

27 коп.

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

Союзэнергоремонт

Главтехуправление

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ
ТРАНСФОРМАТОРОВ
БЕЗРЕЛЬСОВЫМ ТРАНСПОРТОМ**

И 34-00-018-84



ГОСТСТАНДАРТА

Москва 1987

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. Общие положения	3
2. Требования к конструкциям транспортных средств	5
3. Установка и крепление трансформатора на платформе транспортных средств	5
4. Расчеты нагрузки, расчет устойчивости и выбор вида крепления трансформаторов	6
5. Погрузка трансформатора со шпальной клетки на транспортное средство и разгрузка на шпальную клетку	14
6. Элементы крепления	18
7. Транспортирование трансформаторов на автомобильных прицепах (трайлерах)	19
8. Транспортирование трансформаторов на санях прицепов	20
9. Транспортирование трансформаторов водным путем	20
10. Расчет тягового усилия тягачей при транспортировании грузов	21
II. Техника безопасности	25
Приложение 1. Разрешение	26
Приложение 2. Разрешение	28
Приложение 3. Технические характеристики автомобильных и саней прицепов	30
Приложение 4. Краткая техническая характеристика автомобильных тягачей	31
Приложение 5. Краткая техническая характеристика тракторных тягачей	31

Ответственный редактор О.М.Громова
 Литературный редактор Н.А.Тихоновская
 Технический редактор Е.Н.Бевза
 Корректор В.Д.Алексеева

Подписано к печати 16.01.87	Формат 60x84 1/16
Печать офсетная Усл.печ.л.1,86 Уч.-изд.л.1,8	Тираж 500 экз.
Заказ № 9/27	Издат. № 69/85 Цена 27 коп.

Производственная служба передового опыта эксплуатации
 энергопредприятий Союзтехэнерго
 105023, Москва, Семеновский пер., д.15
 Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
 109432, Москва, 2-я Кожуховский проезд, д.29, строение 6

**ИНСТРУКЦИЯ
 ПО ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ
 ТРАНСФОРМАТОРОВ
 БЕЗРЕЛЬСОВЫМ ТРАНСПОРТОМ**

И 34-00-018-84

РАЗРАБОТАНО ЦБС Союзэнергоремонта

ИСПОЛНИТЕЛИ Б.Г.КНЯЗЕВ, В.Е.СТРИГУНОВ
СОГЛАСОВАНО с ВПО "Союзэлектромонтаж"

Главный инженер Б.П. ГОРСДЕЦКИЙ
15.03.84

ВПО "Союзтрансформатор"

Главный инженер Л.П. КУГАРЕВ
26.08.84

МНУ трест ЭЦМ

Главный инженер В.И. БОРОДАВКИН
23.02.84

трестом ЭУМ

Главный инженер Е.М. КОКИН
14.03.84

заводом РЭТО Мосэнерго

Главный инженер В.С. СМЕРНОВ
13.02.84

УТВЕРЖДЕНО Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем 27.03.84

Заместитель начальника

К.М. АНТИПОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1987.

Приложение 4

КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ТЯГАЧЕЙ

Тип автомобиля	Нагрузка на седельное устройство, Н	Масса тягача, кг	Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Радиус поворота, м	Максимальная скорость, км/ч
ЗИЛ-164Н	36550	3815	5,680	2,30	2,180	8,5	52
КАЗ-120Т2	42700	3950	5,675	3,210	2,180	9,0	52
МАЗ-200В	72000	6560	6,495	2,635	2,430	10,1	52
ЯАЗ-221	120000	10000	7,375	2,635	2,620	11,2	45
МАЗ-501	60000	7600	6,700	2,650	2,650	11,6	45
КрАЗ-214	-	12300	8,530	2,700	3,17	14	55

Приложение 5

КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАКТОРНЫХ ТЯГАЧЕЙ

Тип трактора	Тяговое усилие, кН	Мощность двигателя, л.с.	Скорость движения, км/ч	Масса, т
С-80	86,2-14,7	85	2,25-9,65	11,93
С-100	88,2-14,7	100	2,36-10,15	13,1
Т-140	130,3-21,5	140	2,38-10,9	15,15
ДЭТ-250	216,6-23,5	265	2-20,5	24
К-70	2,5-58,8	210	2,82-30,6	13,6

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ И САМНЫХ ПРИЦЕПОВ

Тип прицепа	Грузоподъемность, т	Длина прицепа, м	Длина платформы, м	Ширина платформы, м	Ширина платформы, м	Ширина платформы, м	Ширина платформы, м	Высота нагрузки, м	Количество осей	Нагрузка на ось, т	Количество колес	Допустимая максимальная скорость с грузом, км/ч	Скорость движения без груза, км/ч	Радиус поворота (минимальный), м					
															1	2	3	4	5
4МЗАП-5523	20	9	6,43	3,00	-	1,26	3	10	12	50	12	50	12	12					
T-151	20	9,6	5,00	2,70	-	0,8	2	14	12	40	12	40	12	15					
УЗБ	40	11,05	5,0	2,90	-	1,0	3	18	24	15	24	15	30	15					
4МЗАП-5208	40	9,33	3,36	3,20	-	1,14	3	17	24	15	24	15	30	13					
4МЗАП-5512	60	11,37	3,66	3,00	-	1,0	4	18,8	24	8	24	8	25	13					
4МЗАП-5530	120	21,7	9,00	3,25	4,00	0,50	6	28	24	6	24	6	25	13					
Бирма Крайн	200	31,6	9,00	3,30	4,2	0,55	10	26,3	40	8	26	8	26	15					
4МЗАП-5540	300	37,65	-	-	-	-	12	33,3	48	5	15	15	14	14					
Самый прицеп	60	5,0	6,5	3,2	-	0,44	-	-	-	-	-	5	8	6					
	120	9,7	8,5	4,0	-	0,44	-	-	-	-	-	5	8	8					

УДК 621.314.21

ИНСТРУКЦИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ ТРАНСФОРМАТОРОВ БЕЗРЕЛЬСОВЫМ ТРАНСПОРТОМ

И 34-00-016-84

Срок действия установлен с 01.01.86 до 01.01.91

Настоящая Инструкция устанавливает основные правила и требования погрузки, разгрузки и перевозки трансформаторов, обязанности и ответственность лиц, осуществляющих перевозку и ее организацию, рекомендации по выбору транспортных средств и способов крепления трансформаторов на транспортных средствах.

