

Александров В.Д.

**Карманный справочник
производителя работ
ОАО «Мостотрест»**

Издание пятое, дополненное

**Издательство
ООО «Печатный двор «На Алексеевской»
Москва 2008**

значе-
щих в
линиях
итель-

димые
н тем,
юге на
оман-
дела,
делать
ивания
.

совре-
назна-
спных
ами по
орным
аботки
ам для
грузо-
рапами
аны со
мендо-
вые, в
на то,
была

елыую
сжание
правоч-
оцени-

2008 г.
ов В. Д.

В системе Мостотреста автор справочника – с 1959 года, 40 лет на производстве и более 30 лет проработал главным инженером мостопоезда и мостоотряда, должность которого позволяла ему проявлять инициативу и брать ответственность в решении технических вопросов, самостоятельно проектировать и внедрять необходимую строительную оснастку, оборудование и технологии, в том числе спроектировать и изготовить прицепные краны грузоподъемностью от 50 до 200 т, используемые на погрузке, выгрузке и монтаже тяжелых мостовых конструкций до сего времени.

На основании своего производственного опыта, автор собрал, кратко и доступно изложил справочные материалы, общетехнические и специфические, наиболее востребованные сегодня сведения, хотя и не являющиеся исчерпывающими, но во многих случаях вполне достаточные для правильного ответа на вопросы, для оперативного решения производственных задач и выполнения элементарных расчетов, когда под рукой нет толстых справочных и нормативных изданий и нет времени и необходимости для долгих поисков. Считаю, что пятое дополненное издание справочника вполне отвечает своему названию и может быть весьма полезным для инженерно-технических работников и бригадиров ОАО «МОСТОТРЕСТ».

Главный инженер
ОАО «МОСТОТРЕСТ»

В.Н. Коротин

© ОАО «Мостотрест», 2008. Все права защищены.

© ООО «Печатный двор «На Алексеевской».

оригинал-макет, дорецепная подготовка

Предисловие

Пятое издание карманного справочника предназначено, как и прежде, для личного пользования работающих в Мостотресте инженерно-технических работников, нынешних и будущих бригадиров, для тех кто учится мостостроительной специальности.

Справочник содержит краткие сведения необходимые для осуществления служебной деятельности, удобен тем, что всегда может быть под рукой у хозяина – по дороге на работу, на строительном объекте, на месте работ, в командировке и может помочь ему быстро войти в курс дела, сориентироваться в обстановке, оперативно сделать приближенный расчет, освежить в памяти требования безопасности и принять в итоге правильное решение.

Настоящее издание дополнено сведениями по современным гидравлическим вибропогрузителям, предназначенным для погружения и выдергивания точкостенных элементов в виде стального шпунта и труб, сведениями по погружению свай и шпунта с подмывом, эжекторным установкам – эрлифтам и гидроэлеваторам для разработки грунта при сооружении мостовых опор, по насосам для водоотлива и погружения свай с подмывом. Раздел грузопольемных машин дополнен современными кранами различного назначения, при этом оставлены краны со значительными сроками службы, но хорошо зарекомендовавших себя и используемые в Мостотресте и поныне, в результате число страниц увеличено до 368 несмотря на то, что для сохранения карманного формата книжки была исключена потерявшая актуальность информация. Как и в предыдущих изданиях, несмотря на тщательную проверку возможны издательские ошибки. Во избежание ущерба от ошибок и неправильного применения справочных материалов автор рекомендует пользователю оценивать информацию или результат здравым смыслом.

Москва, ОАО «МОСТОТРЕСТ», май 2008 г.

Александров В. Д.

Содержание

Единицы измерения.....	11
Некоторые сведения о металлах	
Обзор сталей различного назначения.....	13
Серый чугун.....	17
Алюминиевые сплавы.....	17
Сплавы цветных металлов.....	18
Влияние легирующих элементов на свойства стали.....	19
Структура стали.....	20
Термическая обработка стали.....	21
Химико-термическая обработка стали.....	23
Свариваемость стали.....	25
Электроды для ручной сварки.....	27
Механические свойства сварных соединений.....	30
Типы и обозначения сварных швов.....	30
Некоторые сведения по сварочному оборудованию.....	31
Профподготовка специалистов по сварке.....	34
Определение прочности стали.....	35
Стали для строительных металлоконструкций.....	36
Таблица механических характеристик.....	37
Сортамент стального проката.....	38
Шероховатость поверхностей, чистота обработки.....	44
Основы термической правки стальных конструкций.....	46
Материалы для железобетонных конструкций,	
арматурные стали.....	47
Сварные стыки арматуры.....	49
Классы, марки, механические характеристики бетона.....	50
Механические характеристики дерева.....	52
Допускаемые нагрузки на различные соединения конструкций.....	53
Некоторые сведения по нагрузкам, габаритам	
и жесткости сооружений.....	56
Подмостовые габариты, термины мостовых сооружений.....	60
Срок службы мостовых сооружений.....	61
Основные сведения по прочностным расчетам	
конструкций.....	62

Геометрические характеристики плоских сечений.....	63
Расчетные формулы по изгибаемым элементам.....	66
Закон Гука, расчет растянутых и сжатых стержней.....	68
Расчет на кручение.....	70
Расчет изгибаемых конструкций.....	71
Расчет элементов железобетонных конструкций	
Центрально-сжатые элементы.....	72
Изгибаемые элементы.....	73
Пример расчета балки.....	75
Проверка фундаментных плит на продавливание.....	78
Местное сжатие бетона.....	79
Влияние высоких температур на железобетон, огнестойкость железобетонных конструкций.....	80
Монолитные железобетонные предварительно напряженные	
пролетные строения (ПНПС) - краткая информация	
Требования к бетону.....	81
Требования к арматуре.....	83
Подмости для бетонирования ПНПС.....	84
Нагрузки на подмости и опалубку.....	86
Коэффициенты перегрузки.....	87
Бетонирование и выдерживание бетона ПНПС.....	88
Выдерживание бетона.....	90
Натяжение пучков.....	90
Пример расчета для раскручивания ПНПС.....	93
Гидроломкаты и насосные станции высокого давления для натяжения пучков.....	95
Основные габаритные размеры комплектующих изделий.....	97
Поперечное армирование ПНПС.....	100
Инъектирование канатов ПНПС.....	101
Гидравлические установки для приготовления и нагнетания инъекционных растворов.....	104
Защита бетона и железобетона от коррозии.....	106
Категории конструкций по трещиностойкости.....	110
Защита металлоконструкций мостов от коррозии.....	110
Гидроизоляционные материалы.....	112

Деформационные швы.....	117
Опорные части.....	127
Некоторые сведения о грунтах	
Термины, грунты естественных оснований.....	132
Несущая способность оснований фундаментов мелкого заложения.....	135
Требования к фундаментам мелкого заложения.....	136
Свайные фундаменты, типы свай.....	137
Точность забивки, технологические требования.....	138
Вычисление контрольных отказов.....	140
Подбор молота для забивки ж/б свай.....	141
Технические характеристики молотов.....	143
Технические характеристики гидравлических свасбойных установок.....	145
Буровые столбы в опорах мостов	
Термины и определения.....	146
Условия применения.....	148
Машины для устройства буровых столбов.....	149
Инвентарные обсадные трубы.....	151
Технические характеристики буровых машин.....	160
Некоторые сведения по технологии и качеству при устройстве буровых столбов.....	163
Гидравлические вибропогружатели.....	165
Погружение свай и шпунта с подмывом.....	170
Эрлифты и гидроэлеваторы.....	171
Насосы для водоотлива.....	175
Насосы для погружения свай.....	175
Некоторые сведения по электротехнике	
Основные единицы, Закон Ома, $\cos \phi$	177
Выбор мощности трансформатора.....	180
Система трехфазного тока.....	181
Асинхронные двигатели.....	183
Подбор сечения проводов.....	183
Характеристика силовых и сварочных кабелей.....	184
Электрические аппараты.....	186

Некоторые сведения по электробезопасности	
Термины и основные понятия.....	189
Спротивление заземляющих устройств.....	191
Подбор заземлителей.....	192
Заземление, зануление электрооборудования.....	193
Классы электрооборудования.....	195
Выбор шавких вставок.....	195
Квалификационные группы персонала по электробезопасности.....	196
Защитные средства.....	198
Характеристика диэлектриков, пробивная прочность изоляции и воздушных промежутков.....	198
Минимальные расстояния до токоведущих частей.....	199
Охранные зоны воздушных ЛЭП.....	200
Условные обозначения и коды на электросхемах.....	201
Некоторые сведения по охране труда	
Термины и определения.....	202
Обязанности должностных лиц по О.Т.....	202
Виды инструктажей по безопасности труда.....	205
Данные для подбора предохранительных поясов.....	206
Когда ограждать проходы и рабочие места на высоте.....	207
Средства подмащивания.....	207
Нагрузки, коэффициенты перегрузки и запаса, основные размеры средств подмащивания.....	208
Предельные нормы подъема тяжестей.....	210
Границы опасных зон.....	210
Виды ограждений строительных площадок.....	211
Нормы освещенности.....	211
Производственные шумы.....	213
Требования безопасности при работе с резиновыми шлангами.....	214
Рабочее давление пневмооборудования и инструмента.....	215
Технические характеристики резиновых рукавов для газовой сварки и резки.....	215
Напорные резиновые рукава.....	216

Требования безопасности при работе с газовыми баллонами.....	218
Расход кислорода и горючих газов.....	220
О чем надо не забывать разработчикам ППР.....	220
Грузоподъемные краны и съемные грузозахватные приспособления	
Термины.....	221
Соображения по выбору кранов.....	223
Некоторые сведения из правила УБЭГК.....	224
Надзор и обслуживание, кратко обязанности должностных лиц.....	228
Практические рекомендации прорабу.....	231
Конструкция и типы стальных канатов.....	232
Назначение стальных канатов.....	234
Сортамент канатных канатов и стропов.....	234
Коэффициенты снижения грузоподъемности стропов.....	236
Цепи грузовые.....	236
Стропа из синтетических волокон, подвески, скобы, проушины.....	237
Строповочные петли на ЖБК.....	239
Прочность бетона в зависимости от температуры и срока твердения бетона.....	241
Расчет шарниров и проушин.....	241
Сращивание стальных канатов.....	242
Требования к сварным образцам.....	243
Указания по грузозахватным приспособлениям.....	244
Определение силы тяги канатного палисаста.....	245
Способы наложения канатов на крюки.....	246
Канатные узлы для такелажных работ.....	247
Нормы браковки стальных канатов.....	248
Некоторые сведения по перемещению транспортных и строительных машин, оборудования и конструкций	
Автомобильные дороги.....	249
Сопротивление движению.....	250
Сила тяги, скорость движения.....	251

Тяговые характеристики машин.....	253
Буксировка плавучих средств и систем на реках и водоемах	
Характеристика буксироп и барж.....	254
Характеристика силы ветра.....	255
Сопротивление перемещению плавсредств.....	256
Сопротивление от силы трения при движении пролетных строений.....	257
Оборудование для навигации пролетных строений.....	260
Подъем и опускание пролетных строений.....	261
Гидравлические домкраты.....	262
Грузовые винты.....	263
Классы прочности резьбовых деталей.....	264
Стреловые самоходные краны	265
Автомобильные и на шасси автомобильного типа:	
КС-3577-4, КС-35715.....	267
КС-4572А, КС-45717А-1.....	269
КС-6473.....	271
НК-500MS.....	273
LTM 1060/2.....	275
НК-750VS-L.....	277
КМК-4080.....	280
LTM 1090/2.....	283
LTM 1120/1.....	285
НК-1200S.....	287
LTM 1160/2.....	290
LTM 1300/1.....	292
Пневмоколесные:	
КС-5363В, КС-5363А (Б).....	294
КС-8362, КС-8362А (Д).....	297
Гусеничные:	
РДК-250-2 (З), РДК-400.....	300
ДЭК-251.....	302
КН-180-3, ССН 500.....	304
НС 843HD, ССН 700.....	306
ДЭК-631А, ДЭК-631.....	308

LS-418AJ.....	311
HS-883HD.....	313
SCX 1200-2.....	315
KC-8165.....	317
HS895HD.....	319
LR 1350/1.....	321
LR 1400/2.....	327
Железнодорожные:	
ЕДК-1000/4.....	331
ГЭПК-130У.....	333
Полуприцепные монтажные:	
ТПМ-100.....	335
МПГК-200.....	337
Башенный кран БК-210.....	341
Башенный кран 63К Liebherr.....	342
Башенный кран КССМ-401.УХЛ.....	343
Башенный кран КБ-585-00.....	344
Козловый кран КСК-32/5.....	346
Козловый кран КС 50-42В.....	347
Машины для забивки свай:	
Копровая установка СП-49Д.....	348
Навесное копровое оборудование на кран	
РДК-250.....	349
ДЭК-251.....	350
LRB-250 на кран HS843HD.....	351
Гидравлические свесбойные установки:	
PM23HD.....	352
PM25HD.....	354
Основные характеристики грузовых автомобилей.....	355
Сведения по автотягачам и тяговым расчетам.....	359
Полуприцепы-тяжеловозы и тягачи.....	363
Пояснение обозначений и индексов СНиП.....	367

Единицы измерения

Силы, веса:

килограмм-сила — кгс,
тонн-сила — тс,
Ньютон — Н,
килоньютон — кН
1 кгс = 9,8(10) Н, 1 кН = 102(100) кгс,
1 тс = 9,8(10) кН, 1 кН = 0,102(0,1) тс.

Параметры Земли

диаметр = 12756,6 км
периметр = 40055 км
масса = $6 \cdot 10^{21}$ т
плотность = 5,53 т/м³

Давления, механического напряжения:

килограмм-сила на см² — кгс/см² = 0,098(0,1) МПа;
килограмм-сила на мм² — кгс/мм² = 100 кгс/см²;
1 кгс/мм² = 9,8 Па = 1 мм водяного столба;
атмосфера тех. — ат = 1 кгс/см² = 10 м водяного столба;
атмосфера физ. — атм = 760 мм ртут. или 10,33 м вод. ст.;
бар - б; 1б = 1,02 ат = 0,987 атм;
паскаль — Па; мегапаскаль — МПа; 1 Па = 1 н/м²;
1 МПа = 0,102(0,1) кгс/мм² = 10 ат; 1 кгс/мм² = 9,8(10) МПа;
килопаскаль — кПа = 0,01 кгс/см²; 1 кгс/см² = 100 кПа;

Работы, энергии:

Ньютон (килоньютон) на метр — Н·м, кН·м;
Джоуль (килоджоуль) — Дж, кДж;
килограмм-сила (тонн-сила) на метр — кгс·м;
1 Дж = 1 Н·м; 1 кДж = 1 кН·м = 0,1 тс·м;
1 кДж = 100 кгс·м; 1 кгс·м = 0,01 кДж.

