33.430 6x6 BB
Размер шин:	315/80 R 22,5
Расстояние, проходимое колесом за один оборот:	3,280 м
Коробка передач:	ZF 16S 2522 TO
Наибольшее передаточное число:	13,80
Наименьшее передаточное число:	0,84
Минимальное число оборотов двигателя при максимальном крутящем моменте:	1.000 об/мин
Максимальное число оборотов двигателя:	1.900/мин
Передаточное число раздаточной коробки G 172 при движении в городских условиях:	1,007
Передаточное число раздаточной коробки G 172 при движении по бездорожью:	1,652
Передаточное число главной передачи:	4,00

Требуется определить:

1. Минимальная скорость движения по бездорожью при максимальном крутящем моменте
2. Теоретическая максимальная скорость без ограничителя

Решение 1:

$$v = \frac{0,06 \cdot 1000 \cdot 3,280}{13,8 \cdot 1,652 \cdot 4,00}$$

$$v = 2,16 \text{ км/ч}$$

Решение 2:

$$v = \frac{0,0624 \cdot 1900 \cdot 3,280}{0,84 \cdot 1,007 \cdot 4,00}$$

$$v = 115 \text{ км/ч}$$

Теоретическая максимальная скорость составляет 115 км/ч, однако ограничитель скорости устанавливает предел на 90 км/ч (или, с учётом допуска, на 89 км/ч).

## 9.2 Коэффициент полезного действия (КПД)

Коэффициентом полезного действия (КПД) устройства называется отношение величины выдаваемой им (полезной) мощности к величине потребляемой (затраченной). Поскольку выдаваемая мощность всегда меньше потребляемой, КПД —  $\eta$  всегда меньше единицы, или 100%.

**Формула 20:** Коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

При наличии нескольких последовательно включённых агрегатов, итоговый КПД равен произведению КПД всех агрегатов.

Пример расчёта для отдельного агрегата:

КПД гидравлического насоса  $\eta = 0,7$ . Полезная, или отдаваемая, мощность составляет  $P_{ab} = 20$  кВт. Какая подводимая мощность  $P_{zu}$  необходима для его работы?

Решение:

$$P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta}$$

$$P_{zu} = \frac{20}{0,7}$$

$$P_{zu} = 28,6 \text{ кВт}$$

Пример расчёта для нескольких агрегатов:

КПД гидравлического насоса  $\eta_1 = 0,7$ . Этот насос через карданный вал с двумя шарнирами приводит в действие гидромотор.

КПД отдельных устройств:

Гидравлический насос:	$\eta_1$	=	0,7
Карданный шарнир а:	$\eta_2$	=	0,95
Карданный шарнир b:	$\eta_3$	=	0,95
Гидромотор:	$\eta_4$	=	0,8

Полезная, т. е. отдаваемая мощность  $P_{ab} = 20\text{кВт}$

Какая подводимая мощность  $P_{zu}$  необходима для работы?

Решение:

Результирующий КПД составляет:

$$\begin{aligned}\eta_{ges} &= \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \\ \eta_{ges} &= 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \\ \eta_{ges} &= 0,51\end{aligned}$$

Подводимая мощность:

$$\begin{aligned}P_{zu} &= \frac{20}{0,51} \\ P_{zu} &= 39,2\text{кВт}\end{aligned}$$

### 9.3 Сила тяги

Сила тяги зависит от:

- крутящего момента,
- суммарного передаточного числа (включая колёса),
- КПД привода.

**Формула 21:** Сила тяги

$$F_z = \frac{2 \cdot \pi \cdot M_{mot} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$

$F_z$	=	сила тяги в [Н],
$M_{mot}$	=	крутящий момент в [Нм],
$\eta$	=	результирующий КПД привода (исходные данные см. в таблице 30),
$i_G$	=	передаточное число коробки передач,
$i_V$	=	передаточное число раздаточной коробки,
$i_A$	=	передаточное число главной передачи,
$U$	=	расстояние, проходимое колесом за один оборот в [м].

Пример расчёта силы тяги см в разделе 9.4.3 Расчёт максимального преодолеваемого уклона.

## 9.4 Максимальный преодолеваемый уклон

### 9.4.1 Движение на подъемах и спусках

Максимальный преодолеваемый автомобилем уклон указывается в %. Например, 25% уклон соответствует подъему на высоту 25 м на расстоянии 100 м по горизонтали. Аналогичным образом задается характеристика спуска. Фактический пройденный путь «с» вычисляется по формуле:

**Формула 22:** Длина пути при движении на подъеме или спуске

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = l \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{p}{100}\right]^2}$$

c	=	длина пути в [м],
l	=	длина пути при измерении по горизонтали,
h	=	высота подъёма или спуска (по вертикали) в [м],
p	=	крутизна подъёма или спуска в %.

Пример расчёта:

Крутизна подъёма составляет  $p = 25\%$ . Сколько составит пройденный путь на горизонтальном отрезке 200 м?

$$c = \sqrt{l^2 + h^2} = 200 \cdot \sqrt{1 + \left[\frac{25}{100}\right]^2}$$

$$c = 206 \text{ м}$$

### 9.4.2 Угол подъёма или уклона

Угол подъёма или уклона определяется по формуле:

**Формула 23:** Угол подъёма или уклона

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \alpha = \arctan \frac{p}{100}, \sin \alpha = \frac{h}{c}, \alpha = \arcsin \frac{h}{c}$$

a	=	угол подъёма в [°],
p	=	крутизна подъёма или уклона в [%],
h	=	высота подъёма или спуска (по вертикали) в [м],
c	=	длина пути в [м].

Пример расчёта:

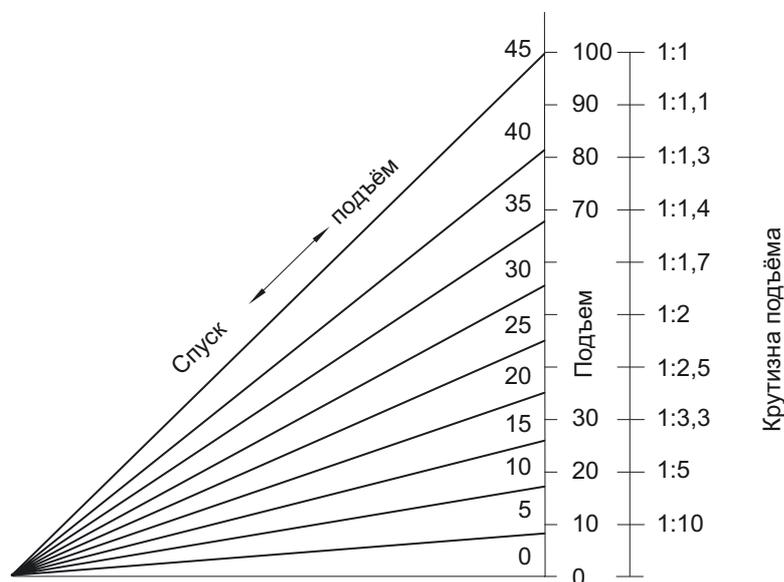
Подъём составляет 25%. Чему равен угол подъёма?

$$\tan \alpha = \frac{p}{100} = \frac{25}{100}$$

$$\alpha = \arctan 0,25$$

$$\alpha = 14^\circ$$

**Рис. 96:** Отношение вертикальной составляющей пути к горизонтальной составляющей, крутизна и угол подъёма TDB-171



### 9.4.3 Расчёт максимального преодолеваемого уклона

Величина максимального преодолеваемого уклона зависит от:

- силы тяги (см. формулу 21),
- общей массы автомобиля, включая массу прицепа,
- сопротивления качению,
- силы сцепления с дорогой (трение).