Инструкция предназначена для предприятий и организаций, занимающихся транспортированием трансформаторов безрельсовым транспортом.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Транспортное средство (с грузом или без груза) следует считать крупногабаритным, если его размеры превышают хотя бы один из показателей: по высоте - 3,8 м от поверхности дороги; по ширине - 2,5 м; по длине - 20 м, а также груз выступает за заднюю точку габарита транспортного средства на 2 м.

1.2. Транспортное средство (с грузом или без груза) следует считать тяжеловесным, если его весовые параметры превышают хотя бы один из следующих показателей:

- по осевой массе (нагрузка на дорогу, передаваемая колесами одиночной наиболее нагруженной осью), указанному в табл. I;
- по общей фактической массе - 34 т;
- по общей фактической массе при движении по мостам, эстакадам и путепроводам - 30 т.

Т а б л и ц а I

Расстояние между смежными осями, м	Осевой вес, т
2,5 и более	6,0
2,5-1,39	5,5
1,39-1,25	5,0
1,25-1,0	4,5

I.3. Перевозка крупногабаритных грузов должна быть согласована с управлением дорог, службами подземных и наземных коммуникаций, ГАИ и другими организациями, в ведении которых находятся пересекаемые при транспортировании инженерные сооружения. Все согласования должны оформляться соответствующими разрешениями (приложение I,2).

I.4. При транспортировании трансформаторов, размеры которых вместе с транспортными средствами превышают допустимые габариты, должны быть приняты меры, обеспечивающие безопасный проезд (увеличение габаритов под теплотрассами, отключение и, при необходимости, подъем линий электропередачи, контактной сети связи, установка защитных ограждений и т.д.).

I.5. Для руководства работами по транспортированию, сопровождению, погрузке и разгрузке должны назначаться приказом ответственные лица из состава ИТР.

I.6. Ответственные лица должны обеспечивать:

- выбор трассы и подготовку необходимой документации;
- согласование и проведение организационно-подготовительных мероприятий по перевозке;

- руководство работами по погрузке и разгрузке;
- руководство транспортированием.

I.7. Ответственные лица, указанные в п. I.6, обязаны:

- осмотреть трассу и выбрать оптимальный вариант перевозки;
- подготовить необходимую документацию;
- согласовать и провести организационно-подготовительные мероприятия;

- проверить исправность и пригодность транспортных средств, дать рекомендации по безопасным методам выполнения работ и следить за их выполнением;

6. Организации, согласовавшие перевозку:

Разрешение действительно с _____ по _____ 198 ____ г.
Начальник Госавтоинспекции _____
фамилия, инициалы, подпись, дата

Инспектор _____

С основными положениями и требованиями инструкции по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом ознакомился:

водитель (и) основного тягача _____

фамилия, инициалы, подпись

Лицо, сопровождающее груз _____

фамилия, инициалы, должность, организация, подпись, дата

Транспортное средство осмотрено представителем организации, ответственной за перевозку, и соответствует требованиям действующих "Правил дорожного движения" и "Инструкции по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом"

фамилия, инициалы, должность, организация, подпись, дата

Приложение 2

МВД СССР
Главное управление
внутренних дел

Управление ГАИ

РАЗРЕШЕНИЕ №

На движение транспортного средства _____

_____ по маршруту
марка, модель, номерной знак

_____ 8/82
название улиц, по которым проходит маршрут

1. Параметры транспортного средства:

длина _____

ширина _____

высота (от проезжей части) _____

вес груза _____

общий фактический вес транспортного средства с грузом _____

нагрузка на наиболее нагруженную ось _____

2. Транспортные средства, выделенные для сопровождения _____

_____ марка, модель, номерной знак

3. Наименование, адрес, телефон организации, транспортирующей груз _____

4. Движение разрешается _____

_____ число, месяц, год

с _____ ч до _____ ч со скоростью не более _____ км/ч.

5. Особые условия движения: _____

- осмотреть трассу не ранее, чем за трое суток, убедиться в возможности перевозки, осмотреть крепления трансформатора к транспортным средствам, проверить работу тормозной системы, габариты системы "Транспортное средство - груз", правильность установки груза и наличие необходимых разрешений. Провести инструктаж персонала, принимающего участие в транспортировке, и дать необходимые указания персоналу.

2. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

2.1. Транспортные средства для транспортирования трансформаторов должны быть соответствующей грузоподъемности и оборудованы горизонтальной платформой необходимых размеров.

Платформа для транспортирования трансформаторов должна быть достаточно жесткой, обеспечивающей равномерное распределение веса трансформатора между опорами и по длине всех опор.

Грузоподъемность и механическая прочность транспортных средств должны соответствовать расчетным нагрузкам - транспортной массе трансформатора с учетом дополнительных составляющих нагрузки, возникающих при транспортировании.

2.2. Расстояние между крайними точками опоры на основании по оси движения и расстояние между крайними точками опоры на основании по оси, перпендикулярной направлению движения транспортных средств должно обеспечивать необходимую устойчивость системы "Транспортное средство - груз" по отношению к расчетным нагрузкам.