Мощности:

килограмм-сила на метр в сек — кгс·м/сек;
киловатт — кВт; лошадиная сила — л.с.
1 кгс·м/сек = 0,0098(0,01) кВт;
1 кВт = 1,36 л.с. = 102 кгс·м/сек;
1 л.с. = 75 кгс·м/сек = 0,735 кВт;
1 об/мин = 0,10472 рад/сек;
1 радиан в сек = 9,5493 оборота в минуту;
1 радиан = 57,296°; 1° = 0,017453 радиана.

Массы:

Килограмм — кг, соответствует массе 1 литра дистиллированной воды при 4°С и нормальном атмосферном давлении. Тонна — т; 1т = 1000 кг.

1 тройская унция = 31,1г; 1 карат = 0,2г.

Сила сообщающая массе 1 кг ускорение 9,8 м/сек² равна 1 кгс, т.е. на 1 кг массы действует сила земного притяжения в 1 кгс.

Приставки, множители к единицам измерения:

10 ⁹ — Гига — Г;	10 ⁻⁶ — микро — мк;
10 ⁶ — Мега — М;	10 ⁻³ — милли — м;
10 ³ — кило — к;	10 ⁻² — санти — с.

Английские меры длины, веса, объема:

1 миля сухопутная = 1609 м = 1,609 км;

1 ярд = 3 фута = 0,9144 м;

1 фут = 12 дюймов = 30,48 см;

1 дюйм = 2,54 см; 1 фунт = 0,4536 кг;

1 баррель = 42 галлона = 159 литров.

Соотношение температуры по шкале Фаренгейта и Цельсия

	по Фаренгейту	по Цельсию
Точка кипения	212°	100°
Точка замерзания	32°	0°

Для перевода промежуточных значений температур по шкале Фаренгейта в шкалу Цельсия из исходного числа вычитают 32 и умножают на 5/9.

Из шкалы Цельсия в шкалу Фаренгейта переводят, умножая исходное значение на 9/5 и прибавляют 32.

Температура абсолютного нуля по шкале Кельвина 0°К соответствует минус 273°С по Цельсию, плавление льда 273°К, кипение воды 373°К, т.е. T°К = t°С + 273°С.

Свойства степеней

$$a^0 = 1, \quad a^{-n} = \frac{1}{a^n}, \quad a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}, \quad a^{\frac{k}{n}} = \sqrt[n]{a^k}$$

Некоторые сведения о металлах:

Сплавы железа с углеродом

В зависимости от содержания в сплаве углерода сплавы подразделяются на сталь и чугуны.

Если углерода — до 2% (практически до 1,5%) — сталь.

Если углерода более 2% (практически от 2,3 до 4%) — чугуны.

Плотность стали — $\gamma_{ст} = 7,85$ тс/м³; 7,85 гр/см³

Плотность чугуна — $\gamma_{ч} = 7,2$ тс/м³.

Конструкционные стали.

Система маркировки и основные свойства.

Сталь углеродистая обыкновенного качества по ГОСТ 380-94

Маркировка изготавливаемых сталей Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6, где буквы Ст обозначают принадлежность к стали **ок** (обыкновенного качества) цифры следом обозначают условный номер марки по содержанию углерода, далее после цифры в каждой марке стали следуют буквы **кп** — кипящая, **пс** — полуспокойная, **сп** — спокойная, определяющие степень раскисления стали и содержания в ней кремния, которого в кипящей менее 0,05%, в полуспокойной 0,05 < Si < 0,15%, в спокойной 0,15 < Si < 0,30%.

В сталях углеродистых **ок** содержится в зависимости от марки от 0,25 до 0,8% марганца, при содержании его от 0,8 до 1,2% после цифры добавляется буква **Г**.

На прокат сортовой и фасонный из стали **ок**. ГОСТ 535-88 установлено пять, а на толстолистовой прокат по ГОСТ 14637-89 — шесть категорий в зависимости от нормируемых характеристик проката, при этом прокат категорий 1, 2, 3, применяют для сварных нерасчетных и вспомогательных конструкций, а категорий 4, 5, 6 для несущих конструкций, работающих при переменных нагрузках и отрицательных температурах. Пример маркировки СтЗпсЗ, СтЗГпс5 СтЗГсп6. По требованию потребителя в прокате категорий 1-5 содержание серы должно

быть не более 0,04%, а фосфора не более 0,03%, в шестой категории содержание серы и фосфора не более 0,025%.

Стали углеродистые нелегированные качественные по ГОСТ 1050-88 и ГОСТ-1577-93

Стали этой группы обозначают двухзначным числом указывающим примерное содержание углерода в сотых долях % умноженное на сто. После цифр добавляют буквы ки или ис, если сталь кипящая или полуспокойная, для спокойных сталей буквы сп не добавляются. Качественные стали для производства котлов и сосудов высокого давления по ГОСТ 5520-79 обозначают добавлением буквы К. Пример маркировки качественных сталей 10пс, 15К, 20кп, 22К, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60.

Легированные и высоколегированные стали по ГОСТ 4543-71 и ГОСТ 5632-72

В легированных сталях содержание углерода от 0,1 до 0,5%, содержание одного легирующего элемента от 1,0 до 5% и суммарное содержание легирующих добавок не превышает 8%.

В высоколегированных сталях доля одного легирующего элемента достигает 28%, а сумма добавок 55%.

В обозначении марки первые две цифры указывают массовую долю углерода в сотых долях процента, затем следуют буквы, обозначающие легирующие элементы в составе этой стали и цифры после букв, указывающие содержание элементов в процентах, округленное до целого числа. Пример обозначения легированной стали 15Х, 15Г, 40Х, 30ХГСН2А, 18Х2Н4МА, 40Х13, 03Х23Н28Ю4Т. Буква А в конце обозначает, что сталь высококачественная с содержанием серы и фосфора не более 0,025%, против 0,035% у качественной легированной стали.

Обозначения основных легирующих элементов :

А — азот N	Н — никель Ni	Ф — ванадий V
Б — ниобий Nb	М — молибден Mo	Х — хром Cr
В — вольфрам W	П — фосфор P	Ц — цинковый Zn
Г — марганец Mn	Р — бор В	Ю — алюминий Al
Д — медь Cu	С — кремний Si	
К — кобальт Co	Т — титан Ti	

Букву А (азот) ставят в середине наименования стали.

Как легирующий элемент, фосфор входит в состав атмосферостойкой стали 10ХНДП.

Стали повышенной прочности — низколегированные стали по ГОСТ 19281 и ГОСТ 6713-71

В низколегированных сталях содержание углерода не превышает 0,22%, содержание одного легирующего элемента до 2%, а сумма добавок до 4-5%. Низколегированные стали имеют по сравнению с углеродистыми более высокие механические характеристики и повышенную хладостойкость.

Прокат из низколегированной стали изготавливают 9 классов прочности с учетом толщины проката: 265, 295, 315, 325, 345, 355, 375, 390, 440, цифры условно обозначают предел текучести в н/мм². В один класс прочности могут входить несколько марок низколегированной стали, которые обозначаются также как легированные, при этом при содержании легирующего элемента до 1,5% цифру после буквы не ставят, если свыше 1,5% ставят цифру 2. В зависимости от требования испытаний на ударную вязкость прокат изготавливает 15 категорий хладостойкости, для температуры эксплуатации -20, -40, -50, -60, -70°С — соответственно категориям 3, 4, 5, 6, 7 и категориям 11, 12, 13, 14, 15 для тех же температур с дополнительным испытанием образцов после механического старения, т.е. после вытяжки до получения остаточной деформации и 10%, и далее нагрева до 250°С и выдержки в течение часа. Стали 10ХСНД и 15ХСНД по ГОСТ 671

мостостроения изготовляют трех категорий: 1 — без термообработки, для конструкций обычного исполнения для t до -40°C ; 2 — в нормализованном состоянии, для конструкций северного исполнения А для t до -50°C ; 3 — термически улучшенная (после закалки и высокого отпуска) для конструкций исполнения Б для t ниже -50°C . Пример обозначения марок низколегированной стали: 390—14Г2АФД-14, 10ХСНД-3, категорию 1 в обозначении не указывают.

Литейные стали по ГОСТ 977-88

Обозначаются так же как качественные и легированные стали с добавлением буквы Л в конце наименования. Пример обозначения: 15Л, 20ГСЛ, 35ХГСЛ.

Инструментальные углеродистые стали по ГОСТ 1435-90

Буква У в начале марки, далее идут цифры, указывающие на содержание углерода в десятых долях процента. Если есть буква А, то металл высокого качества. Марки У7, У8 и далее до У13, У13А, углерода — от 0,65 до 1,35%.

Инструментальные легированные стали по ГОСТ 5950-73

Высокоуглеродистые стали, содержащие 0,75—1,45% углерода, а также хром, вольфрам, ванадий. Марки В2Ф, ХВ4, 8ХФ, 9ХФ. Из двух последних изготавливают метчики, напильники, штампы. Процентное содержание углерода, умноженное на 10 указывается вначале, если содержание углерода около 1%, то цифры впереди букв не ставят.

Быстрорежущие инструментальные стали марки Р-9 и Р-18

Изготавливают сверла, развертки, райбера. Состав Р-9 — углерод (0,9%), вольфрам (9%), ванадий (2,3%). Состав Р-18 — углерод (0,75%), вольфрам (18%), ванадий (1,2%).

Серый чугун ($\gamma = 7,2 \text{ тс/м}^2$)

Химический состав серого чугуна: углерод (2,6—3,5%), кремний (1,2—2,4%). Марки серого чугуна: СЧ-15, СЧ-20, СЧ-30, где цифры обозначают предел прочности на растяжение в кг/мм^2 .

Ранее марки серого чугуна имели обозначения из четырех цифр, например СЧ-15-32, СЧ-32-52, где вторые две цифры обозначали предел прочности при изгибе. Отливки делают также из высокопрочного чугуна ВЧ, который имеет повышенное содержание кремния (2,4—2,8%). Марки ВЧ-42-12, ВЧ-60-2, где вторые цифры обозначают относительное удлинение.

Алюминиевые сплавы ($\gamma = 2,7 \text{ тс/м}^2$)

Алюминий в чистом виде, как правило, в дело не идет, а имеет применение в виде сплавов с магнием, марганцем и медью.

Сплавы с магнием и марганцем

Мягкие, хорошо свариваемые, применяются для вспомогательных конструкций. Марка АМг2М — с магнием (Mg). Марка АМцМ — с марганцем (Mn). Содержат Mg — 2—5%, Mn — 1—1,6%. Предел прочности $\sigma_B = 15 \text{ кг/мм}^2$, предел текучести $\sigma_T = 6 \text{ кг/мм}^2$ для сплава АМг2М, у АМцМ $\sigma_B = 9\text{--}10 \text{ кг/мм}^2$. Буква М в конце марки, значит сплав мягкий, отожженный.

Сплавы с небольшим содержанием меди (0,1—0,4%), магния (0,4—1,2%) и кремния (0,3—0,8%). Марки АД-31 и АД-33. В термически упрочненном состоянии (закалка со старением) имеют более высокие показатели предела прочности и текучести.

АД-31 $\sigma_B = 14$ (20) кг/мм^2 $\sigma_T = 7$ (15) кг/мм^2 ,

АД-33 $\sigma_B = 18$ (27) кг/мм^2 $\sigma_T = 11$ (23) кг/мм^2 .

В скобках указаны величины механических характеристик при искусственном старении, при температуре 150°C .

Сплавы с содержанием меди 3,8-4,8% и магния 0,4-0,8% у марки Д-1 и 1,2-1,8% у Д-16 называют дуралюминами. Прочность $\sigma_B = 38$ кг/мм², $\sigma_T = 23$ кг/мм² для Д-1 и $\sigma_B = 43$ кг/мм², $\sigma_T = 33$ кг/мм² для Д-16 после закалки и старения.

По сравнению со сталями алюминиевые сплавы имеют в 3 раза большую упругую деформативность, модуль упругости $E = 0,7 \cdot 10^4$ кг/мм², против $E = 2,1 \cdot 10^4$ кг/мм² у стали. Предел выносливости алюминиевых сплавов в 2,5 раза меньше, а коэффициент линейного расширения в 4 раза больше, чем у стали. Для приближенных расчетов допустимое напряжение для алюминиевых сплавов можно принять с коэффициентом запаса 1,6 от предела текучести.

Сплавы цветных металлов

Латуни — основа сплава медь от 55 до 97% и цинк от 3 до 40% с небольшими добавками алюминия, железа, марганца, олова, свинца. Простая латунь Л-90-90% меди, ~9,5% цинка.

Специальная ЛАЖМц-66-3-2 — 66% меди, 5,5% алюминия, ~3% железа, ~2% марганца, ~23% цинка.

Бронзы — основа из меди с оловом, меди с алюминием, меди со свинцом с добавками цинка, никеля, марганца и других элементов.

БрАЖ9-4 — алюминия ~9%, железа ~4%, остальное медь.

БрОЦ4-3 — олова 4%, цинка 3%, меди (~93%).

БрС30 содержит ~30% свинца и ~70% меди.

В зависимости от термообработки (отжига) бронзы могут быть мягкими и твердыми. От этого зависит в значительной степени их прочность и твердость, достигающие для некоторых бронз уровней прочности и твердости высокопрочных сталей. Бронзы с оловом и свинцом используются для подшипников скольжения.

Подшипниковые сплавы — баббиты

Сплавы олова или свинца с сурьмой и медью.

Баббит марки Б-83 содержит 83% олова, 11% сурьмы, 6% меди.

Баббит БС-6 — 88% свинца, 6% олова, 6% сурьмы, 0,2% меди.