Максимально преодолеваемый уклон может быть примерно оценен с помощью следующей формулы:

**Формула 24:** Крутизна максимального преодолеваемого уклона

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{F_z}{9,81 \cdot G_z} - f_R \right]$$

Здесь:

$p$	=	максимально преодолеваемый уклон [%],
$M_{\text{mot}}$	=	крутящий момент в [Нм],
$F_z$	=	сила тяги в [Н], вычисленная по формуле 21,
$G_z$	=	общая масса в [кг],
$f_R$	=	коэффициент сопротивления качению (см. таблицу 29),
$i_G$	=	передаточное число коробки передач,
$i_A$	=	передаточное число раздаточной коробки,
$i_V$	=	передаточное число главной передачи,
$U$	=	расстояние, проходимое колесом за один оборот в [м],
$\eta$	=	результатирующий КПД трансмиссии (исходные данные см. в таблице 30).

Формула 24 определяет способность автомобиля к преодолению подъема в зависимости от

- крутящего момента,
- передаточного числа коробки передач, раздаточной коробки и главной передачи, а также от размера колёс и общей массы.

Преодолеваемый уклон, вычисленный по данной формуле, определяется только исходя из характеристик самого автомобиля. При этом не учитывается реальная сила сцепления колёс с дорогой, которая при плохой (например, сырой) дороге может значительно снизить способность автомобиля к преодолению подъёмов — вычисленная по приведённой выше формуле величина будет далека от реальной. Для оценки реальной возможности преодоления с учётом силы сцепления с дорогой предлагается формула 25.

**Таблица 29:** Коэффициент сопротивления качению

Дорожное покрытие	Коэффициент $f_R$
Ровный асфальт	0,007
Мокрый асфальт	0,015
Ровное бетонное покрытие	0,008
Неровное бетонное покрытие	0,011
Брусчатка	0,017
Разбитая дорога	0,032
Грунтовая дорога	0,15...0,94
Рыхлый песок	0,15...0,30

**Таблица 30:** Результирующий КПД трансмиссии

Число ведущих осей	$\eta$
Одна ведущая ось	0,95
Две ведущие оси	0,9
Три ведущие оси	0,85
Четыре ведущие оси	0,8

Пример расчёта:

Автомобиль:	Модель 56S TGS 33.430 6x6 BB
Максимальный крутящий момент двигателя:	$M_{\text{mot}} = 2.100 \text{ Нм}$
КПД при трёх ведущих мостах:	$\eta_{\text{ges}} = 0,85$
Наибольшее передаточное число коробки передач:	$i_G = 13,80$
Передаточное число раздаточной коробки при движении в городских условиях:	$i_V = 1,007$
Передаточное число раздаточной коробки при движении за городом:	$i_V = 1,652$
Передаточное число ведущего моста:	$i_A = 4,00$
Шины 315/80 R 22.5, преодолевающие за один оборот:	$U = 3,280 \text{ м}$
Полная масса автопоезда:	$G_Z = 100.000 \text{ кг}$
Коэффициент сопротивления качению:	
- гладкое асфальтовое покрытие	$f_R = 0,007$
- дорога с разбитым покрытием	$f_R = 0,032$

Требуется вычислить:

крутизну максимального уклона, преодолеваемого в условиях города и за городом.

Решение:

1. Максимальная сила тяги (см. формулу 21) при движении в условиях города:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{\text{mot}} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$
$$F_z = \frac{2\pi \cdot 2100 \cdot 0,85 \cdot 13,8 \cdot 1,007 \cdot 4,00}{3,280}$$
$$F_z = 190070\text{N} = 190,07 \text{ kH}$$

2. Максимальная сила тяги (см. формулу 21) при движении за городом:

$$F_z = \frac{2\pi \cdot M_{\text{mot}} \cdot \eta \cdot i_G \cdot i_V \cdot i_A}{U}$$
$$F_z = \frac{2\pi \cdot 2100 \cdot 0,85 \cdot 13,8 \cdot 1,007 \cdot 4,00}{3,280}$$
$$F_z = 311812\text{N} = 311,8\text{kH}$$

3. Максимальный подъём, преодолеваемый при уличном движении на хорошем асфальтовом покрытии:

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{F_z}{9,81 \cdot G_z} - f_R \right]$$
$$p = 100 \cdot \left[ \frac{190070}{9,81 \cdot 100000} - 0,007 \right]$$
$$p = 18,68\%$$

4. Максимальный подъём, преодолеваемый при уличном движении на разбитом дорожном покрытии:

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{190070}{9,81 \cdot 100000} - 0,032 \right]$$
$$p = 16,18\%$$

5. Максимальный подъём, преодолеваемый при движении за городом на хорошем асфальтовом покрытии:

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{311812}{9,81 \cdot 100000} - 0,007 \right]$$

$$p = 31,09\%$$

6. Максимальный подъём, преодолеваемый при движении за городом на разбитом дорожном покрытии:

$$p = 100 \cdot \left[ \frac{311812}{9,81 \cdot 100000} - 0,032 \right]$$

$$p = 28,58\%$$

Примечание:

В приведённых примерах не учитывается влияние силы сцепления (трения) между колёсами и дорожным покрытием на возможность преодоления подъёма. Формула, учитывающая данное обстоятельство, приведена ниже.

**Формула 25:** Зависимость преодолеваемого подъёма от сцепления между дорожным покрытием и колёсами

$$p_R = 100 \cdot \left[ \frac{\mu \cdot G_{an}}{G_z} - f_R \right]$$

В этой формуле:

$p_R$	=	максимально преодолеваемый уклон, с учётом сцепления [%],
$\mu$	=	коэффициент трения между колёсами и дорогой, при влажном асфальтовом покрытии ~ 0,5
$f_R$	=	коэффициент сопротивления качению, при влажном асфальтовом покрытии ~ 0,015
$G_{an}$	=	«сцепная масса» (сцепной вес, делённый на g) в [кг],
$G_z$	=	общая масса в [кг].