Примечание. При наличии в транспортных средствах поддрессорных платформ необходимо обеспечить демпфирование колебаний платформы с тем, чтобы значение динамической от массы трансформатора на платформу находилось в пределах допустимого значения дополнительной вертикальной нагрузки.

3. УСТАНОВКА И КРЕПЛЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА НА ПЛАТФОРМЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

3.1. На платформу транспортных средств трансформатор должен устанавливаться в транспортном виде. Платформа должна быть равномерно загружена.

3.2. Центр тяжести трансформатора должен располагаться на платформе транспортных средств так, чтобы коэффициенты запаса устойчивости системы "Транспортное средство - трансформатор" во взаимно противоположных направлениях движения были, по возможности, равны.

3.3. Между трансформатором и платформой транспортных средств при его установке необходимо уложить деревянные подкладки (брусля), выступающие за днище бака по ширине на 100-150 мм. Платформу в местах установок подкладок и сами подкладки необходимо очистить от грязи, масла и покрыть слоем сухого песка толщиной 0,5-1 мм. Высота подкладки должна обеспечивать зазор между элементами бака и платформой не менее 15 мм.

3.4. Подкладки следует распределять равномерно по всей длине трансформатора, а количество последних должно обеспечивать их прочность на смятие, но не менее : при транспортной массе трансформатора до 60 т - 2 шт.; 60-120 т - 3 шт.; 120-220 т - 4 шт.; более 220 т - 6 шт.

3.5. Для крепления трансформатора к платформе следует применять растяжки, обвязки, упорные и распорные бруски, а также стандартные крепления многократного пользования.

3.6. На днище трансформатора, брусля и платформу необходимо нанести несмываемой краской метки, позволяющие контролировать отсутствие их взаимного смещения при транспортировании.

3.7. Вид крепления трансформатора должен быть выбран в соответствии с расчетом по разд.4.

4. РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ, РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ И ВЫБОР ВИДА КРЕПЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ

4.1. При транспортировании трансформатора на систему "Транспортное средство - трансформатор" действуют продольная и поперечная горизонтальные инерционные силы, вертикальная инерционная сила, вызванные ускорениями, колебаниями, уклонами и т.д., ветровая нагрузка, силы трения и масса транспортных средств и трансформатора.

Обозначения применяемых в расчете величин:

3. Останавливаться с грузом на сооружении запрещается.

Особые условия: _____

Согласовать провоз груза:

1. С управлением КАД, телефон _____

2. С Управлением железной дороги, телефон _____

3. Со Службой контактной сети, телефон _____

4. С ОПС ГлавПУ, телефон _____

5. С ГАИ УВД, телефон _____

Примечание. Ответственный за перевозку груза должен обеспечить выполнение всех указанных в разрешении условий. Без настоящего разрешения путевого лист водителя недействителен.

Начальник Нестоипытательной лаборатории
"Горгидромост"

_____ 198 г.

Приложение I

УПРАВЛЕНИЕ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА И БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДА
ТРЕСТ "ГОРГИДРОМОСТ"

РАЗРЕШЕНИЕ

на перевозку специального тяжелого негабаритного
груза по мостам, путепроводам, транспортным эста-
кадам, тоннелям города

Организация, перевозящая груз _____

Ответственный за перевозку груза _____

Фамилия, имя, отчество _____

должность _____

телефон организации _____

Вид груза _____

Вес груза _____ тележки _____

Габарит груза в транспортном положении: высота _____ длина _____

ширина _____

Тип транспортной тележки _____

Тягач _____

Маршрут перевозки: _____

Разрешается провоз груза по следующим сооружениям: _____

Условия провоза груза по сооружениям: _____

1. Закрыть на время провоза груза транспортное движение по сооружению.
2. Скорость провоза груза по сооружению - не более 10 км/ч, под сооружением - 5 км/ч.

a_1 - масса трансформатора, т;

a_2 - масса транспортных средств, т;

F_{np} - продольная инерционная сила, кН;

F'_n, F''_n - поперечная инерционная сила, действующая соответственно на трансформатор и транспортное средство, кН;

$F_{тр.пр}, F_{тр.п}$ - сила трения соответственно в продольном и поперечном направлениях, кН;

F_B - вертикальная инерционная сила, кН;

$\Delta F_{np}, \Delta F_n$ - усилия, действующие на крепления в продольном и поперечном направлениях, кН;

W', W'' - поперечная ветровая сила, действующая на трансформатор и транспортное средство, кН;

a_{np}, a_n, a_B - удельные значения продольной, поперечной и вертикальной - инерционных сил приведены в табл. 2, 3, 4;

R_{np} - максимальное усилие на ось упор, кН;

R_{np}, R_n - усилия в растяжке в продольном и поперечном направлениях, кН;

T, σ - напряжение в сварных швах и нагруженном сечении, кПа;

T_n, σ_n - напряжение изгиба в сварных швах и нагруженном сечении упора, кПа;

$T_{ср}$ - напряжение на срез, кПа;

$\sigma_{см}$ - напряжение смятия, кПа;

μ - коэффициент трения (дерево по дереву - 0,45; сталь по дереву - 0,4; сталь по стали - 0,3; железобетон по дереву - 0,53);

S_1, S_2 - площадь наветренной поверхности трансформатора и транспортных средств, м²;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

$H_{ц.т}$ - высота центра тяжести системы "Трансформатор-транспортное средство", м;

h_1, h_2 - высота центра тяжести трансформатора от подкладных брусков и транспортных средств от поверхности дороги, м;