Коэффициент трения подшипниковых сплавов со смазкой $k_f = 0,005$, без смазки $k_f = 0,25-0,28$, т.е. в 50 раз больше.

Влияние легирующих элементов на свойства стали и свариваемость

Марганец (М) — повышает прочность, твердость, при содержании больше 1,5-2,5% ухудшает свариваемость.

Кремний (С) — повышает прочность, твердость, упругость, при содержании >1,0% ухудшает свариваемость.

Хром (Х) — повышает прочность, твердость, ударную вязкость, коррозионную стойкость, снижает свариваемость.

Никель (Н) — повышает прочность, ударную вязкость, немагнитность, коррозионную стойкость, мало влияет на свариваемость (см. стр. 25).

Ванадий (Ф) — повышает твердость, ударную вязкость, усталостную прочность, незначительно влияет на свариваемость.

Молибден (М) — повышает коррозионную стойкость, если более 0,7% увеличивает хрупкость, незначительно влияет на свариваемость.

Медь (Д) — повышает коррозионную стойкость, если более 0,7% увеличивает хрупкость, незначительно влияет на свариваемость, при содержании до 0,5%.

Нобий (Б), титан (Т) — способствуют плотному мелкозернистому строению, улучшают свариваемость.

Азот (А) — в химических соединениях с ванадием, алюминием, титаном образует твердые нитриды, способствует мелкому зерну.

Алюминий (Ю) — раскисляет сталь, способствует мелкому зерну, при азотировании способствует насыщению поверхностного слоя азотом, способствует уменьшению старения стали, повышает ударную вязкость при отрицательных температурах.

Основные структуры стали, компоненты, их свойства и свойства стали

В твердом состоянии сталь является поликристаллическим телом, состоящим из множества кристаллов — зерен.

При содержании углерода до 0,8% сталь, называемая **доэвтектоидной**, состоит из феррита и перлита.

Феррит — почти чистое железо, углерода в нем от 0,006 до 0,02%, мягкий, пластичный.

Перлит — механическая смесь феррита и цементита.

Цементит — химическое соединение Fe_3C , карбид железа с содержанием углерода до 6,67%, твердый, хрупкий.

Перлит имеет промежуточные свойства. Чем в стали меньше углерода, тем меньше перлита. В связи с этим, стали с содержанием углерода **меньше 0,3% считают мягкими**.

Если содержание углерода в пределах от 0,3 до 0,6% — **средней твердости**, а при содержании углерода **более 0,6% — твердыми**.

При содержании углерода в стали 0,8%, сталь представляет собой очень мелкую и равномерную дисперсную смесь кристаллов, образовавшихся при постоянной и самой низкой температуре кристаллизации. Сталь с такой структурой называется **эвтектоидной или перлитной**.

Температура плавления стали как сплава ниже температуры плавления чистого железа и тем ниже, чем больше углерода.

Температура кристаллизации стали с содержанием углерода меньше 0,8% или больше 0,8% в меньшей или большей степени выше, чем для стали с содержанием углерода 0,8%. Соответственно имеют место разные структуры, а потому каждой марке стали соответствует своя температура термообработки, которую строго надо выдерживать.

При нагревании стали от 723°C до 910°C перлит превращается в крупнозернистый **аустенит** и, чем выше нагрев, тем крупнее зерна аустенита, при этом из него выделяется цементит.

При быстром охлаждении нагретой стали в воде получается **твердая, но хрупкая структура мартенсита**, которая при отпуске после закалки переходит в менее твердые, но прочные и упругие структуры **троостита** или более вязкого и пластичного **сорбита**, в зависимости от степени нагрева.

Каждой марке стали соответствует определенная скорость закалки. Чем меньше в стали углерода и легирующих элементов, тем выше должна быть скорость охлаждения, поэтому закалку проводят в холодной воде. Наоборот, чем выше содержание углерода и легирующих элементов, тем скорость охлаждения должна быть ниже. Поэтому охлаждают сталь в масле или, даже, на воздухе. Сталь с содержанием углерода менее 0,2% закалку не принимают.

Излишне высокая температура нагрева при термической обработке (отжиге, нормализации, закалке) может привести к получению крупного зерна аустенита. Крупнозернистой такая сталь окажется и после ее охлаждения.

Такая крупнозернистая сталь называется **перегретой**, а излишне высокая температура — **перегревом**.

Перегретая сталь обладает пониженными механическими свойствами, особенно снижается при этом ударная вязкость.

Если при более высоких температурах имеет место доступ кислорода, то происходит **пережог**, а сталь становится пережженной.

Пережог, в отличие от перегрева стали, порок неустранимый, во избежание пережога наибольший нагрев стали должен быть на 150-200°C ниже температуры плавления, которая, например, для стали Ст15 — 1485°C, пержевающей стали 12Х18Н9Т — 1400°C, железа — 1536°C, а серого чугуна — 1200°C, т. е. очень зависит от содержания углерода и легирующих элементов. Следовательно, не зная химического состава и не имея прибора для замера температуры, нельзя заниматься термообработкой стали.

Термическая обработка стали

Термическую обработку производят для изменения структуры и получения необходимых свойств и механических характеристик.

Отжиг — термическая обработка для получения мелкозернистой перлитной структуры, повышения пластичности, устранения наклепа и внутренних напряжений. Нагрев Ст3-Ст5 до 860-900°C, Ст6-Ст7 до 800-840°C, далее выдержка и медленное (вместе с печью) охлаждение. Зернистый перлит может быть получен длительным нагревом стали при 680-700°C с последующим медленным охлаждением.

Нормализация — нагрев стали до температуры отжига и охлаждение на воздухе для получения более высокой прочности и твердости, чем при отжиге на мелкое зерно.

Закалка — нагрев до 780-950°C, выдержка с последующим охлаждением в воде или в масле для повышения прочности, твердости, износостойкости. Следом за закалкой, как правило, производят **отпуск**.

Каждый тип и марка стали имеют свою температуру закалки и охлаждающую жидкость. Некоторые легированные стали закалывают даже на воздухе.

От времени выдержки стали при высокой температуре и от ее прокаливаемости зависит глубина закаленного слоя.

Дефекты закалки такие как недостаточная твердость, мягкие места, перегрев, коробление, трещины, обезуглероживание в результате окисления в печи — результат неверных технологий и отступления от регламента.

Отпуск — нагрев закаленной стали до температуры не выше 723°C с медленным охлаждением для уменьшения внутренних закалочных напряжений, придания пластичности и вязкости. **Низкий отпуск** — при температуре 150-250°C с медленным охлаждением. Повышает вязкость без снижения твердости. **Средний отпуск** — при температуре 350-450°C для обеспечения высоких упругих свойств при достаточной вязкости, например, для пружин. **Высокий**

отпуск — при температуре 450-650°C снижает закалочные напряжения, дает прочность, вязкость после закалки с высоким отпуском. Высокий отпуск улучшает сталь, повышает ударную вязкость.

Химико-термическая обработка стали

Химико-термическая обработка — это обработка стали с изменением структуры и химического состава в поверхностных слоях, с целью повышения твердости, износостойкости, прочности и коррозионной стойкости.

Виды химико-термической обработки — цементация, азотирование, цианирование, нитроцементация, хромирование, силицирование, алитирование, борирование, цинкование.

Цементация — насыщение поверхностного слоя углеродом до 0,9-1,1% на глубину 0,1-0,2 мм (9-10 мм) при температуре 700-800°C и времени от 1-2 до 20 часов, в твердых карбюризаторах и в 2-3 раза более короткое время в газовых или жидких карбюризаторах.

После охлаждения с упаковкой или без нее выполняют отжиг или нормализацию, или закалку с низким отпуском.

Азотирование — насыщение поверхностного слоя азотом с образованием нитридов в результате длительного нагрева (до 60-70 часов для слоя 0,3-0,4 мм) при температуре 500-530°C с последующим медленным охлаждением (200-300°C в час).

Азотирование применимо для легированных сталей, содержащих **хром, молибден, алюминий**.

Для углеродистых сталей азотирование не годится, в связи с отслаиванием верхнего слоя.

Азотирование **повышает твердость в 1,5 раза** по сравнению с цементацией, не требует последующей закалки, но процесс этот длительный и требующий высокой культуры.

Сталь 38ХМЮА — до HRC > 70.

Цианирование — насыщение азотом и углеродом на глубину 0,1-0,3 мм при температуре 820-850°C в ваннах с цианистыми солями с выдержкой от 10 до 60 минут.

Цианирование имеет большой недостаток — процесс ядовитый и требует дорогостоящих цианистых солей.

Нитроцементация или газовое цианирование в смесях аммиака и цементующего газа при температуре 550-900°С дает более высокую твердость и износостойкость, чем цементация, но процесс длительный, сложный и возможно образование дефектных структур.

Аллитирование — алюминирование деталей типа клапанов двигателей внутреннего сгорания.

Хромирование — насыщение хромом при температуре 900-1100°С для деталей, работающих на износ в агрессивных средах.

Цинкование — для повышения коррозионной стойкости в атмосфере. В зависимости от толщины слоя цинкование выполняют по-разному.

Погружением в расплав цинка при температуре 440-480°С с выдержкой в течение 15-25 секунд для получения слоя 0,02-0,03 мм.

Возможно цинкование в порошке цинка при температуре 350-450°С в течение 1-10 часов для получения слоя 0,03-0,06 мм.

Цинкование в парах цинка и водорода в печи при температуре 700-1000°С для слоя от 0,15-0,2 мм и более.

Цинкование гальваническим способом в отличие от химико-термического способа цинкования, при котором происходит диффузное насыщение цинком поверхностного слоя — менее коррозионностойкое и прочное.

При гальваническом цинковании происходит наводороживание и связанное с ним охрупчивание основного металла, особенно у деталей из сталей высокой прочности. Толщина слоя от 0,01 до 0,06 (0,1) мм, для резьбы толщина слоя цинка 0,01 — 0,02 мм.

Кадмиевое покрытие — по своим защитным свойствам близко к цинковому. Рекомендуется для резьбовых соединений. Имеет более прочное сцепление с основным металлом, чем у цинка. Хорошо выдерживает развальцовку, запрессовку, штамповку, свинчивание.

Толщина слоя кадмия от 0,003 до 0,015 мм. При электрохимическом кадмировании происходит наводороживание и охрупчивание сталей.

Металлизация (напыление) цинком, кадмием, алюминием, бронзой для защиты от коррозии и для декоративных целей при простоте технологии и оборудования имеет недостатки в виде значительной пористости, невысокой рочности сцепления с основным металлом, большие потери напыляемого металла. Толщина слоя за один проход — от 0,04 до 0,08 мм.

Свариваемость сталей, группы свариваемости

В зависимости от качества и надежности сварных соединений и сложности технологии сварки определены 4 группы свариваемости:

I — хорошая — высокое качество соединений без применения особых приемов;

II — удовлетворительная — подбор и строгое выполнение режима, нормальные температурные условия, возможен подогрев и термообработка;

III — предварительный подогрев до сварки и термообработка после сварки, проковка швов и др.;

IV — сложная термическая обработка до и после сварки, отсутствие трещин не гарантируется.

Свариваемость определяется содержанием углерода — С и легирующих элементов — Mn, Si, Cr и т. д.

I группа — С - 0,22-0,25%; III группа — С - 0,4-0,5%;

II группа — С - 0,30-0,40%; IV группа — С - >0,5%

Оценку свариваемости низколегированных сталей производят по углеродному эквиваленту C_e , ГОСТ 27772-88

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2}$$

где С, Mn, Si, Cr, Cu, V, P — массовые доли химических

элементов, %. Если $C_s < 0,4\%$ — сварка без затруднений; если $0,4 < C_s < 0,55\%$ — сварка возможна, с ограничениями; если $C_s > 0,55\%$ — опасность трещин резко возрастает.

К примеру, распределение сталей по группам:

I группа — 09Г2С, 10Г2С1, 10ХСНД, 15ХСНД, 17Г1С, СтЗсп, СтЗсп, Ст20; **II группа** — 15Г2АФДлс, 12ГН2 12ГН2МФАЮ, 12ХГН2МФАЮ, СтЗпс, СтЗсп, Ст30; **III группа** — 40Х, 30ХГСНА; **IV группа** — Ст55, 38ХГН, 45Х.

Электроды для ручной сварки

Для сварки углеродистых, низколегированных и легированных сталей используют типы электродов от Э-42 до Э-85.

К одному типу электродов относятся множество марок, но их все объединяет заявленная в типе электрода прочность наплавленного металла — две цифры после буквы Э в кг/мм². Если Э-50А, то буква А обозначает повышенную пластичность и ударную вязкость сварного шва, для сварки конструкций, работающих на динамику и при отрицательных температурах эксплуатации.

Марка электрода указывается вслед за типом электрода, характеризует тип покрытия (обмазки) и его технологические свойства. Назначение электрода и его свойства указаны в обозначении электрода на этикетке его упаковки в виде длинной дроби с буквами и цифрами. Пояснения и расшифровка даны ниже.

Э50А - УОНИ - 13/55 - Ø - УДИ
Е517 - Б20

Нормальная длина дуги $L = d_{\text{электрода}}$ (3-6 мм), длинная дуга — длиной более 6 мм, короткая менее d_s .

Здесь (числитель) Э50А — тип электрода; УОНИ-13/55 — марка; Ø диаметр, мм; У — назначение; Д — толщина обмазки; 1 — группа качества; (знаменатель) Е — ручная дуговая сварка 51 — σ_B , в кг/мм²; 7 — характеристика относительного удлинения; Б — тип покрытия; 2 — положение

сварного шва в пространстве; 0 — полярность постоянного или направленного переменного тока (по таблице).

Расшифровка обозначений:

У — для сталей с $\sigma_B < 60$ кг/мм², Т — для теплоустойчивых

Л — для легированных сталей с $\sigma_B > 60$ кг/мм²,

В — для высоколегированных, Н — для наплавки,

Д — указывает, что покрытие толстое ($1,45 < D/d < 1,8$, где

D — диаметр электрода с обмазкой, d — диаметр стержня)

М — покрытие тонкое ($D/d = 1,2$),

С — покрытие среднее ($1,2 < D/d < 1,45$),

Г — покрытие особо толстое ($D/d \geq 1,8$), 1 — группа качества (более высокое качество — 2 и 3), 7 — указывает, что относительное удлинение 20%, ударная вязкость 3,5 кгс·м/см² при температуре -60°С.