Пример расчёта:

Автомобиль:

Коэффициент сцепления (трения) на влажном асфальтовом покрытии:

Коэффициент сопротивления качению на влажном асфальтовом покрытии:

Полная масса автопоезда:

Суммарная нагрузка на все ведущие мосты:

Модель 56S TGS 33.430 6x6 BB

$\mu$  = 0,5

$f_R$  = 0,015

$G_z$  = 100.000 кг

$G_{an}$  = 26.000 кг

$$p_R = 100 \cdot \left[ \frac{0,5 \cdot 26000}{100000} - 0,015 \right]$$

$$p_R = 11,15\%$$

## 9.5 Крутящий момент

Если известны сила и расстояние до её приложения (плечо):

**Формула 26:** Крутящий момент, выраженный через силу и плечо

$$M = F \cdot l$$

Если известны мощность и число оборотов:

**Формула 27:** Крутящий момент, выраженный через мощность и число оборотов

$$M = \frac{9550 \cdot P}{n \cdot \eta}$$

Если для гидравлического привода известны расход жидкости, давление и число оборотов:

**Формула 28:** Крутящий момент в зависимости от расхода жидкости, числа оборотов и давления

$$M = \frac{15,9 \cdot Q \cdot p}{n \cdot \eta}$$

В этой формуле:

M	=	крутящий момент в [Нм],
F	=	сила в [Н],
l	=	расстояние от центра вращения до точки приложения силы (плечо) [м],
P	=	мощность [кВт],
n	=	число оборотов в [1/мин],
$\eta$	=	коэффициент полезного действия,
Q	=	расход жидкости в [л/мин],
p	=	давление [бар].

Пример расчёта для случая, когда известны сила и расстояние до её приложения (плечо):

Лебёдка с силой тяги  $F = 50000$  Н и диаметром барабана  $d = 0,3$  м. Чему равен крутящий момент (без учёта КПД устройства)?

Решение:

$$M = F \cdot l = F \cdot 0,5d \text{ (плечо силы равно радиусу барабана)}$$

$$M = 50000 \text{ Н} \cdot 0,5 \cdot 0,3 \text{ м}$$

$$M = 7500 \text{ Нм}$$

Пример, когда известны мощность и число оборотов:

Механизм отбора мощности должен передать мощность  $P = 100$  кВт при  $n = 1500$  1/мин. Какой крутящий момент должен для этого передавать механизм (без учёта КПД)?

Решение:

$$M = \frac{9550 \cdot 100}{1500}$$

$$M = 637 \text{ Нм}$$

Пример, когда для гидравлического насоса известны расход жидкости, давление и число оборотов:

Гидравлический насос создаёт расход жидкости  $Q = 80$  л/мин при давлении  $p = 170$  бар и числе оборотов  $n = 1000$ /мин. Чему равен необходимый крутящий момент (без учёта КПД)?

Решение:

$$M = \frac{15,9 \cdot 80 \cdot 170}{1000}$$

$$M = 216 \text{ Нм}$$

При учёте КПД вычисленные значения крутящих моментов нужно разделить на значение КПД всего механизма (см. также раздел 9.2 «КПД»).

## 9.6 Мощность

При подъёме:

**Формула 29:** Мощность, развиваемая при подъёме

$$M = \frac{9,81 \cdot m \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

При горизонтальном движении:

**Формула 30:** Мощность, развиваемая при горизонтальном движении

$$P = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta}$$

При вращении:

**Формула 31:** Мощность, развиваемая при вращении

$$P = \frac{M \cdot n}{9550 \cdot \eta}$$

В гидравлических системах:

**Формула 32:** Мощность гидравлического привода

$$P = \frac{Q \cdot p}{600 \cdot \eta}$$

В этих формулах:

P	=	мощность [кВт],
m	=	масса в [кг],
v	=	скорость в [м/с],
$\eta$	=	КПД,
F	=	сила в [Н],
M	=	крутящий момент в [Нм],
n	=	число оборотов в [1/мин],
Q	=	расход жидкости в [л/мин],
p	=	давление [бар].

1. Пример расчёта мощности при подъёме:

Полезная нагрузка грузоподъёмного борта, включая собственный вес равна  $m = 2.600 \text{ кг}$   
Скорость подъёма  $v = 0,2 \text{ м/с}$

Чему равна мощность (без учёта КПД)?

Решение:

$$P = \frac{9,81 \cdot 2600 \cdot 0,2}{1000}$$

$$P = 5,1 \text{ кВт}$$

2. Пример расчёта при горизонтальном движении:

Лебёдка  $F = 100.000 \text{ Н}$   
Скорость движения троса лебедки  $v = 0,15 \text{ м/с}$

Какая мощность требуется для этого (без учета КПД)?

$$P = \frac{100000 \cdot 0,15}{1000}$$

$$P = 15 \text{ кВт}$$

3. Пример расчёта мощности при вращении:

Число оборотов механизма отбора мощности  $n = 1.800 \text{ об/мин}$   
Допустимый крутящий момент  $M = 600 \text{ Нм}$

Какую мощность можно при этом развить (без учёта КПД)?

Решение:

$$P = \frac{600 \cdot 1800}{9550}$$

$$P = 113 \text{ кВт}$$

4. Пример расчёта для гидравлического насоса:

Расход насоса  $Q = 60$  л/мин  
 Давление  $p = 170$  бар

Чему равна мощность (без учёта КПД)?

Решение:

$$P = \frac{60 \cdot 170}{600}$$

$$P = 17 \text{ кВт}$$

## 9.7 Механизм отбора мощности от раздаточной коробки

Когда механизм отбора мощности приводится от раздаточной коробки, число оборотов вала его привода  $n_N$  можно выразить в пересчёте на метр пути автомобиля. Это делается следующим образом:

**Формула 33:** Число оборотов вала привода механизма отбора мощности от раздаточной коробки в пересчёте на метр пути

$$n_N = \frac{i_A \cdot i_V}{U}$$

Путь  $s$  (в метрах), проходимый автомобилем за один оборот вала привода механизма отбора мощности (величина, обратная  $n_N$ ), определяется с помощью следующей формулы:

**Формула 34:** Путь, проходимый автомобилем за один оборот вала привода механизма отбора мощности от раздаточной коробки

$$s = \frac{U}{i_A \cdot i_V}$$

В этой формуле:

$n_N$	=	удельное число оборотов вала привода механизма отбора мощности в [1/м],
$i_A$	=	передаточное число главной передачи,
$i_V$	=	передаточное число раздаточной коробки,
$U$	=	расстояние, проходимое за один оборот колеса, [м],
$s$	=	путь автомобиля в [м].

Пример:

Автомобиль:	Модель 80S TGS 18.480 4x4 BL
Шины 315/80 R 22.5, проходящие за один оборот:	$U = 3,280$ м
Передаточное число главной передачи:	$i_A = 5,33$
Раздаточная коробка G 172, передаточное число при движении в городских условиях:	$i_V = 1,007$
Передаточное число при движении за городом:	$i_V = 1,652$

Удельное число оборотов вала привода механизма отбора мощности при движении в городских условиях:

$$n_N = \frac{5,33 \cdot 1,007}{3,280}$$

$$n_N = 1,636 /\text{м}$$

Одному обороту вала в этом случае соответствует пройденный путь:

$$s = \frac{3,280}{5,33 \cdot 1,007}$$

$$s = 0,611\text{м}$$

Удельное число оборотов вала привода механизма отбора мощности при движении за городом:

$$n_N = \frac{5,33 \cdot 1,652}{3,280}$$

$$n_N = 2,684 /\text{м}$$

Одному обороту вала в этом случае соответствует пройденный путь:

$$s = \frac{3,280}{5,33 \cdot 1,652}$$

$$s = 0,372 \text{ м}$$

## 9.8 Силы сопротивления движению

Основными силами сопротивления при движении автомобиля являются:

- сила сопротивления качению,
- сила сопротивления подъёму,
- сила сопротивления воздуха.