- H_0 - высота подкладного бруса, м;
- $L_{опр}, L_{оп}$ - расстояние центра тяжести трансформатора до ребра опрокидывания в продольном и поперечном направлениях, м;
- $H_{цм}, H_{цт}$ - высота центра наметренной поверхности трансформатора и транспортных средств, м;
- $L_{ац}$ - расстояние от центра тяжести трансформатора до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось транспортных средств, м;
- L_1, L_2 - проекция кратчайшего расстояния от ребра опрокидывания трансформатора до растяжки на продольную и поперечную вертикальные плоскости, м;
- L - расстояние от места приложения усилия до нагруженного сечения, м;
- W_k, F_c - соответственно момент сопротивления, m^3 , и площадь нагруженного сечения, m^2 ;
- γ - коэффициент запаса устойчивости системы "Трансформатор-транспортное средство";
- $\gamma_{пр}, \gamma_n$ - коэффициенты запаса устойчивости трансформатора на транспортере в продольном и поперечном направлениях;
- δ, ψ - угол между растяжкой и проекцией растяжки на продольную и поперечную вертикальные плоскости;
- n - количество растяжек.

4.2. Расчет устойчивости трансформаторов и транспортных средств во время транспортирования необходимо проводить в следующей последовательности:

Продольная инерционная сила определяется по формуле

$$F_{пр} = a_{пр} Q_1 g.$$

Сила трения в продольном направлении определяется по формуле

$$F_{тр,пр} = \mu Q_1 g.$$

Поперечные инерционные силы, действующие на трансформатор и транспортное средство, определяются по формулам:

$$F_H^1 = a_n Q_1 g;$$

$$F_H^2 = a_n Q_2 g.$$

10.5. Условие возможности передвижения следует проверить по формуле

$$F_1 > 1,5 F_2.$$

Примечание. Следует иметь в виду, что из двух значений сил тяги F_0 и F_1 принимается наименьший, который обеспечивает передвижение груза. В случае необходимости, расчеты ведут в другом порядке, начиная с расчета сил тяги F_2 и F_0 , затем полного сопротивления движению F_1 , и, наконец, определяют максимальную массу груза.

II. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

II.1. Все работы по погрузке, разгрузке и перемещению трансформаторов должны выполняться в соответствии с требованиями СН и действующими "Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов".

II.2. Все работы по перемещению трансформаторов необходимо выполнять с помощью исправных механизмов, оборудования и приспособлений.

Персонал, занятый на работах по перемещению и транспортированию трансформаторов, обязан пройти инструктаж по технике безопасности.

II.3. Во время транспортирования трансформаторов следует руководствоваться правилами по транспортированию и условно сигнализацией, разработанными до начала производства работ.

II.4. Лица, не имеющие прямого отношения к производимой работе, не должны допускаться к месту производства работ.

II.5. При перемещении и транспортировании трансформатора при неблагоприятных погодных условиях необходимо применять меры предосторожности в соответствии с местными условиями (гололед, туман, дождь и т.д.). Запрещается производить работы во время грозы.

II.6. Место производства работ по перемещению и транспортированию трансформаторов необходимо оборудовать стационарными или временными постами пожаротушения.

II.7. Дополнительные мероприятия по безопасности производства работ по погрузке, разгрузке и транспортированию должны разрабатываться в проекте производства работ.

II.8. Запрещается производить работы под днищем трансформатора без страховочных выкладок.

Таблица 10

Коэффициент сцепления шин автомобиля с покрытием дороги

Покрытие дороги	Коэффициент сцепления шин			
	высокого давления		низкого давления	
	Сухая дорога	Мокрая дорога	Сухая дорога	Мокрая дорога
Бетон	0,85	0,6	0,82	0,6
Асфальт	0,75	0,6	0,7	0,55
Щебень, гравий	0,65	0,4	0,6	0,4
Булыжник	0,4	0,3	0,45	0,42
Деревянные лежни	0,6	0,4	0,6	0,4
Земляное полотно	0,55	0,35	0,55	0,35
Супесчаный укатанный грунт	0,75	0,65	0,75	0,65
Глинистый грунт	0,55	0,35	0,55	0,35
Укатанный снег	0,3	0,1	0,35	0,1
Обледенелый снег	0,15	0,07	0,2	0,15
Песок, рассыпанный по льду	0,4	0,3	0,6	0,4

Таблица 11

Коэффициент сцепления гусеничных тракторов с покрытием дороги

Тип дороги и грунта	Коэффициент сцепления гусеничных тракторов с покрытием дороги
Сухая грунтовая дорога на глинистом грунте	0,85
Сухая грунтовая дорога на песчаном грунте	0,9
Сухая грунтовая дорога на черноземе	0,87
Укатанная снежная дорога	0,65
Асфальт (летом)	0,35
Асфальт, покрытый укатанным снегом	0,45
Обледенелый грунт со снежным покровом	0,46

Поперечные ветровые силы, действующие на трансформатор и транспортное средство, определяются по формулам

$$W_n^1 = 500S_1 \cdot K^2$$

$$W_n^2 = 500S_2 \cdot 10^{-3}$$

где удельная ветровая сила равна 500 Н/м^2 .