Всего от 1 до 7 — чем больше цифра, тем выше качество наплаваемого металла.

Б — указывает, что покрытие основного типа, наплавленный металл соответствует спокойной стали,

А — покрытие кислое, наплавленный металл чаще всего соответствует кипящей стали,

Р — покрытие рутиловое — обеспечивает устойчивое горение дуги на переменном токе, более высокое качество шва, чем с покрытием типа А.

Ц — целлюлозное — для защиты дуги, легирующих компонентов не имеет, для сварки стали малых толщин,

Ж — с содержанием свыше 20% железного порошка для повышения производительности,

Цифра 2 — указывает, что можно варить во всех пространственных положениях кроме вертикала сверху вниз; 1 — для всех положений; 3 — кроме вертикала сверху вниз и потолочного; 4 — только нижнее.

Цифра 0 — в конце нижней строки указывает, что варить нужно постоянным током обратной полярности («+» — на электроде). Всего 9 цифр, характеризующих

вид сварочного тока (переменный или постоянный, величина напряжения холостого хода). Например, 6 и 9 — переменный ток, напряжение холостого хода 65-75 вольт.

Тип электрода	Марка электрода	Покрытие	K_H	P_H
Э-42	АНО-5	рутил	11	2,1
	ОМА-2	целлюлоза	8	0,7*
	для сварки, малоответственных конструкций из тонколистовых углеродистых сталей			
Э-42А	АНО-1	рутил+железо	15	3,3
	УОНИ-13/45	основное	8,5	1,3
Э-46	СМ-11	основное	10	1,9
	МР-3М	рутил	8,5	1,7
	ОЗС-4	рутил	9	1,4
Э-46А	ОЗС-3	рутил+железо	15	3,3
Э-50А	УОНИ-13/55К	основное	9,5	1,3
	УОНИ-13/55	основное	9	1,4
	ОЗС-33	основное	9,5	1,9
Э-55	ТМУ-21У	основное	9,5	1,4
	УОНИ-13/55У	основное	9,5	1,8
Э-60	для ванной сварки арматуры Ст5, 25Г2С			
	УОНИ-13/65	основное	9,5	1,4
	ОЗС-24М	основное	9,5	1,4
Э-85	УОНИ-13/85	основное	10,0	1,5
	УОНИ-13/85У	основное	10,0	1,6
		для ванной сварки арматуры 35ГС, 25Г2С, 30ХГ2С и рельсов		

P_H — производительность наплавки при ручной дуговой сварке для диаметра 4,0 мм $P_H = K_H \cdot A / 1000$, кг/час.

K_H — коэффициент наплавки электрода с учетом потерь на угар, разбрызгивание и прибавки, при использовании в обматке железного порошка, $K_H = 7-18$ грамм/Ампер·час.
 A — сила сварочного тока в Амперах; 0,7* для диам. 3,0 мм

Электроды высокой производительности с содержанием в покрытии 50-60% железного порошка и $K_H > 12$ г/А·ч предназначены для сварки в нижнем положении.

Электроды для наплавки зубьев конвейерных экскаваторов, ножей бульдозеров, гидромолотов — тип Э110Х14В13Ф2, марка ВСН-6 и Э90Х4Г2С3Р, марка ОЗН-6 обеспечивают твердость > 52 и > 58 НРС и $K_H = 9,5$ и 11 г/А·ч. Для наплавки деталей машин из углеродистых и низколегированных сталей — электроды Э11ЕЗС, марка ОЗН-300М и Э15Г14С, марка ОЗН-400М, соответственно твердость 330 и 420 НВ, буквы и цифры обозначают хим. элементы и их содержание в % в наплавленном металле.

У электродов с целлюлозным и рутиловым покрытием наиболее стабильное горение дуги, что позволяет варить ими сварщикам невысокой квалификации с использованием простейших сварочных трансформаторов. Они мало чувствительны к образованию пор и допускают сварку влажного, поржавевшего и с окисной металла, имеют малые потери на разбрызгивание, требуют невысокую от 120 до 180°С температуру прокалки, у них легкое отделение шлака в как правило, они допускают возможность сварки на повышенных токах, что обеспечивает более высокую производительность.

Электроды с основным покрытием предназначены для сварки ответственных и особо ответственных конструкций из углеродистых, низколегированных и легированных сталей, они дают направленный металл высокого качества с повышенной стойкостью к образованию горячих трещин, с высокой пластичностью и ударной вязкостью при повышенных температурах, с высоким сопротивлением разрушению при динамических нагрузках.

Для сварки электродами с основным покрытием требуются источники постоянного тока, обязательная прокалка электродов перед сваркой при высокой температуре (250-400°С в течении 1 часа), сварку следует производить

короткой и предельно короткой, до 2,5 мм дугой, на малых токах, по очищенным кромкам, так как эти электроды склонны к образованию пор, при наличии окислы, ржавчины, влаги и масел, а также при удлинении дуги. Сварку должны выполнять сварщики высокой квалификации, без выполнения всех этих требований невозможно получение высоких характеристик и повышенной надежности сварных швов, указанных выше.

Требования по технологии монтажной сварки стальных конструкций мостов изложены в стандарте предприятия СТН 005-97 "Корпорации Трансстрой", где общим правилом является применение электродов с основным покрытием и сварка постоянным током с обратной полярностью (+ на электроде).

Механические свойства сварных соединений

- Предел текучести и временное сопротивление не ниже значений для основного металла
- Максимальная твердость металла, шва и околошовной зоны не выше 350 единиц по Виккерсу (HV)
- Минимальное относительное удлинение металла шва на образцах δ_5 , не менее 16%
- Угол статического загиба образца с поперечным стыком, не менее 80°
- Ударная вязкость на образцах КСУ (с округленным надрезом) при расчетной отрицательной температуре для стыковых соединений не менее 30 Дж/см² (Зкге/м/см²).

Типы и условные обозначения швов сварных соединений на чертежах КМ и КМД.



С - стыковое. В зависимости от подготовки кромок, формы и характеристик швов за буквой следует цифровая индексация от единицы до 45.

Например С4 - односторонний шов без скоса кромок, С18 - односторонний шов со скосом кромок, С29 -

двухсторонний, без скоса. За цифрами через тире следуют: АФ, АФф, АФм, АФмп - соответственно автоматическая сварка под флюсом; на флюсовой подушке; на медной подкладке; тоже с металло-химической присадкой. Если УП (ИП) - полуавтоматическая, в углекислом газе (в смеси защитных газов); если Р - ручная. Пример обозначения С4-АФмп.



Т - тавровое соединение.

Т3-РАК - двухсторонний без скоса кромок, ручная сварка, К - катет шва, мм; Т8 - со скосом 2 кромок, двухсторонний;



Н - нахлесточное соединение.

Н2-УП-ΔК - двухсторонний без скоса; Н1 - односторонний без скоса



У - угловое соединение.

У5-АФ-ΔК - двухсторонний без скоса кромок; У4 - односторонний без скоса; У6 - односторонний, со скосом одной кромки.

Справочно, расход при автоматической сварке встык листов ортотропной плиты толщиной 14 мм: флюса - 2 кг, проволоки - 1,3 кг/м.

Некоторые сведения по сварочному оборудованию.

Аббревиатуры обозначающие различные способы сварки.

MMA - ручная дуговая сварка штучными металлургическими плавящимися электродами с покрытием.

MIG/MAG - механизированная (полуавтоматическая) сварка плавящимся электродом в среде инертного (аргон) или активного защитного газа (углекислый газ)

TIG - сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом в инертном газе - аргоновой сварка

SAW - сварка под флюсом

FCW - сварка порошковой проволокой

АС и DC — переменный и постоянный сварочный ток
СС и CV — падающая и жесткая вольтамперная характеристика.

Источники сварочного тока, назначение и примеры обозначения.

Трансформаторы (сварка дугой переменного тока)

ТДМ-505 — трансформатор (Т) для ручной (ММА) дуговой (Д) сварки с механическим (М) регулированием тока, для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей, с крутопадающей вольтамперной характеристикой, с номинальной силой сварочного тока 500А (50х10), пятой (5) модели, масса 180 кг потребляемая мощность до 40 кВт.

ТДФЖ-1002 — трансформатор для дуговой автоматической сварки сталей под флюсом (Ф) с тиристорным регулированием, с жесткой (Ж) пологопадающей характеристикой, с номинальным током 1000А (100х10), второй модели (2), масса - 500 кг потребляемая мощность до 125 кВт.

Выпрямители (сварка дугой постоянного тока)

ВД-313 — выпрямитель (В) сварочный для дуговой сварки стали способом ММА, с номинальным сварочным током 315А (31х10) третьей модели (3) с механической регулировкой и потребляемой мощностью 21 кВт, масса 100 кг.

ВД-506ДК — выпрямитель для способов сварки ММА, TIG и MIG/MAG с дистанционным тиристорным регулированием сварочного тока, с переключателем крутизны вольтамперных характеристик, имеет возможность подключения приставки для аргоно-дуговой сварки и подающих механизмов для полуавтоматической сварки, потребляемая мощность до 36 кВт, масса 160 кг.

ВДУ-506 — универсальный (У) передвижной выпрямитель с тиристорным управлением, имеет жесткие и падающие внешние характеристики, предназначен для сварки малоуглеродистых низколегированных, среднеуглеродистых и нержавеющей сталей на постоянном токе

способами ММА, MIG/MAG, FCW (порошковой проволокой) и SAW (автоматической под флюсом), сварочный ток 500А при ПВ=60% и 390 при ПВ=100% потребляемая мощность до 40 кВт, масса 300 кг.

ВДУ-1202 — универсальный стационарный тиристорный выпрямитель для автоматической сварки под флюсом и в среде углекислого газа, номинальный сварочный ток — 1250 А при ПВ=100%, потребляемая мощность до 120 кВт (95 кВт при ПВ 60%), масса 500 кг (450 кг).

V350-PRO LINCOLN ELECTRIC — сварочный инвертор — электронный аппарат без силового трансформатора для способов сварки ММА, MAG, TIG с диапазоном постоянного сварочного тока от 5 до 425А с широким спектром вольтамперных характеристик от крутопадающей до возрастающей, с высокой стабильностью дуги и низкой пульсацией выпрямленного тока, масса 35 кг, потребляемая мощность до 14 кВт.

Отличительные особенности источников сварочного тока.

Трансформаторы — наиболее простые и дешевые из сварочных аппаратов для сварки обычных строительных сталей дугой переменного тока.

Выпрямители — аппараты постоянного тока, дороже трансформаторов в 2-2,5 раза, но они обеспечивают получение сварных соединений более высокого качества с меньшими потерями на разбрызгивание, позволяют варить высоколегированные стали, чугун и цветные металлы и имеют ряд других достоинств по сравнению с трансформаторами.

Еще более высокое качество сварных соединений, в меньшей степени зависящее от квалификации и мастерства сварщика, обеспечивают **сварочные инверторы**, при этом их масса меньше массы трансформаторов и выпрямителей в 5 раз и более, потребляемая мощность ниже в 1,5-2 раза и

благодаря работе электроники красивые швы отличного качества (швы с гладкой или мелкошершавчатой поверхностью) с плавным переходом к основному металлу, без наплывов, несплавлений, без кратеров, подрезов и пор) может выполнить профессионал средней квалификации.

Для выполнения ответственных сварных соединений необходимо иметь стабильную частоту тока 50 Гц и стабильное напряжение 380 В +/- 5%, для чего, как правило, сварочный участок должен иметь отдельную от остальных потребителей линию или использовать отдельную электростанцию.

Профессиональная подготовка специалистов сварочного производства для работы на объектах поднадзорных Госгортехнадзору России.

Установлено четыре уровня профессиональной подготовки специалистов аттестуемых согласно системы аттестации сварщиков (САСв) ПБ 03-273-99.

1 Аттестованный сварщик — непосредственный исполнитель, имеющий как правило среднее образование и специальную подготовку в профтехучилище, стаж работы по специальности не менее 12 месяцев и разряд не ниже третьего.

2 Аттестованный мастер-сварщик — специалист, который дает задание и контролирует работу сварщиков, имеющий как правило, среднее техническое образование по сварочному производству и стаж работы не менее 9 месяцев (при среднем образовании, стаж работы на сварке не менее 36 месяцев)

3 Аттестованный технолог-сварщик — специалист определяющий технологию сварочных работ, имеющий высшее или среднее техническое образование и стаж работы аттестованным мастером-сварщиком не менее 12 месяцев

4 Аттестованный инженер-сварщик — руководитель службы сварки, имеющий высшее техническое образование по сварочному производству и стаж работы аттестованным технологом-сварщиком — 12 месяцев

В ОАО "Мостотрест" главные сварщики мостотрядов, выполняющих сварку конструкций стальных мостов, должны иметь не ниже чем 3 уровень профессиональной подготовки. Мастера и прорабы сварочных работ — 2 уровень, срок перааттестации этих специалистов — 3 года, аттестованных сварщиков — 2 года.

Определение прочности сталей по испытанию на твердость

Прочность (σ_B) для большинства сталей с достаточной точностью можно определить по формуле:

$$\sigma_B \approx 0,35 \cdot HB \text{ кг/мм}^2$$

где HB — число твердости по Бринеллю, получаемое от деления нагрузки на площадь сферической поверхности от вдавливания шарика.

Прочность очень прочных металлов при HB > 450 определяют по проникновению алмазного конуса (способ Роквелла — HRC) или по площади квадратного отпечатка от вдавливания алмазной пирамиды (по Виккерсу — HV).

Соотношение между числами твердости для перевода их в число твердости HB приведены в таблице:

HB	207	235	269	306	352	405	461	508	533
HRC	18	23	28	33	38	43	48	52	54
HV	207	235	271	311	364	429	505	577	618
HB	559	597	611	625	641	655	671	688	706
HRC	56	59	60	61	62	63	64	65	66
HV	662	739	771	801	837	870	911	951	999

HRC 50-52 проволока канатов 15K-7

HRC 55-60 детали штампов

HRC 59-63 конуса анкеров канатов K-7Ø15mm

HRC 61-65 сверла, фреза, метчики, плашки.