Автомобиль может двигаться только в том случае, если он в состоянии преодолеть общее сопротивление, создаваемое этими силами. Когда сила тяги уравновешивается силами сопротивления, автомобиль движется с постоянной скоростью, а когда она превышает их, автомобиль движется с ускорением.

**Формула 35:** Сила сопротивления качению

$$F_R = 9,81 \cdot f_R \cdot G_z \cdot \cos\alpha$$

**Формула 36:** Сила сопротивления подъёму

$$F_S = 9,81 \cdot G_z \cdot \sin\alpha$$

Угол подъёма (см. формулу 23, раздел 9.4.2)

$$\tan \alpha = \frac{p}{100}, \quad \alpha = \arctan \frac{p}{100}$$

**Формула 37:** Сила сопротивления воздуха

$$F_L = 0,6 \cdot c_w \cdot A \cdot v^2$$

Здесь:

$F_{R}$	=	сила сопротивления качению [Н],
$f_R$	=	коэффициент сопротивления качению (см. таблицу 29),
$G_Z$	=	общая масса автопоезда [кг],
$\alpha$	=	угол подъёма в [°],
$F_S$	=	сила сопротивления подъёму в [Н],
$p$	=	крутизна подъёма в [%],
$F_L$	=	сила сопротивления воздуха в [Н],
$c_w$	=	коэффициент аэродинамического сопротивления,
$A$	=	лобовая площадь автомобиля [кв. м],
$v$	=	скорость в [м/с].

Пример:

Седелный тягач:	$G_Z$	=	40.000 кг
Скорость автомобиля:	$v$	=	80 км/ч
Подъём:	$p_f$	=	3%
Лобовая площадь автомобиля:	$A$	=	7 кв. м
Коэффициент сопротивления качению для хорошего асфальтового покрытия:	$f_R$	=	0,007

Различные коэффициенты аэродинамического сопротивления:

- со спойлером,  $c_{w1} = 0,6$
- без спойлера,  $c_{w2} = 1,0$

Решение:

Вспомогательный расчёт 1:

Перевод скорости автомобиля из км/ч в м/с:

$$v = \frac{80}{3,6} = 22,22 \text{ м/с}$$

Вспомогательный расчёт 2:

Перевод подъёма из % в градусы:

$$\alpha = \arctan \frac{3}{100} = \arctan 0,03$$

$$\alpha = 1,72^\circ$$

1. Вычисление силы сопротивления качению:

$$F_R = 9,81 \cdot 0,007 \cdot 40000 \cdot \cos 1,72^\circ$$

$$F_R = 2746 \text{ Н}$$

2. Вычисление силы сопротивления подъёму:

$$F_S = 9,81 \cdot 40000 \cdot \sin 1,72^\circ$$

$$F_S = 11778 \text{ Н}$$

3. Вычисление силы сопротивления воздуха  $F_{L1}$  со спойлером:

$$F_{L1} = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 7 \cdot 22,22^2$$

$$F_{L1} = 1244 \text{ Н}$$

4. Вычисление силы сопротивления воздуха  $F_{L2}$  без спойлера:

$$F_{L2} = 0,6 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 22,22^2$$

$$F_{L2} = 2074 \text{ Н}$$

5. Полное сопротивление  $F_{ges1}$  со спойлером:

$$F_{ges1} = F_R + F_S + F_{L1}$$

$$F_{ges1} = 2746 + 11778 + 1244$$

$$F_{ges1} = 15768 \text{ Н}$$

6. Полное сопротивление  $F_{ges2}$  без спойлера:

$$F_{ges2} = F_R + F_S + F_{L2}$$

$$F_{ges2} = 2746 + 11778 + 2074$$

$$F_{ges2} = 16598 \text{ Н}$$

7. Необходимая для преодоления сопротивления мощность  $P_1$  для варианта со спойлером (без учёта КПД):

Мощность по формуле 30: мощность, развиваемая при горизонтальном движении

$$P_1' = \frac{F_{ges1} \cdot v}{1000}$$

$$P_1' = \frac{15768 \cdot 22,22}{1000}$$

$$P_1' = 350 \text{ кВт (476PS)}$$

8. Необходимая для преодоления сопротивления мощность  $P_2$  для варианта без спойлера (без учёта КПД):

$$P_2' = \frac{F_{ges2} \cdot v}{1000}$$

$$P_2' = \frac{16598 \cdot 22,22}{1000}$$

$$P_2' = 369 \text{ кВт (502 PS)}$$

9. Необходимая для преодоления сопротивления мощность  $P_1$  для варианта со спойлером с учётом суммарного КПД трансмиссии  $\eta = 0,95$ :

$$P_1 = \frac{P_1'}{\eta} = \frac{350}{0,95}$$

$$P_1 = 368 \text{ кВт (501 PS)}$$

10. Необходимая для преодоления сопротивления мощность  $P_2$  для варианта без спойлера с учётом суммарного КПД трансмиссии  $\eta = 0,95$ :

$$P_2 = \frac{P_2'}{\eta} = \frac{369}{0,95}$$

$$P_2 = 388 \text{ кВт (528 PS)}$$

## 9.9 Криволинейное движение автомобиля

При движении по кривой каждое колесо автомобиля движется по своей траектории. Интерес представляет, главным образом, внешняя траектория, или её радиус. Приведённый ниже расчёт носит примерный характер, потому что в нём не учтено, что при движении автомобиля по криволинейной траектории перпендикуляры, проведённые к серединам колёс, не пересекаются в центре поворота (допущение Аккермана). Помимо этого, при движении возникают динамические силы, влияющие на траекторию. Тем не менее, для оценки применимы следующие формулы:

**Формула 38:** Расстояние между точками пересечения осей шкворней с дорожным покрытием

$$j = s - 2r_o$$

**Формула 39:** Теоретическая величина угла поворота наружного колеса

$$\cot \beta_{ao} = \cot \beta_i + \frac{j}{l_{kt}}$$

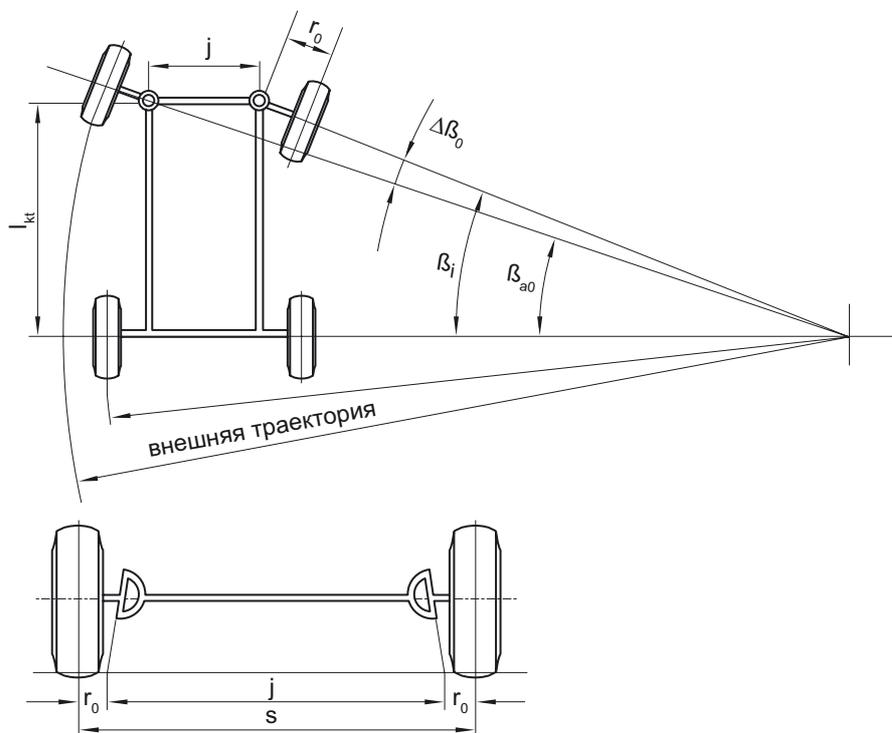
**Формула 40:** Угол увода

$$\beta_F = \beta_a - \beta_{ao}$$

**Формула 41:** Радиус траектории наружного колеса

$$r_s = \frac{l_{kt}}{\sin \beta_{ao}} + r_o - 50 \cdot \beta_F$$

**Рис. 97:** Кинематическая схема для оценки радиусов траектории колес TDB-172



Пример:

Автомобиль:	Модель 06X TGX 18.350 4x2 BL
Колёсная база:	$I_{kt} = 3.900$ мм
Передняя ось:	Модель VOK-09
Шины:	315/80 R 22.5
Колёсные диски:	22.5 x 9.00
Колея:	$s = 2.048$ мм
Плечо обкатки:	$r_0 = 49$ мм
Угол поворота внутреннего колеса:	$\beta_i = 49,0^\circ$
Угол поворота наружного колеса:	$\beta_a = 32^\circ 45' = 32,75^\circ$

1. Расстояние между точками пересечения осей шкворней с дорожным покрытием.

$$j = s - 2 \cdot r_0 = 2048 - 2 \cdot 49$$

$$j = 1950$$

2. Теоретическая величина угла поворота наружного колеса.

$$\cot \beta_{ao} = \cot \beta_i + \frac{j}{I_{kt}} = 0,8693 + \frac{1950}{3900}$$

$$\cot \beta_{ao} = 1,369$$

$$\beta_{ao} = 36,14^\circ$$

### 3. Модель

$$\beta_F = \beta_a - \beta_{ao} = 32,75^\circ - 36,14^\circ = -3,39^\circ$$

### 4. Радиус траектории наружного колеса

$$r_s = \frac{3900}{\sin 36,14^\circ} + 49 - 50 \cdot (-3,39^\circ)$$

$$r_s = 6831 \text{ мм}$$

## 9.10 Расчёт осевых нагрузок

### 9.10.1 Проведение расчёта осевых нагрузок

Для оптимальной эксплуатации автомобиля и надлежащего проектирования надстройки необходимо провести расчёт осевых нагрузок. Проектирование кузовной надстройки для грузовика возможно лишь в том случае, если до начала работ проведено взвешивание автомобиля. Данные, полученные при взвешивании, используются при проведении расчётов осевых нагрузок.

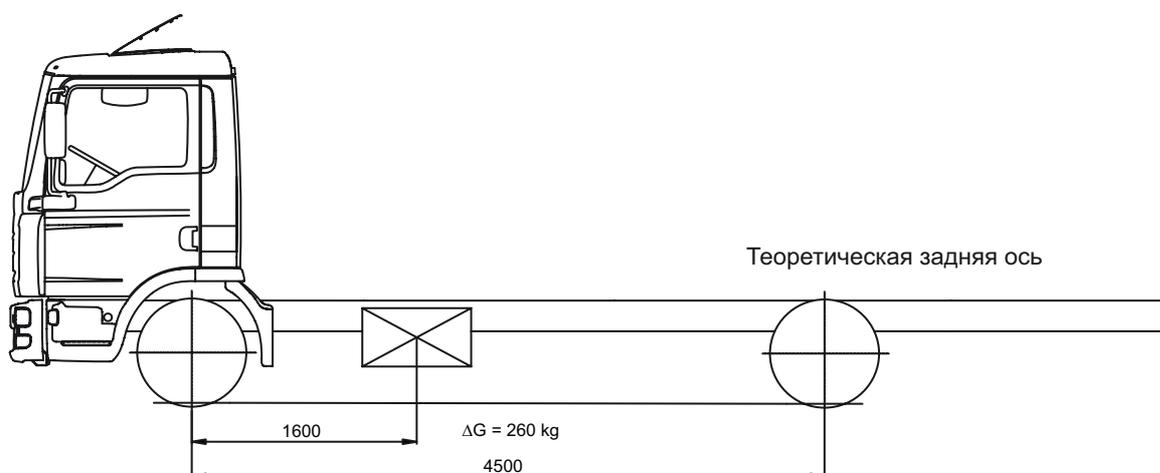
Описание расчёта осевых нагрузок приведено ниже. Для разделения нагрузок от агрегатов автомобиля на переднюю и заднюю оси используется правило моментов. Все размеры нужно отмерять от теоретической передней оси. В следующих формулах для простоты понимания вес выражен не в [Н] как сила тяжести, а в [кг] как соответствующая ему масса.

Пример:

Вместо топливного бака ёмкостью 140 л устанавливают бак ёмкостью 400 л. Нужно определить, как изменится распределение нагрузок на переднюю и заднюю ось.

Разница в весе:	$\Delta G$	=	$400 - 140 = 260 \text{ кг}$
Расстояние от теоретической середины передней оси		=	1.600 мм
Теоретическая колёсная база	$l_t$	=	4.500 мм

**Рис. 98:** Расчёт осевых нагрузок при установке топливного бака TDB-550



Решение:

**Формула 42:** Изменение нагрузки на заднюю ось:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \cdot a}{l_t}$$

$$= \frac{260 \cdot 1600}{4500}$$

$$\Delta G_H = 92 \text{ кг}$$

**Формула 43:** Изменение нагрузки на переднюю ось:

$$\Delta G_V = \Delta G - \Delta G_H$$

$$= 260 - 92$$

$$\Delta G_V = 168 \text{ кг}$$

Для практических целей полученные значения [кг] можно округлить до целых. Следует обращать внимание на алгебраический знак перед числами и учитывать следующие условия.