Сила трения в поперечном направлении определяется по формуле

$$F_{тр.п} = a_1 \mu (1000 \pi g) g$$

Вертикальная инерционная сила определяется по формуле

$$F_B = a_B a_1 g$$

Высота центра тяжести системы "Трансформатор - транспортное средство" определяется по формуле

$$H_{ц.т.} = \frac{a_1 (h_1 + h_2) + a_2 h_2}{a_1 + a_2}$$

Таблица 2

Удельное значение продольной инерционной силы в зависимости от грузоподъемности транспортных средств

Грузоподъемность транспортных средств, т	Расчетная скорость движения, км/ч	Значение удельной инерционной силы, с	Удельная предельная инерционная сила $a_{пр}$, кг/т	Ограничительное ускорение, м/с
12	40	1,8	700	6,2
20	15	0,9	500	4,6
40	12	0,7	500	4,7
60	10	0,6	500	4,6
120	8	0,5	500	4,4
200	6	0,4	400	4,2
300	5	0,4	400	3,5
60	5	0,5	300	2,6
120	5	0,5	300	2,8

Таблица 3

Удельное значение поперечной инерционной силы в зависимости от грузоподъемности транспортных средств

Грузоподъемность транспортных средств, т	Расчетная скорость, км/ч	Расчетный радиус поворота, м	Удельная поперечная инерционная сила $a_{\text{п}}$, кг/т
12	40	70	164
20	15	11,5	164
40	12	16	70
60	10	11	40
120	8	13	21
200	6	16	10,2
300	5	20	7,0
60	5	6	32
120	5	8	25

Примечание. Последние две строки в табл. I и 2 относятся к саням прицепа.

Таблица 4

Удельное значение вертикальной инерционной силы в зависимости от грузоподъемности транспортных средств

Грузоподъемность транспортных средств, т	Расчетная скорость, км/ч	Удельная вертикальная инерционная сила $a_{\text{в}}$, кг/т
12	40	150
20	15	60
40	12	50
60	10	40
120	8	50
200	6	50
300	5	50

Таблица 9

Удельное сопротивление движению прицепов на колесном ходу

Тип и состояние дороги	Удельное сопротивление движению прицепов на колесном ходу, кг/т		
	со сплошными металлическими или резиновыми шинами	с пневматическими шинами	
		высокого давления	низкого давления
Твердая профилированная дорога	60-40	35-25	30-20
Гравийная песчаная дорога	120-90	100-60	65-50
Снежно-ледяная укатанная дорога	60-65	35-25	30-20

По необходимому тяговому усилию следует подбирать тягачи (приложения 4 и 5).

10.3. Силу тягача (F_g) по мощности двигателя на ведущих колесах следует определять по формуле

$$F_g = \frac{N \eta}{V},$$

где N - мощность двигателя, л.с.;
 V - скорость движения, км/ч;
 η - КПД двигателя и силовой передачи (для автоматов $\eta_1 = 0,85$, для тракторов $\eta = 0,9$).

10.4. Сила тяжести тягача по сцеплению с поверхностью дороги следует определять по формуле

$$F_c = P_c \psi,$$

где F_c - сила тяжести, кН;
 P_c - сцепная масса тягового средства, Т; (для автомобилей $P_c = 0,6-0,7$ их массы, для тракторов P_c равна массе самого трактора);
 ψ - коэффициент сцепления тягача с покрытием дороги (табл. 10 и 11).

Т а б л и ц а 7

Удельное сопротивление движению тягача
для различных покрытий дороги

Покрытие дороги	Удельное сопротивление движению тягача, м/т	
	для автомашин	для гусеничных тракторов
Цементно-бетонное, асфальтобетонное	10-20	40-50
Снежная укатанная дорога	20-30	40-50
Бульжная мостовая	30-50	50-70
Грунтовая дорога ровная и сухая	40-50	50-1000
Рыхлый грунт, песок, снежная целина	150-200	150-200

Т а б л и ц а 8

Удельное сопротивление движению самых прицепов

Тип и состояние дороги	Удельное сопротивление движению, кг/т
Ледяная дорога:	
при движении	15-30
при трогании с места со смазыванием колес	100-200
Снежная дорога хорошо укатанная:	
при движении	40-60
при трогании с места со смазыванием колес	200-350
Песчаная или гравийная дорога	400-600
Деревянный настил, перемещение на стальных катках диаметром 100 мм	20-30

Коэффициент запаса устойчивости системы "Трансформатор-транспортное средство" определяется по формуле

$$\eta = \frac{L_{0u}(a_1 + a_2)g}{(F_n^1 + F_n^2)H_{uT} + W_n^1 h_{uT} + W_n^2 h_{uT}}$$

Система будет устойчива, если соблюдается неравенство

$$\eta \geq 1,25.$$

Коэффициенты запаса устойчивости трансформатора на транспортном средстве в продольном и поперечном направлениях определяются по формулам:

$$\eta_{np} = \frac{L_{a, np}}{h_1}$$

$$\eta_n = \frac{a_1 L_{a, np}}{F_n^1 h_1 + W_n^1 h_{u, T}}$$

Трансформатор будет устойчив на транспортном средстве, если соблюдается условие

$$\eta_{np}, \eta_n \geq 1,25.$$

4.3. Напряжение в наиболее нагруженном сечении упора определяется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\sigma_H^2 + 4\tau_{cp}^2} = \sqrt{(P_{np} l / W_x)^2 + 4(P_{np} / E_{cp})^2},$$

σ должна быть меньше 165 МПа.

Напряжение смятия упора определяется по формуле

$$\sigma_{cm} = P_{np} / F_{cm},$$

σ_{cm} должна быть меньше 250 МПа.

Напряжение смятия подкладных брусьев определяется по формуле

$$\sigma_{cm} = (Q_1 + F_B) / F_{cm},$$

σ_{cm} должна быть меньше 1,8 МПа (хвойные деревья).

Помимо нагрузок на трансформатор, обусловленных его массой, при транспортировании могут быть допущены дополнительные нагрузки, вызванные ускорением, наклоном трансформатора или тем и другим одновременно. Эти нагрузки могут действовать раздельно и в сочетании с продольной, поперечной и вертикальной силами.