Стали для строительных металлоконструкций

По ГОСТ-27772-88 стали для строительных металлоконструкций индексируются:

C235, C245, C255, C275, C285, C345, C345К, C375, C390, C390К, C440, C590, C590К; где буква С обозначает — сталь строительная, а последующие цифры — значение предела текучести в МПа. Буква К — вариант химического состава.

Кроме того, могут быть использованы буквы: Т — термически улучшенная, Д — с повышенным содержанием меди, для улучшения коррозионной стойкости.

Для перевода МПа в кгс/мм² следует умножить на 0,0981 и получить значения предела текучести 23, 25, 28, 33, 40, 45, 60 по прежней индексации.

До введения ГОСТ-27772-88 строительные стали были разделены на классы С 38/23, С 44/29, С 46/33, С 52/40, С 60/45, С 70/60, С 85/75, где в числителе указывается временное сопротивление, а в знаменателе — предел текучести. Каждому классу соответствовала определенная марка стали. Предложенная ГОСТом 1988 года индексация сталей упростила написание, но обезличила их, лишила наглядной полезной информации о химическом составе для оценки и анализа их свойств. В нижеприведенной таблице представлены конструкционные стали различного назначения с прежней индексацией. Сложный состав приведен в познавательных целях.

Пример стали С345 — сталь 10Г2С1, С375 — сталь 17Г1С, С390 — 10ХСНД, С440 — 18Г2АФДлс, С590 — 12ГН2МФАЮ.

Строительные стали условно делятся на стали обычной ($\sigma_T < 290$ МПа), повышенной ($290 < \sigma_T < 440$ МПа) и высокой ($\sigma_T > 440$ МПа) прочности. Повышенную прочность имеют термически упрочненные малоуглеродистые, низколегированные горячекатаные стали С345, С375 и нормализованная С390. Сталь высокой прочности С440 поставляется как нормализованной, так и улучшенной (закалка с высоким отпускком). С590 — только после закалки с высоким отпускком.

Таблица механических характеристик сталей

Марки стали	Углерод, сотые %	в кгс/мм ²		δ %	НВ	а _с кгс/см	в кгс/мм ²	
		σ_B	σ_T				[σ_0]	[σ_H]
ВСт3сп5	14-22	38-49	24	25	131	3	17	18
Ст16Д	10-18	38-52	24	26		3,4	17	18
Ст15	12-19	38	23	27	149		16,5	17
Ст20	17-24	42	25	21	163		18	18,5
ВСт3сп4	28-37	50-64	28	19	170		20	21
Ст30	27-35	50	30	21	179	8*	21,5	22,5
Ст40	37-45	58	34	19	217	6*	24	25,5
Ст40Х	36-44	100	80	10	221	6	44	46
Ст40Х селект	37-42	>110	сужено содержание углерода					
30ХГСА	27-34	165	140	9	255	6	78	82
09Г2С	<12	48	33	21		3,5	23	24,5
10Г2С1	<12	49	34	21		3	24	25,5
15ХСНД	12-18	50	35	21		3,9	25	26,5
17Г1С	15-20	52	36	23		3,9	26	27
10ХСНД	<12	54	40	19		4,9	28,5	30
15Г2АФДлс	12-18	55	40	19		3,9	28,5	30
18Г2АФДлс	14-22	60	45	19		1,9	32	33,5
12ГН2МФАЮ	09-16	70-85	60-70	14		3,5	42,5	44,5
12ХГН2МФАЮ	09-16	85-93	75-87	12		3,5	53,5	56

Модуль упругости стального проката и лития $E=2,1 \cdot 10^6$ кгс/см²

В таблице механические характеристики даны для проката толщиной до 25 мм, а_п — ударная вязкость в кгс·м/см² (1 кгс·м/см²=10 Дж/см²) дана для низколегированных сталей при t=-40°С, для Ст3 и Ст16Д при t=-20°С,

* — при t=+20°С. В таблице приведены допускаемые напряжения [σ_0] и [σ_H], а не расчетные сопротивления (обоснование см. на стр. 62).

Допускаемые напряжения изгиба $[\sigma_{и}]$, смятия $[\sigma_{см}]$, среза $[\tau_{ср}]$ следует определять умножением допускаемого напряжения растяжения (сжатия) $[\sigma_0]$ на указанные коэффициенты: $[\sigma_{и}] = 1,05[\sigma_0]$; $[\tau_{ср}] = 0,58[\sigma_0]$

Смятие торцевой поверхности при плотной подгонке:

$$[\sigma_{см}]_m = 1,05[\sigma_0]$$

Смятие цилиндрических тел при плотном касании:

$$[\sigma_{см}]_н = 0,75[\sigma_0]$$

Марки 12ГН2МФАЮ и 12ХГН2МФАЮ — закалено-отпущенные экономно легированные стали высокой прочности для сварных конструкций северного исполнения в прокате толщиной от 16 до 40 мм.

Отечественные атмосферостойкие низколегированные стали, не требующие защитных лакокрасочных покрытий.

Типа зарубежного Кор-Тен А, марка 10ХНДП в прокате толщиной не свыше 9-12 мм для статической нагрузки. Содержание меди ~0,5%, фосфора ~0,1%.

Типа Кор-Тен Б, марка 12ХГДАФ для сварных конструкций северного исполнения, работающих на динамическую нагрузку в листовом варианте толщиной от 12 до 50 мм.

Сортамент стального проката

Сортамент — перечень изделий из стального проката с указанием размеров, массы, геометрических характеристик.

Стальной прокат подразделяется на виды: листовый и профильный. Профильный — на сортовой и фасонный.

Виды листового проката:

Тонкий лист — толщиной до 4 мм.

Толстый лист — толщиной от 4 до 160 мм, шириной до 2500 (3800) мм.

Лист-универсал — толщиной от 6 до 60 мм, шириной от 200 до 1050 мм.

Рифленый лист — толщиной 2,5-8 мм.

Просечно-вытяжная сталь — толщиной 4, 5, 6 мм.

Заказные толщины толстого листа: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14; 16, 18; 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 50, 80, 100, 120, 140, 160.

Длина толстого листа — от 4 до 12 м.

Длина листа-универсала — от 5 до 12 м.

Виды сортового проката:

Круг — диаметром до 250 мм, квадрат — сечением до 200x200 мм, полоса толщиной до 60 и шириной до 200 мм, шестигранник.

Виды фасонного проката:

Швеллер, двутавр, уголок, шунт, вторичные гнутые и сварные профили.

Двутавры пяти видов:

1. Обыкновенный с уклоном внутренних граней полок, высотой h от 100 до 600 мм, с отношением толщины стенки и высоты $S/h = 1/55$, уклон полок 1:12.

2. Нормальный с параллельными гранями полок, тип Б, высотой до 1000 мм.

3. Широкополочный, тип Ш, h до 1000 мм, с уширенными, по сравнению с типом Б, полками.

4. Колонный, тип К, с соотношением ширины полок и высоты двутавра 1/1.

5. Тип М — для подвесных кранов и монорельсов тельферов с угольниками полками и стенкой, высотой от 180 до 450 мм.

Колонные двутавры Никитетальского комбината по СТО-АСЧМ20-93, тип К2

N	Вес кг/м	B	S	t	F см ²	I _x см ⁴	W _x см ³	I _y см ⁴	W _y см ³	i _x	i _y
										см	
20	49,9	200	8	12	63,53	4716	471,6	1601,4	160,1	8,62	5,02
25	72,4	250	9	14	92,18	10833	866,6	3648,6	291,9	10,84	6,29
30	94	300	10	15	119,8	20411	1360,7	6754,5	450,3	13,05	7,51
40	171,7	400	13	21	218,7	66623	3331,2	22412	1120,6	17,45	10,12

Швеллера по ГОСТ 8240-93

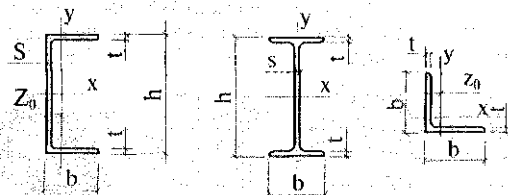
N	Вес, кг/м	в мм			F, см ²	J _x , см ⁴	W _x , см ³	J _y , см ⁴	W _y , см ³	в см		
		b	s	t						i _x	i _y	z ₀
10	8,6	46	4,5	7,6	10,9	174	34,8	20,4	6,46	3,99	1,37	1,44
12	10,4	52	4,8	7,8	13,3	304	50,6	31,2	8,52	4,78	1,53	1,54
16	14,2	64	5	8,4	18,1	747	93,4	63,3	13,8	6,42	1,87	1,8
20	18,4	76	5,2	9,5	23,4	1520	152	113	20,5	8,07	2,2	2,07
24	24	90	5,6	10	30,6	2900	242	208	31,6	9,73	2,6	2,42
27	27,7	95	6	10,5	35,2	4160	308	262	37,3	10,9	2,73	2,43
30	31,8	100	6,5	11	40,5	5810	387	327	43,6	12,0	2,84	2,52
40	48,3	115	8	13,5	61,5	15220	761	642	73,4	15,7	3,23	2,75

z₀ — расстояние до центра тяжести от наружной грани швеллера. Уклон граней швеллеров и двутавров не более 10%.

Двутавры нормальные с параллельными гранями полок по ГОСТ 26020-83, тип Б2

N	Вес, кг/м	в мм			F, см ²	J _x , см ⁴	W _x , см ³	J _y , см ⁴	W _y , см ³	в см	
		b	s	t						i _x	i _y
16	15,8	82	5	7,4	20,09	869	108,7	68,3	16,6	6,58	1,84
20	22,4	100	5,6	8,5	28,49	1943	194,3	142,3	28,5	8,26	2,23
26	31,2	120	6	10	39,7	4654	356,6	288,8	48,1	10,83	2,7
30	36,6	140	6	10	46,67	7293	486,2	458,6	65,5	12,5	3,13
45	67,5	180	8,4	13	85,96	28870	1291,9	1269	141	18,32	3,84
55	97	220	10	15,5	124,75	62790	2296	2760	250,9	22,43	4,7
60	116	230	11	17,5	147	87640	2936	3561	310	24,39	4,92
70	144,2	260	12,5	18,5	183,6	145912	4187	5437	418,3	28,2	5,44
80	178	280	14	20,5	226,6	232200	5820	7527	537,6	32	5,76
90	214	300	15,5	22	272,4	349200	7760	9943	662,8	35,8	6,04
100	258	320	17	25	328,9	516400	10350	13710	856,9	39,6	6,46

Высота двутавра Б-2 равна его номеру, умноженному на 10, минус 1-3 мм, для типа Б-1 — из произведения номера на 10 вычесть 4-10 мм.



F — площадь сечения,
J — момент инерции,
W — момент сопротивления,
i — радиус инерции.

Уголки равнополочные по ГОСТ 8509-93

N	Вес, кг/м	b, мм	t, мм	F, см ²	J _x , см ⁴	i _x , см	z ₀ , см
50	3,77	50	5	4,8	11,2	1,53	1,42
63	5,72	63	6	7,28	27,1	1,93	1,78
75	9,02	75	8	11,5	59,8	2,28	2,15
100	12,25	100	8	15,6	147,2	3,07	2,75
	15,1	100	10	19,2	179	3,05	2,83
	15,5	125	8	19,7	294	3,87	3,36
125	19,1	125	10	24,3	360	3,85	3,45
	22,7	125	12	28,9	422	3,82	3,53
140	21,4	140	10	27,3	512	4,33	3,82
	25,5	140	12	32,5	602	4,31	3,90
160	34,0	160	14	43,3	1046	4,92	4,47
	38,5	160	16	49,1	1175	4,89	4,55
200	60,1	200	20	76,5	2871	6,12	5,70

b — ширина полки, t — толщина полки, z₀ — расстояние от центра тяжести до наружной грани.

Трубы общего назначения

диаметром от 76 до 351 мм по ГОСТ 8732-78,
диаметром от 426 до 1420 мм по ГОСТ 10704-76(91)

D, мм	t, мм	F, см ²	J, см ⁴	W, см ³	i, см	Вес, кг	Прим.
76	5	11,1	70,6	18,6	2,52	8,75	БШ
102	6	18,1	209	41	3,4	14,21	БШ
168	8	40,2	1290	153	5,66	31,57	БШ
194	8	46,7	2024	209	6,58	36,7	БШ
219	8	53	2956	270	7,47	41,6	БШ
245	8	59,6	4188	342	8,38	46,76	БШ
273	8	66,6	5853	429	9,37	52,28	БШ
325	8	79,7	10010	616	11,2	62,54	БШ
351	10	107	15580	888	12,1	84,1	БШ
426	10	130,7	28290	1328	14,7	102,6	ЭП
530	10	163,3	55209	2083	18,39	128,2	ЭП
630	10	195	93640	2973	21,9	152,9	ЭП
720	10	223	140600	3906	25,1	175,1	ЭП
820	10	254	208800	5092	28,7	199,8	ЭП
920	12	342	352900	7672	32,1	268,7	ЭП
1020	12	380	482830	9467	35,6	298,3	ЭП
1220	12	455	831200	13630	42,7	357,3	ЭП
1420	14	618	1529000	21540	49,7	485,4	ЭП

БШ — бесшовные.

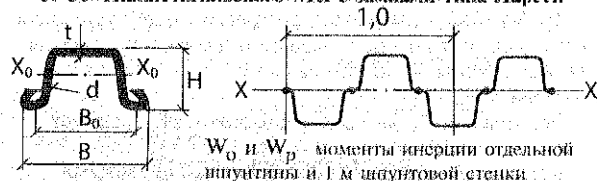
ЭП — электросварные прямошовные.