- Размеры:
  - все расстояния, отмеренные от теоретической передней оси в сторону передней части автомобиля, учитываются со знаком «минус» (-)
  - все расстояния, отмеренные от теоретической передней оси в сторону задней части автомобиля, учитываются со знаком «плюс» (+)
- Весовые нагрузки
  - все силы, увеличивающие нагрузку на автомобиль, учитываются со знаком «плюс» (+)
  - все силовые воздействия со стороны различных агрегатов, снимающие нагрузку с автомобиля или его частей, учитываются со знаком «минус» (-).

Пример расчёта для навесного снежного плуга:

Вес:	$\Delta G$	=	120 кг
Расстояние от середины передней оси:	$a$	=	-1.600 мм
Теоретическая колёсная база:	$l_t$	=	4.500 мм

Требуется определить распределение нагрузки на переднюю и заднюю ось.

Задняя ось:

$$\Delta G_H = \frac{\Delta G \cdot a}{l_t} = \frac{120 \cdot (-1600)}{4500}$$

$$\Delta G_H = -43 \text{ кг, т. е. нагрузка на заднюю ось снижается.}$$

Передняя ось:

$$\Delta G_V = \Delta G - \Delta G_H = 120 - (-43)$$

$$\Delta G_V = 163 \text{ кг, т. е. нагрузка на переднюю ось возрастает.}$$

В следующей таблице приведён пример полного расчёта осевых нагрузок. В примере сопоставлены расчёты для двух вариантов (вариант 1 — для крана-манипулятора в сложенном состоянии и вариант 2 — для крана-манипулятора с выдвинутой стрелой; см. таблицу 31).

**Таблица 31:** Пример расчёта осевых нагрузок

<b>Расчёт осевых нагрузок</b>									
<b>MAN - Nutzfahrzeuge AG, Почтовый ящик 500620, 80976 Мюнхен</b>									
Отд. :	TDB	Fzg., MAN :	TGL 8.210 4x2 BB			Вер. - Nr. :	2006-12-20		
Отв. :		Колёсная база :	3600			клиента-№ :	N03-.....		
Усл. :		Колёсная база техн.:	3600			№ заказа :			
Тел. :		Свес. :	1275 = серийный			№ файла :			
		Свес. :	= Sonder			Fg. - Nr. :			
		Свес техн. :	1275			Файл № :			
VN :		Номер шасси :	81.99126.0186			Номер TDB :			
Клиент :		Кузов :	<b>3.800мм самосвал с 3-сторонней разгрузкой</b>						
Место :			<b>Суммарный момент крана</b>			<b>67 кНм</b>			
Обозначение	Расстояние	Распределение нагрузок на			Расстояние	Распределение нагрузок на			
		от теоретич. передней оси	Перед. ось	Задняя ось		Всего	от теоретич. передней оси	Перед. ось	Задняя ось
Шасси с водителем, инструментом и зап. колесом			2.610	875	3.485		2.610	875	3.485
Буксирно-сцепное устройство	4.875	-12	47	35	35	4.875	-12	47	35
Выпускная труба расположена слева и поднята	480	30	5	35	35	480	30	5	35
Комфортное сиденье водителя	-300	16	-1	15	15	-300	16	-1	15
Бак для топлива из стали 150 л (серийный - 100 л)	2.200	27	43	70	70	2.200	27	43	70
БСУ со сферическим пальцем с надстройкой	4.925	-4	14	10	10	4.925	-4	14	10
Брызговики из пластика для задних колес	3.600	0	25	26	26	3.600	0	25	25
Воздушный ресивер для эксплуатации с прицепом (самосвал)	2.905	4	16	20	20	2.905	4	16	20
Механизм отбора мощности и насос	1.500	11	4	15	15	1.500	11	4	15
Шины задней оси 225/75 R 17,5	3.600	0	10	10	10	3.600	0	10	10
Шины передней оси 225/75 R 17,5	0	5	0	5	5	0	5	0	5
Задняя поперечина для установки буксирно-сцепного устройства	4.875	-11	41	30	30	4.875	-11	41	30
Сиденье	-300	22	-2	20	20	-300	22	-2	20
Стабилизатор задней оси	3.900	-3	33	30	30	3.900	-3	33	30
Прочее	1.280	29	16	45	45	1.280	29	16	45
Бак для масла	1.559	60	45	105	105	1.559	60	45	105
Кран-манипулятор со сложенной стрелой	1.020	631	249	880	880	0	0	0	0
Усиление в месте установки крана	1.100	31	14	45	45	1.100	31	14	45
Надрамник и самосвальный кузов	3.250	90	840	930	930	3.250	90	840	930
<b>Кран-манипулятор с выдвинутой стрелой</b>						<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
						<b>1.770</b>	<b>447</b>	<b>433</b>	<b>880</b>
						0	0	0	0
						0	0	0	0

Вес снаряжённого шасси		3.540	2.275	5.815		3.357	2.458	5.815
Разрешённые нагрузки		3.700	5.600	7.490		3.700	5.600	7.490
Разница между весом снаряжённого шасси и разрешёнными нагрузками		160	3.325	1.675		343	3.142	1.675
передней оси X1 =	344	160	1.515	1.675	738	343	1.332	1.675
Положение отн. задней оси X2 =	-3.547	-1.650	3.325	1.675	-3153	-1467	3.142	1.675
Расстояние от тех. середины задней оси X3 =	250	116	1.559	1.675	250	116	1.559	1.675
Перегрузки осей		-44	-1766			-227	-1.583	
Уменьшение полезной нагрузки вследствие перегрузки осей				0				0
Остающаяся при равномерной загрузке полезная нагрузка	0	0	0	0	0	0	0	0
Автомобиль загружен		3.656	3834	7490		3473	4.017	7.490
Степень загрузки автомобиля и осей		98,8%	68,5%	100,0%		93,9%	71,7%	100,0%
Распределение нагрузок на оси		48,8%	51,2%	100,0%		46,4%	53,6%	100,0%
Порожний автомобиль		3540	2275	5815		3357	2458	5815
Степень загрузки автомобиля и осей		95,7%	40,6%	77,6%		90,7%	43,9%	77,6%
Распределение нагрузок на оси		60,9%	39,1%	100,0%		57,7%	42,3%	100,0%
Перевес автомобиля 47,2 %								
<b>*** Складывание стрелы крана происходит в заднем направлении (разгрузка передней оси!)</b>								
Точность определения нагрузок должна соответствовать стандарту DIN 70020! Приведённые данные являются оценочными.								

### 9.10.2 Расчёт нагрузок с поднятой поддерживающей осью

Данные по весовым нагрузкам, приведённые в материалах MANTED® ([www.manted.de](http://www.manted.de)) и в другой технической документации для автомобилей с поддерживающими осями, рассчитаны для варианта с опущенной поддерживающей осью.