Продольная сила определяется по формуле

$$F_{\text{дл.пр}} = 0,2 \cdot Q_1 g;$$

Поперечная сила определяется по формуле

$$F_{\text{дл.п}} = 0,23 \cdot Q_1 g;$$

Вертикальная сила определяется по формуле

$$F_{\text{дл.в}} = 0,5 \cdot Q_1 g.$$

4.4. Критический угол опрокидывания следует определять из уравнения равновесия действующих сил (рисунок).

$$\ell_0 Q_{05} g \cdot \cos \alpha_K = \ell_0 F \cdot \sin \alpha_K + \ell_0 \cos \alpha_K H_{ц.т} + W h + H_{ц.т} Q_{05} \sin \alpha_K,$$

где ℓ_0 - расстояние от центра тяжести системы "Трансформатор-транспортное средство" до ребра опрокидывания системы, м;

h - высота центра приложения ветрового напора, м;

α_K - критический угол опрокидывания, град;

Q_{05} - общая масса системы ($Q_1 + Q_2$), т;

F - силы инерции системы ($F_n^1 + F_n^2$), кН;

W - ветровой напор ($W^1 + W^2$), кН.

Подставив расчетные значения и заменив $\cos \alpha$ через "х", получим квадратное уравнение, которое затем следует решить и найти " α_K ".

4.5. Давление на колеса на ребрах опрокидывания системы "Трансформатор - транспортное средство" (см. рисунок) определяется по формуле

$$A = Q_{05} g \cos \alpha \frac{b}{a+b}; \quad B = Q_{05} g \cos \alpha \frac{a}{a+b}.$$

4.6. При применении проволочных растяжек для крепления трансформатора к транспортным средствам необходимо вычислить усилия в растяжке, по которым должны быть выбраны диаметр и количество нитей в растяжке (табл.5).

Продольные и поперечные усилия в растяжке определяются по формулам:

$$R_{\text{пр}} = 1,25 \cdot F_{\text{пр}} n_1 - Q_1 \ell_{\text{онп}} g \cdot n_1 \cos \delta$$

$$R_n = 1,25 (F_n n_1 - W_n n_1) Q_1 \ell_{\text{онп}} g \cdot n_1 \cos \psi.$$

9.4. Необходимо выложить шпальный настил между плавсредствами и местом установки трансформатора в порту.

9.5. Погрузку и разгрузку трансформатора следует производить в соответствии с разд.5, установку и крепление - в соответствии с разд.3.

9.6. Расчет устойчивости трансформатора следует производить в соответствии с разд.4.

9.7. Перед погрузкой трансформатора на плавсредства необходимо убедиться в прочности палубы и, при необходимости принять меры по ее укреплению.

9.8. Скорость плавсредств при транспортировании трансформаторов не должна превышать 10 км/ч.

10. РАСЧЕТ ТЯГОВОГО УСИЛИЯ ТЯГАЧЕЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ГРУЗОВ

10.1. Тип тягача следует подбирать на основании данных приложений 4 и 5. Для расчета тягового усилия необходимо определить суммарное сопротивление движению всего транспорта по формуле

$$F_T = Q_3 a_T g + (Q_2 + Q_1) a_{T.c.p} g \pm (Q_3 + Q_2 + Q_1) a_y g,$$

где F_T - тяговое усилие, кН;

Q_3 - масса тягача, т;

a_T - удельное сопротивление движению тягача, кг/т (табл.7);

$a_{T.c.p}$ - удельное сопротивление движению транспортных средств, кг/т (табл.8 или 9);

a_y - сопротивление от уклона, кг/т, равное 1000 i ,

где i - показатель уклона, соответствующий 0,01 на каждый процент уклона. Это сопротивление следует принимать с плюсом при подъеме дороги и с минусом при спуске.

10.2. Необходимое тяговое усилие с учетом увеличения на 50% нагрузки при сдвиге с места следует определять по формуле

$$F_1 = 1,5 F_T,$$

где F_1 - необходимое тяговое усилие, кН.

применять все меры предосторожности. При спусках и подъемах по трассе должна быть предусмотрена возможность торможения и плавного спуска и подъема.

7.8. При проезде по мостам груз при необходимости следует рассредоточить путем удаления тягачей от трайлера с тем, чтобы весь автопоезд не находился в одном пролете моста.

7.9. Скорость движения автопоезда не должна превышать скорости указанной в приложении 3.

8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА САНЫХ ПРИЦЕПАХ

8.1. Для исключения действия деформирующих усилий на трансформатор конструкция саней должна быть жесткой к днищу саней необходимо приварить направляющие полосы. Установку и крепление трансформатора на санях следует производить в соответствии с разд.3. Установку и расчет креплений следует проводить согласно разд.4, погрузку и разгрузку - в соответствии с разд.5.

8.2. Перед началом перевозки необходимо разработать ПОР, в которых должны быть отражены те же вопросы, которые возникают при организации работ по перевозке трансформаторов автотрайлерами.

8.3. На трассе по возможности не должно быть значительных (более 10%) уклонов и интенсивного движения транспорта. При перевозках через железнодорожные пути, шоссе с твердым покрытием и другие коммуникации должны быть приняты меры по обеспечению их сохранности.

9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ ВОДНЫМ ПУТЕМ

9.1. Перевозку трансформаторов водным путем следует производить при отсутствии сухопутных путей и других средств транспортирования.

9.2. Место установки трансформатора в порту должно быть ровным, а прочность сооружений должна соответствовать нагрузкам от трансформатора.

9.3. Главсредства при погрузке и разгрузке должны быть надежно прикреплены к конструкции причала.