Для промежуточных значений наружного диаметра D в см и толщины стенки t в см момент инерции и радиус инерции определяют по формулам:

$$J = 0,04906 \cdot (D^4 - d^4), \quad i = 0,354 \cdot (D - d)$$

где d — внутренний диаметр трубы

Геометрические характеристики и вес стального шпунта типа Ларсен IV и V Днепродзержинского завода и шпунт Л-5У Нижнетагильского МК с замками типа Ларсен



Тип шпунта	F см ²	G кг/м	t мм	d мм	B0 мм	B мм	H мм	W0 см ³	Wp см ³
Л-IV	94,3	74	14,8	11	400	436	204	405	2200
Л-V	127,6	100	21	13	420	466	196	460	2960
Л5-У	145	114	22	11	500	543	238	625	3550

Рельсы железнодорожные

№	H мм	B мм	b мм	Jx4 см ⁴	Wx1 см ³	Wx2 см ³	y1 см	y2 см	S мм
P-38	135	114	68	1222	181	182	6,78	6,72	13
P-43	140	114	70	1472	206	214,5	7,14	6,86	14,5
P-50	152	132	72	2037	251	287	8,1	7,1	16
P-65	180	150	75	3540	358	435	9,87	8,13	18

B — ширина подошвы, b — ширина головки, S — толщина шейки, y1 — расстояние от н.т. до головки, y2 — расстояние от н.т. до подошвы.

Химический состав стали P-43, P-50 и P-65:

Углерод — 0,6-0,8%, марганец — 0,6-1,05%, кремний — 0,13-0,24%. Предел прочности $\sigma_B = 80-84$ кг/мм².

Шероховатость поверхностей — чистота обработки

Шероховатость поверхностей — совокупность микро-неровностей на поверхности детали.

Требования к шероховатости поверхностей устанавливаются исходя из функционального назначения изделия для обеспечения заданного качества, если в этом есть необходимость.

Установлено 14 классов шероховатости — классов чистоты обработки.

Классы шероховатости определяются числовыми значениями R_a и R_z на базовых длинах.

R_z — средняя высота неровностей в мкм по 10 точкам на длине 2,5-8 мм;

R_a — среднearифметическое отклонение профиля в микронах на длине 0,25-0,8 мм.

Параметры шероховатостей в мкм с 1 по 12 класс

класс	R_z	класс	R_a
1	160-320	6	1,25-2,5
2	80-160	7	0,63-1,25
3	40-80	8	0,32-0,63
4	20-40	9	0,16-0,32
5	10-20	10	0,08-0,16
		11	0,04-0,08
		12	0,02-0,04

Класс шероховатостей по видам механической обработки

Точение

обдирочное — 1-4 кл.
чистовое — 3-7 кл.
тонкое — 7-9 кл.

Фрезерование

черновое — 2-4 кл.
чистовое — 5-7 кл.
тонко — 7-8 кл.

Строгание

черновое — 1-4 кл.
чистовое — 3-7 кл.
тонкое — 7-8 кл.

Шлифование

предварительное — 6-7 кл.
чистовое — 8-9 кл.
тонкое — 9-10 кл.

Слесарная опиловка напильником

с крупной насечкой — 3-4 кл.

с мелкой насечкой — 5-7 кл.

Полирование, суперфиниширование — 9-13 кл.

Примеры чистоты обработки поверхностей

1 класс	R_z 160-320 мкм	нерабочие контуры деталей, не подвергающиеся механической обработке, поверхности штифтов
2 класс	R_z 80-160 мкм	разделка кромок под сварку, газовая резка автоматом
5 класс	R_z 10-20 мкм	поверхность втулок, ступиц, присоединяемых к другим поверхностям, но не посадочным
8 класс	R_a 0,63 мкм	поверхность зеркала цилиндров гидромоторов с манжетами из резины
9 класс	R_a 0,32 мкм	поверхность зеркала цилиндров, работающих с поршневыми кодыдами
12 класс	R_a 0,04 мкм	зеркальные валики координатно-расточных станков, полированные поверхности оптических деталей

Условные обозначения шероховатости

— Указан параметр шероховатости, вид обработки не установлен;

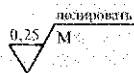


— Символ R_a в параметрах не ставят, указана обработка с удалением слоя металла (точение, строгание, фрезерование, шлифование);



— Шероховатость поверхности без удаления слоя металла (после литья, штамповки, проката);





— Дано указание вида обработки поверхности. (могут быть другие указания).

Буквой задано направление неровностей:

М — произвольное, С — кругообразное,

X — пересекающиеся в двух направлениях,

— — параллельные линии.

Измерение шероховатости производят прибором профилографом-профилометром, но более простой и доступный способ оценки чистоты обработки заключается в визуальном сравнении поверхности детали с тарифованными образцами, каждый из которых содержит набор из 4 пластин, обработанных по смежным классам шероховатости.

Основы термической правки стальных конструкций

Коэффициент линейного расширения строительных сталей $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$ для интервала температур от 0°C до 100°C , с повышением температуры он возрастает и для интервала $0^\circ\text{C} - 700^\circ\text{C} = 1,47 \cdot 10^{-5}$. Предел текучести наоборот уменьшается и при 800°C равен 0. При термической правке корабельных деталей (конструкций) путем местного нагрева газокислородным пламенем до $650^\circ\text{C} - 850^\circ\text{C}$ в условиях несвободного расширения, происходит осадка нагретого участка, который остывая натягивается (так как после осадки он укоротился), что приводит к выправке детали. Температура правки не более 700°C для термопрочнейших сталей и не более 850°C для остальных.

Цвета калиения при нагреве: темно-красный — $650 - 730^\circ\text{C}$, темно-вишнево-красный — $730 - 770^\circ\text{C}$, вишнево-красный — $700 - 800^\circ\text{C}$, светло-вишнево-красный — $800 - 830^\circ\text{C}$. Чем толще металл, тем нужна выше температура нагрева.

Не следует производить повторную правку одних и тех же участков более трех раз и не охлаждать нагретый металл водой. При необходимости термической правкой можно создавать стронительный подъем балок.

Материалы для железобетонных конструкций

Арматурные стали в виде стержней, проволоки, канатов (прядей), в виде фибры (короткие отрезки проволоки диаметром от 0,3 до 1,6 мм и длиной от 30 до 180 мм) для дисперсного армирования.

Стержневая арматура обозначается буквой А, проволоочная — В, канатная — К.

Канаты К-7 для мостовых конструкций из шести проволок диаметром 5 мм и центральной диаметром 5,2 мм из стали марок Ст70-Ст85.

Условный диаметр К-7 — 15, номинальный — 15,2 мм.

Площадь сечения проволок — 139 мм², вес — 1,099 кг/м.

Разрывное усилие — 23600 кгс, $\sigma_{вр} = 170$ кгс/мм².

$\sigma_{0,2} = 144$ кгс/мм², $\delta_5 = 4\%$, $E_{II} = 1,8 \cdot 10^6$ кгс/см².

$\sigma_{0,2}$ — условный предел текучести.

Механические характеристики стержневой аппаратуры

Клас-сы	Марки стали	в кгс/мм ²						δ_5 %	Загиб, угол, оправки	Примеча-ние см. ниже
		$\sigma_{тп}$	$\sigma_{т}$	$E \times 10^4$	Ra	[Ra]	[Ra]			
А-I	Ст3пс	38	24	2,1	21	19	25	180° 0,5d	-40 СТ	
	СтЗен2	38	24	2,1	21	19	25	180° 0,5d	-70 СТ+Д	
А-II	Ст5сп	50	30	2,1	27	24	19	180° 3d	-30 СТ+Д	
	18Г2С	50	30	2,1	27	24	19	180° 3d	-55 СТ+Д	
А-III	10ГТ	45	30	2,1	27	24	25	180° 1d	-70 СТ+Д	
А-III	35ГС	60	40	2,0	34	30	14	90° 3d	-30 СТ	
	25Г2С	60	40	2,0	34	30	14	90° 3d	-40 СТ+Д	
А-IV	20ХГ2Ц	90	60	1,9	52	45	6	45° 5d	-40 СТ+Д	
А-V	23Х2Г2Т	105	80	1,9	69	60	7	45° 5d	-40 СТ+Д	

Арматурную сталь подразделяют на классы А240(А-I), А300(А-II), А400(А-III), А600(А-IV), А800(А-V), А1000(А-VI), где цифры после индекса А соответствуют пределу текучести в МПа.

Обозначения в таблице:

-40 СТ (-30 СТ) — допускается использовать на статическую нагрузку при температуре -40°С (-30°С).

-70 СТ+Д — допускается использовать на статическую и динамическую нагрузки при t -70°С.

[R_a] — расчетное сопротивление арматуры для упругих расчетов см. ниже.

Модуль упругости арматуры:

Класса А-I и А-II — $E_a = 2,1 \cdot 10^6$ кгс/см²,

Класса А-III — $E_a = 2,0 \cdot 10^6$ кгс/см².

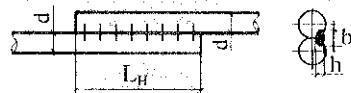
Наружный и внутренний диаметры арматуры период. профиля, расчетная площадь и погонный вес.

Номер или расчет. диаметр	Диаметр по впадинам, мм	Диаметр по выступам, мм	Расчетн. площадь, см ²	Вес, кг/м
8	7,5	9	0,503	0,395
10	9,3	11,3	0,785	0,617
12	11	13,5	1,13	0,888
14	13	15,5	1,54	1,21
16	15	18	2,01	1,58
18	17	20	2,54	2,0
20	19	22	3,14	2,47
22	21	24	3,80	2,98
25	24	27	4,91	3,85
28	26,5	30,5	6,16	4,83
32	30,5	34,5	8,04	6,31
36	34,5	39,5	10,18	7,99
40	38,5	43,5	12,57	9,87
50	48	54	19,63	15,41

Новые арматурные стали классов А 400С — можно применять взамен А-III; А 500С — взамен А-IIIС: они обладают удлиненной свариваемостью и пластичностью, повышенной вязкостью.

Сварные стыки арматуры

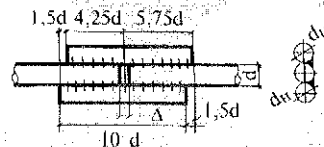
Стык в нахлестку табл. 14 ГОСТ 14098-91



$L_H = 6d$ для А240 $d=10-40$ мм, $L_H=8d$ -А300-400 $d=10-25$ мм

$L_H = 10d$ -А600 $d=10-18$ мм, $b=0,5d$, но >8 мм, $h=0,25d$ но >4

Стык со смещенными парными накладками по ГОСТ 14098-91 и п.3.160* СНиП 2.05.03-84*



Для арматуры А240, А300, А400 диаметром 10-40 мм.

Для статической нагрузки допускается стык без смещения накладок. Площадь парных накладок должна быть не менее 1,5 площади стыкуемого стержня для А240, А300 и не менее 2 площади для А400, А600. Ширина шва $b=0,5d$, но не менее 8(10) мм, толщина шва $h=0,25d$, но не менее 4 мм. Зазор Δ не менее 10мм и не более 0,5d.

Ванно-шовный стык на удлиненной скобе для мостовых конструкций



$a = 20-25$ мм
 $b = 5-8$ мм

Толщина скобы для $d=20-25$ мм — $t=6$ мм, для $d=28-36$ — $t=8$ мм. Зазор Δ должен быть не менее 1,5 диаметра электрода с покрытием (12 мм), но не более 0,8d. Сварку выполнять электродами Э-55 марки УОНИ-13/55У.

Классы, марки бетона, механические характеристики

Класс бетона — гарантированная в 95 случаях из 100 прочность бетона, равная кубиковой прочности — марке бетона в МПа, умноженной на коэффициент надежности (запаса) 0,778, соответствующий установленному нормативному коэффициенту вариации 13,5%.

Классы	B15	B20	B22,5	B27,5	B30	B35	B40	B45
Марки*	200	250	300	350	400	450	500	600
$E_n \cdot 10^5$	2,4	2,65	2,9	3,1	3,3	3,45	3,6	3,8
$R_{пр}''$	11,5	14,5	17,0	20,0	22,5	25,5	28,0	32,0
$R_{пр}, m_{б1}=1$	9,0	11,0	13,5	15,5	17,5	19,5	21,5	24,5
R_0	7,0	8,5	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5	18,5
R_H	8,5	10,5	12,5	14,5	16,0	18,0	20,0	22,0
R_p	6,5	8	9,5	10,5	11	11,5	12,5	13,5

*ближайшие марки, соответствующие классам бетона.

E_n — начальный модуль упругости, $(2,4-3,8) \cdot 10^5$ кгс/см², бетона естественного твердения, для бетона, прошедшего тепловую обработку, E_n на 10-11% меньше указанных в таблице значений.

$R_{пр}''$ — нормативное сопротивление осевому сжатию призм — призмчатая прочность $R_{пр}'' = B(0,77-0,001B)$, где B — класс бетона в МПа.

Марка бетона определяется на кубах размером 15x15x15 см, если кубы 10x10x10 см, то R_0 умножают на 0,95.

$R_{пр}$ — расчетное сопротивление осевому сжатию для расчетов по несущей способности с коэффициентом безопасности

по бетону $k_{бс}=1,3$ от $R_{пр}''$ при коэффициенте условий работы бетона $m_{б1}=1,0$. При неблагоприятных условиях для нарастания прочности бетона и действия длительных постоянных и временных нагрузок, табличные значения $R_{пр}$ умножить на $m_{б1}=0,85$.

R_0, R_H, R_p — расчетное сопротивление бетона при осевом сжатии, изгибе и осевом растяжении для упрощенных ориентировочных и проверочных расчетов:

$$R_0 = R_{пр} \cdot 0,85 \cdot 0,9 \quad R_H = 1,2 R_0$$

Плотность бетона — 2400 кг/м³.

Плотность железобетона при содержании арматуры до 2% — 2500 кг/м³.

Коэффициент линейного расширения — $1 \cdot 10^{-5}$.

Марка бетона мостовых сооружений и конструкций по морозостойкости $F=300$, кроме бетона заполнения ($F=200$) и блоков облицовки ($F=400$), при среднемесячных зимних температурах ниже -20°C . Для температур от -10°C до -20°C соответственно марки бетона по морозостойкости на 100 ниже, кроме железобетонных конструкций в зоне переменного уровня воды.

С 1997 г. на объектах Московской кольцевой автодороги и г.Москвы для мостового полотна, карнизных, тротуарных, бордюрных блоков и лестничных сходов установлены повышенные требования морозостойкости — $F300$ в солях, как для дорожных и аэродромных покрытий (испытания в 5% растворе хлористого натрия и снижение прочности не более 5%).