Распределение нагрузок на переднюю и заднюю ведущие оси после поднятия поддерживающей оси легко определить с помощью расчёта.

Нагрузка на вторую (ведущую) ось при поднятой третьей (поддерживающей) оси:

**Формула 44:** Нагрузка на вторую ось при поднятой третьей

$$G_{2an} = \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}}$$

В этой формуле:

$G_{2an}$	=	нагрузка при порожнем автомобиле на вторую ось при поднятой третьей оси [кг],
$G_{23}$	=	нагрузка на вторую и третью оси при порожнем автомобиле [кг],
$l_{12}$	=	расстояние между первой и второй осями [мм],
$l_t$	=	теоретическая колёсная база в [мм].

Нагрузка на переднюю ось при поднятой третьей (поддерживающей) оси:

**Формула 45:** Нагрузка на первую ось при поднятой третьей оси

$$G_{1an} = G - G_{2an}$$

В этой формуле:

$$\begin{aligned} G_{1an} &= \text{нагрузка при порожнем автомобиле на первую ось при поднятой поддерживающей оси [кг],} \\ G &= \text{снаряжённая масса автомобиля в [кг].} \end{aligned}$$

Пример:

Автомобиль:	Модель 21X TGX 26.400 6x2-2 LL
Колёсная база:	4.800 + 1.350
Свес рамы:	2.600
Кабина:	XXL

Нагрузки для порожнего автомобиля при опущенной поддерживающей оси:

$$\text{Передняя ось} \quad G_{1ab} = 5.100 \text{ кг}$$

$$\text{Ведущая и поддерживающая оси} \quad G_{23} = 3.505 \text{ кг}$$

$$\text{Снаряжённая масса автомобиля} \quad G = 8.605 \text{ кг}$$

$$\text{Разрешённые нагрузки на оси:} \quad 7.500 \text{ кг} / 11.500 \text{ кг} / 7.500 \text{ кг}$$

Решение:

1. Определение теоретической колёсной базы (см. главу 3.5):

$$l_t = l_{12} + \frac{G_3 \cdot l_{23}}{G_2 + G_3}$$

$$l_t = 4.800 + \frac{7.500 \cdot 1.350}{11.500 + 7.500}$$

$$l_t = 5.333 \text{ мм}$$

2. Определение нагрузки на вторую (ведущую) ось при поднятой третьей (поддерживающей) оси для снаряжённого автомобиля:

$$G_{2an} = l_{12} + \frac{G_{23} \cdot l_t}{l_{12}} = \frac{3.505 \cdot 5.333}{4.800}$$

$$G_{2an} = 3.894,2 \text{ кг}$$

3. Определение нагрузки на первую (переднюю) ось при поднятой третьей (поддерживающей) оси для снаряжённого автомобиля:

$$G_{1an} = G - G_{2an}$$

$$G_{1an} = 8.605 - 3.894,2$$

$$G_{1an} = 4.710,8 \text{ кг}$$

## 9.11 Протяженность опор при установке надстройки без надрамника

Расчёт необходимой протяженности опор для установки надстройки, приведенный в следующем примере, учитывает не все факторы. Однако он позволяет получить оценочные значения, пригодные для практических целей.

Длина опоры рассчитывается по следующей формуле.

**Формула 46:** Длина опоры при установке надстройки без надрамника

$$l = \frac{0,175 \cdot F \cdot E (r_R + r_A)}{\sigma_{0,2} \cdot r_R \cdot r_A}$$

Если рама и опоры изготовлены из различных материалов:

**Формула 47:** Модуль упругости E при использовании различных материалов

$$E = \frac{2E_R \cdot E_A}{E_R + E_A}$$

Здесь:

$l$	=	длина контакта в расчёте на одну опору [мм],
$F$	=	нагрузка на каждую опору в [Н],
$E$	=	модуль упругости, [Н/мм <sup>2</sup> ],
$r_R$	=	внешний радиус профиля для лонжерона рамы, [мм],
$r_A$	=	внешний радиус профиля для опоры, [мм],
$\sigma_{0,2}$	=	наименьший из пределов текучести используемых материалов, [Н/мм <sup>2</sup> ],
$E_R$	=	модуль упругости профиля для лонжерона рамы, [Н/мм <sup>2</sup> ],
$E_A$	=	модуль упругости профиля для опоры, [Н/мм <sup>2</sup> ].

Пример:

Шасси для сменного кузова модели 21X TGX 26.400 6x2-2 LL, колёсная база 4.500 + 1.350, кабина большого объёма, максимальная разрешённая полная масса 26 000 кг, снаряжённая масса шасси 8915 кг.

Решение:

Для надстройки и полезной нагрузки остается примерно	26000 кг – 8915 кг = 17085 кг
На каждую из шести опор на шасси приходится	17.085: 6 = 2.847 кг
Или, в единицах силы	$F = 2.847 \text{ кг} \cdot 9,81 \text{ м/с} = 27.933 \text{ N}$
Внешний радиус профиля рамы	$r_R = 18 \text{ мм}$
Внешний радиус профиля для опоры	$r_A = 16 \text{ мм}$
Модуль упругости для стали	$E = 210.000 \text{ Н/мм}^2$
Предел текучести для обоих материалов	$\sigma_{0,2} = 420 \text{ Н/мм}^2$

Подставив эти данные в формулу 46, получаем оценочное значение длины опоры:

$$l = \frac{0,175 \cdot 27.933 \cdot 210.000 \cdot (18+16)}{430^2 \cdot 18 \cdot 16}$$

$$l = 655 \text{ мм}$$

## 9.12 Сцепные устройства

### 9.12.1 Буксирно-сцепные устройства

Необходимое тяговое усилие, которое должно выдерживать БСУ, задается параметром D.

Формула для параметра D имеет вид:

**Формула 48:** Параметр D

$$D = \frac{9,81 \cdot T \cdot R}{T + R}$$

D	=	значение параметра D [кН]
T	=	разрешённая максимальная масса тягача, [т]
R	=	разрешённая максимальная масса прицепа, [т]

Пример:

Автомобиль 06X TGX 18.440 4x2 BL

Разрешённая максимальная масса 18 000 кг = T = 18 т

Масса прицепа 26 000 кг = R = 26 т

Параметр D:

$$D = \frac{9,81 \cdot 18 \cdot 26}{18 + 26}$$

$$D = 104 \text{ кН}$$

При заданном значении разрешённой максимальной массы прицепа R и значении параметра D для БСУ можно оценить разрешённую максимальную массу автопоезда T по следующей:

$$T = \frac{R \cdot D}{(9,81 \cdot R) - D}$$

При заданном значении разрешённой максимальной массы автопоезда T и значении D для БСУ можно оценить разрешённую максимальную массу прицепа R:

$$R = \frac{T \cdot D}{(9,81 \cdot T) - D}$$

### 9.12.2 СПрицеп с жёстким дышлом/прицеп с центральными осями

Помимо формулы для параметра D для прицепов с жёстким дышлом/центральными осями имеется ещё несколько определяющих условий. Автомобиль в этом случае должен буксировать более легкий прицеп, т. к. сцепные устройства и задние поперечины испытывают при буксировке таких прицепов дополнительные вертикальные нагрузки.