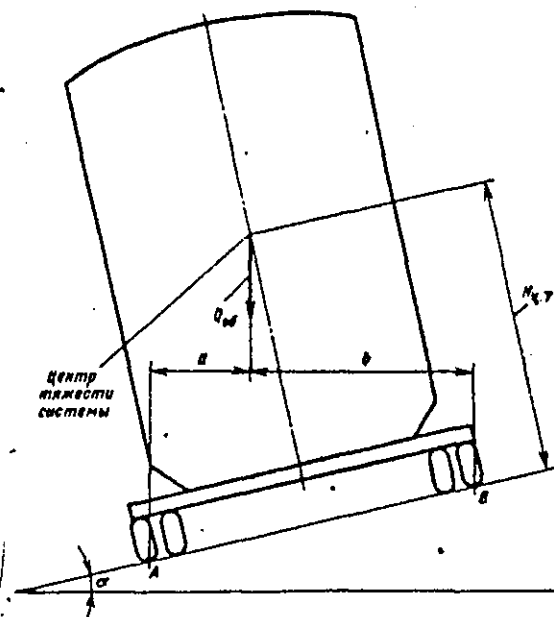


Схема для определения давления на колеса

Таблица 5

Значение нагрузки в растяжке в зависимости от диаметра и количества нитей в растяжке

Количество нитей в растяжке	Нагрузка на растяжку из проволоки диаметром, мм			
	4	5	6	7
2	2700	4300	6200	8500
3	4000	6450	9300	12750
4	5400	8600	12400	17000
5	6700	10750	15500	21500
6	8000	12900	18600	25500
7	9400	14750	21700	29750
8	10800	16600	24800	34000

При применении креплений для крепления трансформатора к транспортным средствам необходимо рассчитать усилия с учетом поступательных перемещений трансформатора при ускорениях, уклонах и т.д.

Воспринимаемые креплениями продольные и поперечные усилия определяются по формулам:

$$\Delta F_{np} = F_{np} - F_{тр.пр}$$

$$\Delta F_n = 1,5(F_n' + W_n') - F_{тр.п}$$

Максимальное усилие на упор определяется по формуле

$$\tau = \sqrt{\tau_u^2 + 4\tau_{ср}^2} = \sqrt{(P_{np} \ell / W_x)^2 + 4(P_{np} / F_c)^2}$$

где

$$P_{np} = \frac{\Delta F_{np}}{m}$$

m — число упоров.

5. ПОГРУЗКА ТРАНСФОРМАТОРА СО ШПАЛЬНОЙ КЛЕТЬЮ НА ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО И РАЗГРУЗКА НА ШПАЛЬНУЮ КЛЕТЬ

5.1. Транспортное средство необходимо установить рядом с разгруженным трансформатором так, чтобы трансформатор при прямом линейном его передвижении установился на площадке транспортных средств.

5.2. Грузовую платформу транспортных средств необходимо подогнать по высоте к отметке дна разгруженного трансформатора, затем следует выложить шпальную клетку под платформой на всю длину и ширину и подклинить шпалами.

Если невозможно совместить высоту платформы с дном трансформатора, то с помощью гидродомкратов необходимо поднять или опустить трансформатор, при этом уклон трансформатора не должен превышать 100 мм на всю длину трансформатора.

Образующийся при подъемах трансформаторов зазор между дном и шпальной клетью должен быть заполнен страховочными вкладышами (видимый зазор не должен превышать 20 мм).

7. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ПРИЦЕПАХ (ТРАЙЛЕРАХ)

7.1. Тип трейлера должен выбираться в зависимости от массы трансформатора (приложение 3). Трейлер в процессе перевозки не должен быть перегружен.

7.2. Перевозку трансформаторов на трейлере следует производить по дорогам с твердым покрытием, имеющим ровную поверхность. Покрытие дорог должно выдерживать действия нагрузки при транспортировании. Выемки на трассе сооружения (мости, насыпи и др.) должны соответствовать по грузоподъемности массе автопоезда с грузом.

7.3. Для перевозки крупногабаритных трансформаторов необходимо разработать проект организации работ (ПОР), в котором должны быть выполнены технич. работы и разработаны организационные мероприятия и схемы по перевозке трансформатора по всей протяженности трассы. ПОР должен быть согласован со службами и организациями, указанными в п.1.7, должна быть составлена смета стоимости работ.

7.4. На базе ПОР должен разрабатываться проект производства работ (ППР). В ППР необходимо произвести расчет тяговых усилий и выбрать тип и количество тягачей, привести характеристику трассы, разработать способы прохождения различных участков пути, определить состав и квалификацию бригады, привести перечень механизмов, оборудования и материалов, дать указание по соблюдению техники безопасности при транспортировании, разработать способы разгрузки и погрузки трансформатора.

7.5. Во время транспортирования необходимо соблюдать все требования, указанные в РТМ 16.800.723-80 в разделах транспортирование и хранение.

7.6. Перед началом перевозки должен быть произведен профилактический осмотр подвижного состава и должны быть установлены правила подачи сигналов при движении. Все операции по передвижению трансформатора необходимо производить по сигналам ответственного за перевозку лица.

Аварийный останов необходимо производить немедленно по сигналу любого члена бригады, производящей перевозку.

7.7. Во время транспортирования трансформатора необходимо

5.15. При перемещении трансформатора на собственных катках необходимые тяговые усилия следует определять по формуле

$$F_{KT} = \frac{1,5Q, g}{R(0,07 + 0,1\frac{d}{R})}$$

где F_{KT} - тяговое усилие, кН;
 R - радиус катка по поверхности катания, см;
 d - диаметр оси катка, см.

6. ЭЛЕМЕНТЫ КРЕПЛЕНИЯ

6.1. В качестве материала для металлических деталей и узлов крепления следует применить сталь Ст3 (ГОСТ 535-79), для деревянных изделий - хвойное дерево (ГОСТ 9463-72).

6.2. Допустимые напряжения для деталей из стали Ст3 (ГОСТ 535-79), кроме болтов и сварных швов:

- касательные напряжения - 100 МПа (1000 кгс/см²);
- нормальные напряжения (растяжение, сжатие, изгиб) - 160 МПа (1600 кгс/см²);
- напряжения смятия при плотном прилегании поверхностей - 140 МПа (1400 кгс/см²).