Водонепроницаемость незащищенных поверхностей принята — $W10$, для остальных — $W8$ (W — давление воды в кгс/см² на поверхности образца толщиной 150 мм при отсутствии просачивания).

Сосна, ель	120	85	110	16	20	28	40	10/20
Береза	120	85	110	24	30	42	60	12/24
Дуб	150	110	140	32	48	60	80	16/28

Данные таблицы можно использовать для расчетов временных сооружений, строительных конструкций и погрузо-разгрузочных работ.

$\sigma_{и}$, $\sigma_{р}$, $\sigma_{с}$, $\sigma_{см}$ — допускаемые напряжения при изгибе, растяжении, сжатии, смятии вдоль волокон в кгс/см².

$\sigma_{с90}$, $\sigma_{см90}$ — допускаемое напряжение при сжатии и смятии поперек волокон по всей поверхности, кгс/см².

$\sigma_{см90} > 10$ см и $\sigma_{см90} < 10$ см — допускаемые напряжения смятия поперек волокон на части длины при длине свободного конца не менее длины площадки смятия и толщины элемента, при длине площадки смятия вдоль волокон больше или меньше 10 см.

$\sigma_{ск}$ — допускаемое напряжение на скалывание вдоль волокон, в числителе — в соединениях на врубках и шпонках, в знаменателе — наибольшее при изгибе.

$E_0 = 0,85 \cdot 10^5$ кгс/см² — модуль упругости дерева на сжатие, растяжение вдоль волокон и при изгибе, для всех пород дерева.

$\alpha = 0,3 \cdot 10^{-5}$ — коэф. линейного расширения вдоль волокон.

Плотность воздушно-сухой древесины сосны и ели — 0,6 тс/м³, дуба — 0,8 тс/м³.

Механические характеристики в таблице предназначены для полусухого леса с влажностью 18-23 %, для воздушно-сухого с влажностью 15-18% их следует увеличить на $K=1,1$, для сырого леса с влажностью более 25% вводить понижающий коэффициент $K=0,85(0,8)$. Влажность свежесрубленного леса >35%.

d, мм	l, мм	C, см	T ₁ , кгс	S, мм
3	80	3	27	50-75
3,5	90	3,5	36	60-90
4	100-120	4	48	65-100
5	120-150	5	75	80-125
6	150-200	6	108	90-150
8	250	8	192	120-200

d — диаметр гвоздя, l — длина гвоздя, C — толщина пробиваемой доски или бруска, T₁ — допускаемое усилие на гвоздь по срезу, S — расстояние между гвоздями вдоль волокон, при этом от конца доски до первого гвоздя 60-90 мм, от края доски — 30 мм.

Допускаемое усилие на 1 растянутый строительный болт (тяж) из стали Ст3 (Ст20) при допускаемом напряжении на растяжение — 1400 кг/см², с учетом ослабления резьбой.

Диаметр болта, мм	14	16	18	20	22	24	27	30
N, тс	1,5	2,1	2,5	3,3	4	4,7	6,2	7,5
под ключ	22	24	27	30	32	36	41	46
Размер описан. окружн	24,5	26,5	30	33,5	37	40	45,5	51
высота гайки	11	13	15	16	18	19	22	24

Внутренний диаметр резьбы (ослабление) можно определить по замеру шага резьбы $S \cdot d_1 = d - 1,0825 \cdot S$

Для крепежных резьб шаг резьбы принят для М14-16 S=2 мм, М18-22 S=2,5 мм, М24-27 S=3 мм, М30 S=3,5

Более подробно по резьбовым соединениям см. на стр. 263.

Допускаемое усилие на 1 проволочную скрутку

Табличное усилие дано для направленной скрутки по оси или под углом от 0° до 45° к силе, d — диаметр проволоки.

d, мм	N _{ср.} (кгс) от числа нитей			
	2	4	6	8
5	430	860	1290	1720
6	620	1240	1860	2480
8	1100	2200	3300	4400

Допускаемое усилие на 1 черный болт

По одной плоскости среза при толщине парных прикрепляемых элементов не менее 8 мм и толщине фасонки δ=10 мм.

	N по срезу, тс	N по смятию, тс
M 22	4,2	5,9
M 24	5	6,45
M 27	6,3	7,25

Усилие, передаваемое 1 высокопрочным болтом из стали 40X селект по одной плоскости трения при пескоструйной очистке поверхностей и затяжке на расчетный момент.

Усилие определяется по формуле $N_b = m \cdot P$, где P — осевое усилие натяжения болта (для M22 P=22,5 тс, для M24 P=26,3 тс), m — для стальных конструкций равен 0,9, — коэффициент трения (при пескоструйной очистке =0,58, при очистке проволочными щетками =0,35).

$M_{кр} = k \cdot P \cdot d$, где k = 0,175 — для смазанной резьбы, d — мм

Для болтов класса прочности 10,9, марки В110.

d мм	M _{кр} кгм	P тс	N _b тс	F _{p2} мм	P _{раз} тс
M22	86,6	22,5	11,7	303	33,3
M24	110,5	26,3	13,7	352	38,7

F_p и P_{раз} — расчетная площадь и расчетная нагрузка при испытании болтов на разрыв (класс прочности см. стр.264)

Допускаемое усилие на 1 высокопрочный болт при работе на растяжение во фланцевых стыках

	N _b при статике, тс	N _b при динамике, тс
M22	11,5	8,5
M24	13,4	9,9

F_{нт}=3,03 и 3,52 см² соответственно для M22 и M24.
[σ_p]=3800 кг/см² и [σ_p]=2800 кг/см²

Допускаемое усилие на 1 см длины сварного углового шва катетом - k

k, мм	4	6	8	10	12	14	16	18
N _в , кгс	280	420	560	700	840	980	1120	1260



Усилия даны для сварки электродами типа Э-42, при допускаемых напряжениях на срез:

$$[\tau_{ср}] = 0,6 \cdot [\sigma_p] = 0,6 \cdot 1700 = 1020 \text{ кг/см}^2$$

Расчетная толщина углового шва:

$$h_{ш} = 0,7 \cdot k \quad N_{св} = 0,7 \cdot k \cdot [\tau_{ср}] \text{ кгс}$$

где 0,7 — при ручной сварке.

Для передачи продольной осевой силы при прикреплении элементов длина каждого флангового шва должна быть не более 60·k и не менее 4·k (6·k), но не менее 40 мм (60 мм), кроме швов, в которых усилие передается на всем протяжении. Размеры, указанные в скобках - для мостов.

Наименьшие размеры катетов угловых швов k в зависимости от толщин прикрепляемых элементов δ

δ, мм	4-9	10-14	15-20	20-40	>40
k, мм	4	6	8	10	12

Исходные сведения по нагрузкам, габаритам и жесткости сооружений

Временные сооружения и конструкции

250 кгс/м² — вертикальная нагрузка на рабочие мосты, проходы, настилы.

130 кгс — сосредоточенная нагрузка на отдельную доску настила.

70 кгс и 40 кгс/м — одиночная горизонтальная сила и погонная горизонтальная и вертикальная нагрузка на поручень перил.

50-100 кгс/м² — ветровая нагрузка, скоростной напор.

(2400-2500)·t кгс/м² — вертикальная нагрузка от бетона, толщиной слоя t в м.

2400·h·h/2 кгс/м — горизонтальное давление живого бетона на погонный метр опалубки, где h — высота слоя бетона подвижной консистенции, находящегося в состоянии тяжелой жидкости, под воздействием вибраторов. Равнодействующая этого давления прикладывается на высоте 1/3h.

1/400-1/250 — предельные прогибы элементов опалубки (здесь и далее, если нет прямых указаний в проекте).

1/500 — предельный прогиб опалубки перекрытий.

1/300 — предельный прогиб элементов подмостей для сборки пролетных строений.

1/700 — предельный прогиб для балок и ферм подкрановых эстакад.

Предельные прогибы ригелей в мостовых грузоподъемных кранах (упругие)

1/600 — для козловых,

1/500 — для мостовых,

1/400 — для кран-балок, управляемых с пола.

Прогибы от собственного веса должны поглощаться строительным подъемом при изготовлении конструкций.

Временные нагрузки железнодорожных, городских и автодорожных мостов

14 тс/м и 35 тс/ось — нагрузка С-14 погонная и сосредоточенная для железнодорожных мостов.

1,1 тс/м и 11 тс/ось — погонная и сосредоточенная нагрузки по одной полосе движения А-11 на городских и автодорожных мостах (А-14, и 14 тс/ось в Москве и на МКАДе).

80 тс — четырехосная нагрузка НК-80.

В Москве, МГСН 5.02-99, введена сверхтяжелая нагрузка НК-176 в составе тягача и трейлера с осевой нагрузкой 4х6,5тс+6х25тс, общей массой 176тс. Расстояние между осями в метрах — 2+3+2+4+2х1,75+12+2х1,75м, полная длина — 30м по крайним осям.

60 тс и 30 тс — вес четырехосного вагона метро и трамвая в поезде из расчетного числа вагонов.

400 кгс/м² и 200 кгс/м — вертикальная нагрузка на тротуары и служебные проходы.

130 кгс и 100 кгс — сосредоточенная горизонтальная и вертикальная сила и такая же погонная нагрузка на перила мостов.

Габариты автодорожных мостов при числе полос движения в каждом направлении более 2

$$l' = П + n \cdot b + C + n \cdot b + П$$

П — ширина полосы безопасности 1,5-2 м,

n — число полос движения,

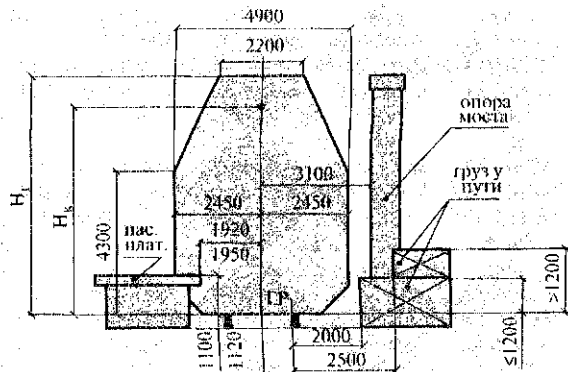
b — ширина 1 полосы движения 3,75 м,

C — ширина разделительной полосы.

Для городских мостов и путепроводов и сооружений на автодорогах I-III категорий высота габарита от проезжей части до низа конструкции Н=5 м. (Н=5,25 для Москвы).

На дорогах IV и V категорий, где применяются габариты Г10 и Г8, высота габарита Н=4,5 м.

Габарит С приближения строений на железных дорогах по ГОСТ 9238-83



H_T — высота габарита на перегонах — 6400 мм, на станциях — 6900 мм.

H_K — высота подвеса контактного провода на перегонах и станциях не ниже 5750 мм и не выше 6800 мм, на переездах не выше 6000 мм.

Габариты погрузки на железнодорожный подвижной состав

5300 мм — предельная высота погрузки на ж/д подвижной состав для всех случаев габарита и негабаритностей.

3250 мм — ширина погрузки по габариту 1В.

3400-3300 мм — ширина льготного габарита для погрузки колесной и гусеничной техники в пределах длины платформы.

3400-3600-3800-4000-4450 мм — предельная ширина погрузки для негабаритностей 0-I-II-III-IV степеней.

Высота подвеса контактного провода трамвая и троллейбуса на линии 5,2—5,8 м под сооружениями 4,2—4,4 м. Зазор между сооружениями и контактным проводом — 0,2 м (при жестком креплении — 0,1 м).

Предельные габариты транспортных средств и габариты погрузки на автомобильных дорогах общего пользования:

2,5 м — ширина,

20 м — длина транспортного средства или поезда,

4,0 м — высота от проезжей части,

80 тс — предельная масса транспортного средства или поезда.

При отклонении от указанных параметров необходимо получение разрешения в ГАИ и эксплуатирующей организации, где будут указаны условия, время и маршрут передвижения.

Укорочение, удлинение и силы, вызываемые в связи с изменением температуры

Определяются по формулам:

Перемещение: $\Delta = \alpha \cdot L \cdot (t_2 - t_1)$,

где α — коэффициент линейного расширения, L — длина изделия, элемента.

Сила в закрепленном элементе: $P = \alpha \cdot E \cdot (t_2 - t_1) \cdot F$

где E — модуль упругости в кгс/см², F — площадь поперечного сечения в см².

Допускаемые упругие прогибы пролетных строений мостов от временной нагрузки

1/800-1/600 — для железнодорожных,

1/400 — для магистральных и городских (1/600 в Москве по МГСН 5.02-99),

1/180 — для деревянных мостов.

В автодорожных мостах для пролетов длиной до 60 м, при соотношении высоты балки к длине 1/20-1/30, прогибы от расчетной временной (испытательной) нагрузки, как правило, составляют 1/1200-1/1600. Пролетным строениям дают строительный подъем, когда их прогиб от постоянной и временной нагрузки (без динамики) превышает 1/1600 L.

**Подмостовые габариты судоходных пролетов
мостов по ГОСТ 26775-97.**

Класс водного пути	В, м не менее	Н, м не менее	Ширина В не менее, м		Высота судна, м	В / L м
			переводного	разводного		
1 - сверхмагистральные	> 3,2	17,0	140	60	15,2	36 / 220
2 - то же	2,5-3,2	15,0	140	60	13,7	36 / 220
3 - малотральные	1,9-2,5	13,5	120	50	12,8	21 / 180
4 - то же	1,5-1,9	12,0	120	40	10,4	16 / 160
5 - местного значения	1,1-1,5	10,5	100 / 60	30	9,6	16 / 160
6 - то же	0,7-1,1	9,5	60 / 40	-	9,0	14 / 140
7 - то же	0,7	7,0	40 / 30	-	6,6	10 / 100
река Москва черта города	2,4-3,5	14,5	120	-	13,7	21 / 180

h - гарантированная минимальная глубина судового хода;
 Н - высота подмостового габарита над РСУ (расчетный высокий судоходный уровень воды);
 100/60 - в знаменателе - ширина второго судоходного пролета;
 В / L - расчетная ширина / длина судового состава.

Термины и определения мостовых сооружений.