Для того чтобы привести в соответствие различные законодательные предписания, действующие в ЕС, был принят норматив 94/20EG, который вводит понятие параметра  $D_c$  и параметра V.

Они определяются следующими формулами.

**Формула 49:** Параметр  $D_c$  для прицепов с жёстким дышлом и центральными осями

$$D_c = \frac{9,81 \cdot T \cdot C}{T + C}$$

**Формула 50:** Параметр  $V$  для прицепов с жестким дышлом и центральными осями с допустимой опорной нагрузкой, не превышающей 10% от массы прицепа, но не более 1000 кг

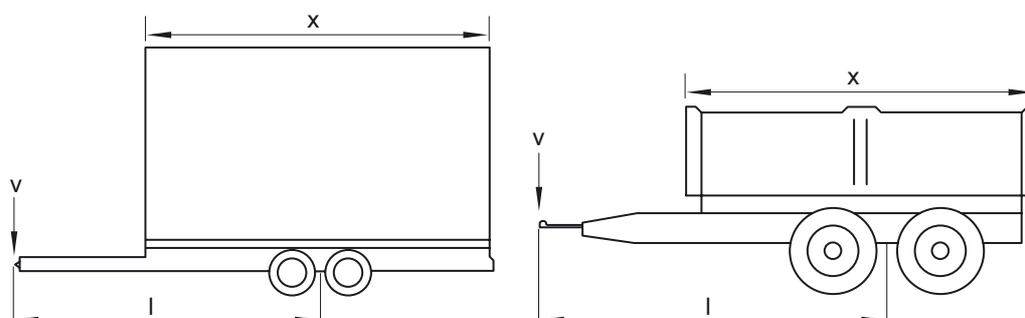
$$V = a \cdot \frac{x^2}{l_2} \cdot C$$

Если при проведении численных оценок отношение  $x^2/l^2 < 1$ , то вместо него следует подставлять 1,0.

Здесь:

$D_c$	=	уменьшенное значение параметра $D$ при эксплуатации прицепов с центральными осями, [кН],
$T$	=	разрешённая максимальная масса тягача, [т],
$C$	=	сумма осевых нагрузок прицепа с центральными осями, нагруженного до разрешённой максимальной массы, [т], без учёта поддерживающей вертикальной нагрузки со стороны буксирно-сцепного устройства $S$ ,
$V$	=	значение параметра $V$ , [кН],
$a$	=	контрольное значение ускорения в месте сцепного устройства [ $m/c^2$ ] Нужно подставлять: 1,8 $m/c^2$ при пневматической подвеске или при близких по характеристикам рессорах, или 2,4 $m/c^2$ для всех прочих автомобилей,
$x$	=	длина кузовной надстройки прицепа, см. рис. 99,
$l$	=	теоретическая длина дышла, см. рис. 99,
$S$	=	вертикальная нагрузка на буксирно-сцепное устройство со стороны дышла, [кг].

**Рис. 99:** Длина кузовной надстройки прицепа и теоретическая длина дышла (см. также главу 4.8 «Сцепные устройства») TDB-510



Пример:

Автомобиль:	модель N13 TGL 8.210 4x2 BL
Разрешённая полная масса	7 490 кг = $T = 7,49$ т
Прицеп:	
Сумма осевых нагрузок прицепа:	11 000 кг = $C = 11$ т
Вертикальная нагрузка:	$S = 700$ кг
Длина надстройки:	$x = 6,2$ м
Теоретическая длина дышла:	$l = 5,2$ м

Вопрос: можно ли образовать из этого автомобиля и прицепа автопоезд, если задняя поперечина рамы грузовика усилена и на ней установлено БСУ Ringfeder 864?

Решение:

Параметр  $D_c$ :

$$D_c = \frac{9,81 \cdot T \cdot C}{T + C} = \frac{9,81 \cdot 7,49 \cdot 11}{7,49 + 11}$$

$$D_c = 43,7 \text{ кН}$$

Параметр  $D_c$  концевой поперечины рамы: = 64 кН (см. документ «Сцепные устройства\_TG», таблица 2)

$$\frac{x^2}{l^2} = \frac{6,2^2}{5,2^2} = 1,42$$

$$V = a \frac{x^2}{l^2} \cdot C = 1,8 \cdot 1,42 \cdot 11 \text{ (1,8 при пневматической подвеске задней оси грузовик)}$$

$$V = 28,12 \text{ кН}$$

Параметр  $V$  концевой поперечины = 35 кН (см. документ «Сцепные устройства\_TG», таблица 2)

Автомобиль и прицеп могут составить автопоезд при условии обеспечения минимальной нагрузки на переднюю ось, равную 30% от веса автомобиля (с учётом вертикальной нагрузки от прицепа на БСУ) в соответствии с общими техническими условиями, предписанными руководством по установке надстроек TGL/TGM.

Незагруженный автомобиль может буксировать только незагруженный прицеп с центральными осями.

### 9.12.3 Седельное сцепное устройство

Необходимое тяговое усилие, которое должно выдерживать сцепное устройство седельного тягача, задаётся параметром  $D$ . Формула параметра  $D$  для седельного тягача имеет вид:

**Формула 51:** Параметр  $D$  для ССУ

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{T + R - U}$$

При заданном значении параметра  $D$  разрешённая максимальная масса полуприцепа определяется по формуле:

**Формула 52:** Разрешённая максимальная масса полуприцепа

$$R = \frac{D \cdot (T - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot T) - D}$$

Если известна разрешённая максимальная масса полуприцепа и параметр  $D$  ССУ, то можно вычислить полную массу седельного тягача.:

**Формула 53:** Разрешённая максимальная масса седельного тягача

$$R = \frac{D \cdot (R - U)}{(0,6 \cdot 9,81 \cdot R) - D}$$

Вычислить нагрузку на ССУ, когда известны все остальные нагрузки, можно по формуле.:

**Формула 54:** Формула для нагрузки на седельное устройство

$$U = T + R - \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot T \cdot R}{D}$$

Здесь:

D	=	значение параметра D в [кН]
R	=	разрешённая максимальная масса полуприцепа в [т], включая вертикальную нагрузку на ССУ
T	=	разрешённая максимальная масса седельного тягача в [т], включая вертикальную нагрузку на ССУ
U	=	нагрузка на ССУ, [т]

Пример:

Седельный тягач:	10X TGX 18.400 4x2 LL
Нагрузка на ССУ в соответствии с данными заводской таблички на полуприцепе:	U = 10.750 кг = 10,75 т
Разрешённая максимальная масса седельного тягача:	18.000 кг = T = 18 т
Разрешённая максимальная масса полуприцепа:	32.000 кг = R = 32 т

Параметр D:

$$D = \frac{0,6 \cdot 9,81 \cdot 18 \cdot 32}{18 + 32 - 10,75}$$

$$D = 86,38 \text{ кН}$$