6.3. Допустимые напряжения для болтов из Ст3 (ГОСТ 535-79):

- нормальные (растяжение) 140 МПа (1400 кгс/см²);
- в соединениях, где в качестве связи используются сила трения, - 60 МПа (600 кгс/см²).

6.4. Допустимые напряжения в сварных швах (электроды Э-42 ГОСТ 9467-75):

- нормальные - 120 МПа (1200 кгс/см²);
- касательные (срез) - 80 МПа (800 кгс/см²).

6.5. Допустимые напряжения смятия в деревянных брусках (дерево хвойное ГОСТ 9463-72) - 1,8 МПа (18 кгс/см²).

Примечание. При отсутствии стали Ст3 и замене другими сталями характеристики изделий следует пересчитывать в соответствии с характеристиками применяемых материалов.

5.3. Приподняв одну сторону трансформатора необходимо подвести под шпальты железнодорожные рельсы. Другой конец рельса следует положить на подкладки, уложенные на площадке транспортных средств и опустить трансформатор. Таким же способом должны быть повреждены железнодорожные рельсы под другую половину трансформатора.

5.4. Головки рельса необходимо смазать густой смазкой (солидол, талол и др.).

5.5. Полиспасты необходимо запасовать и зацепить за якоря и тяговые средства. В местах перегибов стропов на острых углах следует подложить подкладки из дерева твердых пород.

5.6. Трансформатор следует плавно стянуть на площадку транспортных средств.

5.7. После установки трансформатора по всем отметкам трансформатор необходимо приподнять, убрать железнодорожные рельсы и опустить его на подкладки (шпальты), уложенные под днищем.

5.8. При необходимости трансформатор должен быть закреплён на площадке транспортных средств.

5.9. Разгрузка трансформатора с транспортных средств должна производиться аналогично погрузке.

5.10. Расчет тяговых усилий следует производить в соответствии со следующими видами работ:

- разгрузка трансформатора с железнодорожных и водных транспортных средств на шпальную клеть;
- погрузка трансформатора со шпальной клетки на безрельсовые наземные транспортные средства;
- разгрузка трансформатора с безрельсовых наземных транспортных средств на месте монтажа.

5.11. Тяговое усилие, необходимое для перемещения трансформатора на шпальную клеть по железнодорожным рельсам, смазанным графитной смазкой, солидолом и т.д., следует определять по формуле

$$P = 1,25 \cdot Q, g \cdot \mu$$

где P - тяговое усилие, кН;
 Q - ускорение свободного падения, м/с²;
 $1,25$ - коэффициент, учитывающий изменение тягового усилия при трогании с места;
 Q - масса трансформатора, т;
 μ - коэффициент трения скольжения. Для смазанных рельсов принимается равным 0,1.

5.12. Усилие тягового механизма или усилие в нити полиспада следует определять по формуле

$$F_{\text{тяг}} = \frac{P}{n \cdot \eta}$$

где $F_{\text{тяг}}$ - тяговое усилие, кН;
 n - число нитей полиспада;
 η - КПД полиспада.

5.13. Длину троса в полиспаде следует определять по формуле

$$L = n(h + 3,14 \cdot D) \pm \ell + \ell_1$$

где L - длина троса, м;
 n - число блоков полиспада;
 h - максимальная длина перемещения, м;
 D - диаметр блоков, м;
 ℓ - расстояние от блоков полиспада до тягового механизма, м;
 ℓ_1 - расчетный запас длины троса, м.

5.14. Для временных якорей усилие следует определять по формуле

$$F = \frac{W}{1,5}$$

где F - усилие на якоря, которое следует определять по табелажной схеме в каждом конкретном случае, кН;
 W - полное сопротивление движению застопоренного якоря, кН.

В качестве временного якоря возможно применение застопоренного бульдозера.

Полное сопротивление застопоренного бульдозера следует определять по формуле

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

где W_1 - сопротивление бульдозера движению, кН;
 W_2 - сопротивление грунта срезанию, кН;
 W_3 - сопротивление от трения призмы по грунту поверхности забоя, кН;
 W_4 - сопротивление внутреннего трения грунта, кН.

$$W_1 = (G_l q + G_k q)(f \pm 1)$$

где G_l - конструктивная масса бульдозера, кг;
 G_k - масса грунта в отвале, кг;
 $l = \text{tg} \alpha$ - коэффициент сопротивления движению бульдозера на уклонах;
 α - угол уклона;
 f - коэффициент сопротивления качению бульдозера.

$$W_2 = b \cdot L \cdot K$$

где b - толщина срезаемого слоя, м;
 L - ширина захвата режущего ножа, м;
 K - коэффициент сопротивления грунта срезанию (его значение колеблется от 10000 до 12000 кг/м²)

$$W_3 = \gamma L h^2 (\mu \pm 1)$$

$$W_4 = \chi L h^2 \gamma$$

где γ - коэффициент высоты призмы равен 1,0;
 χ - коэффициент, который должен быть выбран в зависимости от угла внутреннего трения грунта по табл. 6;

Т а б л и ц а 6

Значение коэффициента χ в зависимости от угла внутреннего трения грунта

Грунт	Угол внутреннего трения грунта, град	Коэффициент χ
Глина	14 - 19	0,24 - 0,36
Суглинки и супесь	24 - 30	0,37 - 0,41
Песок	35 - 45	0,45 - 0,50

γ - объемная масса грунта в призме возмещения, равная 1300-1800 кг/м³;
 h - высота призмы, м;
 μ - коэффициент трения грунта призмы по поверхности забоя, равный 0,3-0,5.