по типу - мосты, путепроводы, эстакады, виадуки;
 по назначению - железнодорожные, автодорожные, совмещенные, пешеходные, специальные;
 по длине и величине пролета - малые (длинной до 25м), средние (до 100м), большие (длинной более 100м и с пролетом более 60м).
 Временные мосты при сроке эксплуатации до 10 лет, краткосрочные - до 1 года.
 Мост - м. сооружение через водную преграду.
 Путепровод - м.с. на пересечении дорог в разных уровнях.

Эстакада - м.с. вместо насыпи на городской территории или пойме реки;

Виадук - м.с. через большой овраг, суходол или глубокое ущелье

Прогнозируемый срок службы частей мостовых сооружений рекомендуемый московскими городскими строительными нормами МГСН 5.02-99.

Фундаменты	на столбах \varnothing 1,0м и более	- 120 лет
	на забивных сваях	- 100 лет
Опоры	мелкого заложения	- 90 лет
	монолитные	- 100 лет
	сборно-монолитные	- 90 лет
	стоечные-сборные	- 70 лет
Пролетные стропы	стальные	- 100 лет
	жб монолитные	- 100 лет
	жб сборно монолитные	- 80 лет
	сталежелезобетонные	-
	монолитная плита / сборно монолитная	100 / 90 лет
Опорные части	стальные литые	- 100 лет
	стальные из проката	- 80 лет
	РОЧн	- 20 лет
Мостовое полотно	тротуары сборно монолитные	- 40 лет
	верхние ограждения метал.	- 40 лет
	барьерные ограждения	- 10 лет
	деформационные швы	- 10 лет
	гидроизоляция	- 20 лет
	асфальтобетонное покрытие	- 10 лет

Примечание:

Прогнозируемый срок службы - это период работы частей и элементов сооружения без ограничения по эксплуатации при условии обеспечения нормального текущего содержания и мелкого ремонта.

Выдержки из МГСН 5.02-99.

Минимальная толщина в железобетонных пролетных стропы:
 - стенки балок 16 / 18 см - сборных / монолитных
 - плиты балок 18 / 20 см - сборных / монолитных
 Толщина листа ортотропной плиты стального моста - 14мм
 Толщина покрытия ездового полотна из 2-х слоев асфальтобетона общей толщиной не менее 100мм

**Подмостовые габариты судоходных пролетов
мостов по ГОСТ 26775-97**

Класс водного пути	h, м не менее	H, м не менее	Ширина В не менее, м		Высота судна, м	В / L м
			неразводного	разводного		
1 - сверхмагистральные	> 3,2	17,0	140	60	15,2	36 / 220
2 - то же	2,5-3,2	15,0	140	60	13,7	36 / 220
3 - магистральные	1,9-2,5	13,5	120	50	12,8	21 / 180
4 - то же	1,5-1,9	12,0	120	40	10,4	16 / 160
5 - местного значения	1,1-1,5	10,5	100 / 60	30	9,6	16 / 160
6 - то же	0,7-1,1	9,5	60 / 40	-	9,0	14 / 140
7 - то же	0,7	7,0	40 / 30	-	6,6	10 / 100
река Москва черта города	2,4-3,5	14,5	120	-	13,7	21 / 180

h - гарантированная минимальная глубина судового хода;
H - высота подмостового габарита над РСУ (расчетный высокий судоходный уровень воды);
100/60 - в знаменателе - ширина второго судоходного пролета;
В / L - расчетная ширина / длина судового состава.

Термины и определения мостовых сооружений.

по типу - мосты, путепроводы, эстакады, виадуки;
по назначению - железнодорожные, автодорожные, совмещенные, пешеходные, специальные;
по длине и величине пролета - малые (длиной до 25м), средние (до 100м), большие (длиной более 100м и с пролетом более 60м).
Временные мосты при сроке эксплуатации до 10 лет, краткосрочные - до 1 года.

Мост - м. сооружение через водную преграду.

Путепровод - м.с. на пересечении дорог в разных уровнях.

Эстакада - м.с. вместо насыпи на городской территории или пойме реки.

Виадук - м.с. через большой овраг, суходол или глубокое ущелье

Прогнозируемый срок службы частей мостовых сооружений - рекомендуемый московскими городскими строительными нормами МГСН 5.02-99:

Фундаменты	на столбах \varnothing 1,0м и более	- 120 лет	
	на забитых сваях	- 100 лет	
Опоры	мелкого заложения	- 90 лет	
	монолитные	- 100 лет	
	сборно-монолитные	- 90 лет	
Пролетные строения	стальные	- 70 лет	
	жб монолитные	- 100 лет	
	жб сборно монолитные	- 80 лет	
	сталежелезобетонные	- 100 лет	
	монолитная плита / сборно монолитная	100 / 90 лет	
	Опорные части	стальные легкие	- 100 лет
		стальные из проката	- 80 лет
РОЧн		- 20 лет	
Мостовое полотно	тротуары сборно монолитные	- 40 лет	
	перильные ограждения металлы	- 40 лет	
	барьерные ограждения	- 10 лет	
	деформационные швы	- 10 лет	
	гидроизоляция	- 20 лет	
	асфальтобетонное покрытие	- 10 лет	

Примечание:

Прогнозируемый срок службы - это период работы частей и элементов сооружения без ограничения по эксплуатации при условии обеспечения нормального текущего содержания и мелкого ремонта.

Выдержки из МГСН 5.02-99.

Минимальная толщина в железобетонных пролетных строен.

- стенки балок 16 / 18 см - сборных / монолитных

- плиты балок 18 / 20 см - сборных / монолитных

Толщина листа ортогониной плиты стального моста - 14мм

Толщина покрытия ездового полотна из 2-х слоев асфальтобетона общей толщиной не менее 100мм

Основные сведения по прочностным расчетам конструкций из различных материалов

Оценочные, проверочные прочностные расчеты в условиях дефицита времени, отсутствия под рукой множества табличных коэффициентов, когда нет необходимости в сложных и громоздких расчетах, быстрее и проще производить по допускаемым напряжениям, с приведением в необходимых случаях сложной статической схемы к ряду простых, с использованием элементарных расчетных формул.

Допускаемые напряжения, помимо тех, что приведены здесь ранее, можно определить самому, зная предел прочности или текучести материала или их нормативные значения:

$$\text{Для упругих материалов} \quad [\sigma_0] = \frac{\sigma_T}{K_3}$$

$$\text{для хрупких} \quad [\sigma_0] = \frac{\sigma_{вр}}{K_3}$$

где K_3 — коэффициент запаса прочности, назначаемый с учетом условий расчета (достоверности данных о нагрузках и напряжениях, соответствия расчетной схемы действительному распределению сил и нагрузок, учету динамики и концентраторов напряжений), с учетом условий изготовления, уровня технологии, стабильности механических свойств, требований надежности и экономичности.

При средних условиях расчета, нормальных (хороших) условиях изготовления и средних требованиях надежности — $K_3 = 1,4-1,6$.

То же, но при средних условиях изготовления — $K_3 = 2,1-2,8$.

При условиях изготовления ниже средних — $K_3 = 2,8-3,9$.

Сомнения в условиях расчета должны увеличивать K_3 на 25-50%.

Окончательно коэффициент запаса проверить здравым смыслом, уровнем риска, надежности, перспективой роста нагрузок и развития, не доходя до абсурда.

Общий случай геометрических характеристик плоских сечений для расчетов на прочность, жесткость, устойчивость

Формулы для определения:

1. Статического момента инерции S

$$S_x = F \cdot x \quad \text{и} \quad S_y = F \cdot y$$

где F — площадь, x и y — координаты центра тяжести относительно осей $x-x$ и $y-y$.

2. Положения центра тяжести

$$x_{ц.т.} = \frac{\sum F_i \cdot x_i}{F_i}, \quad y_{ц.т.} = \frac{\sum F_i \cdot y_i}{\sum F_i}$$

3. Осевых моментов инерции относительно осей $x-x$ и $y-y$

$$I_x = \int y^2 dF \quad \text{и} \quad I_y = \int x^2 dF$$

4. Полярного момента инерции

$$I_p = I_x + I_y$$

5. Осевого момента сопротивления

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\max}}, \quad W_y = \frac{I_y}{x_{\max}}$$

6. Радиусов инерции относительно осей $x-x$, $y-y$

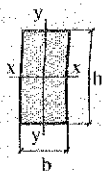
$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}}, \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}}$$

7. Моментов инерции сложных и составных сечений

$$I_x = I_{x_0} + a^2 \cdot F, \quad I_y = I_{y_0} + b^2 \cdot F$$

где F — площадь фигуры на расстоянии a и b от центра тяжести этой площади до оси $x-x$ и $y-y$, проходящих через центр тяжести общего сечения (см. стр. 65).

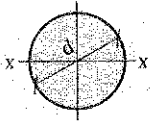
Геометрические характеристики простых поперечных сечений:



$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}, \quad W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}, \quad W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$$

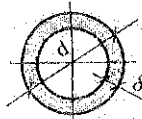
$$i_x = 0,289 \cdot h, \quad i_y = 0,289 \cdot b$$



$$F = 0,785 \cdot d^2, \quad i_x = i_y = d/4, \quad I_x = I_y$$

$$I_x = \frac{\pi \cdot d^4}{64}, \quad W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

W_p – полярный момент сопротивления.



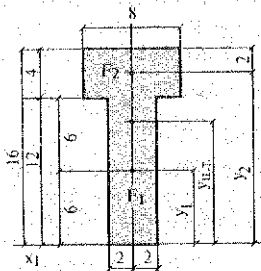
При $\delta \leq d/10$ действительны формулы:

$$F = \pi \cdot d_{cp} \cdot \delta, \quad I_x = 0,3925 \cdot d_{cp}^3 \cdot \delta$$

$$W_x = 0,785 \cdot d_{cp}^2 \cdot \delta, \quad W_p = 1,57 \cdot d_{cp}^2 \cdot \delta$$

$$i = 0,353 \cdot d_{cp}, \quad d_{cp} = d - \delta$$

Пример определения центра тяжести относительно оси x_1 - x_1



$$y_{ц.т.} = \frac{\sum F_i \cdot y_i}{\sum F_i}$$

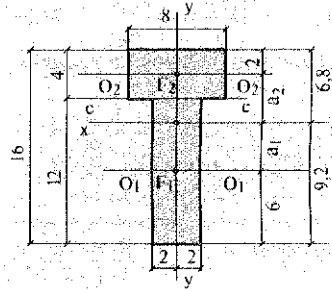
$$F_1 = 4 \cdot 12 = 48 \text{ см}^2,$$

$$F_2 = 8 \cdot 4 = 32 \text{ см}^2,$$

$$y_1 = 6 \text{ см}, \quad y_2 = 14 \text{ см},$$

$$y_{ц.т.} = \frac{48 \cdot 6 + 32 \cdot 14}{48 + 32} = 9,2 \text{ см}$$

Пример определения моментов инерции и сопротивления относительно осей, проходящих через центр тяжести:



$$I_x = \sum I_0 + \sum a_i^2 \cdot F_i$$

$$I_0 = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_{01} = \frac{4 \cdot 12^3}{12} = 576 \text{ см}^4$$

$$a_1 = 9,2 - 6 = 3,2 \text{ см},$$

$$F_1 = 48 \text{ см}^2, \quad F_2 = 32 \text{ см}^2,$$

$$I_{02} = \frac{8 \cdot 4^3}{12} = 42,6 \text{ см}^4$$

$$a_2 = 6,8 - 2 = 4,8 \text{ см}, \quad I_x = 576 + 42,6 + 3,2^2 \cdot 48 + 4,8^2 \cdot 32 = 1847 \text{ см}^4.$$

Поскольку сечение несимметричное, то напряжение при изгибе следует определять по нижнему волокну –

$$\sigma_n = \frac{M}{I_x / y_1} = \frac{M \cdot y_1}{I_x} \quad \text{по верхнему} \quad \sigma_b = \frac{M \cdot y_2}{I_x}$$

$$y_1 = 9,2 \text{ см}, \quad y_2 = 6,8 \text{ см}.$$

Для определения касательных напряжений по линии С-С найдем статический момент площади F_2 :

$$S_C = F_2 \cdot a_2 = 32 \cdot 4,8 = 153,6 \text{ см}^3$$

Относительно оси y - y сечение симметричное, поэтому

$$J_y = J_{y1} + J_{y2}, \quad J_{y1} = \frac{h_1 \cdot b_1^3}{12} = \frac{12 \cdot 4^3}{12} = 64 \text{ см}^4$$

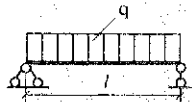
$$J_{y2} = \frac{h_2 \cdot b_2^3}{12} = \frac{4 \cdot 8^3}{12} = 171 \text{ см}^4, \quad J_y = 64 + 171 = 235 \text{ см}^4$$

$$W_y = \frac{J_y}{X_{\max}} = \frac{235}{4} = 58,8 \text{ см}^3$$

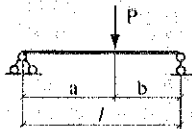
Пример определения радиусов инерции относительно осей x и y для случая определения гибкости элемента:

$$i_x = \frac{J_x}{F} = \sqrt{\frac{1847}{80}} = 4,8 \text{ см}, \quad i_y = \frac{J_y}{F} = \sqrt{\frac{235}{80}} = 1,71 \text{ см}$$

Формулы для определения изгибающих моментов и прогибов для элементарных схем балок и нагрузок:

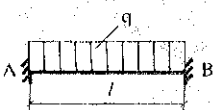


$$M = \frac{q \cdot l^2}{8}, \quad f_{\max} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^4}{E \cdot J}$$



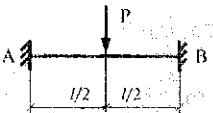
$$M = \frac{P \cdot a \cdot b}{l}, \quad f_{\max} = \frac{P \cdot a^2 \cdot b^2}{3 \cdot E \cdot J \cdot l}$$

при $a = b$, $f_{\max} = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J}$



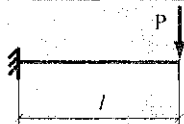
$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{24}, \quad M_{A(B)} = -\frac{q \cdot l^2}{12}$$

$$f_{\max} = \frac{P \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J}$$



$$M_{\max} = \frac{P \cdot l}{8}, \quad M_{A(B)} = -\frac{P \cdot l}{8}$$

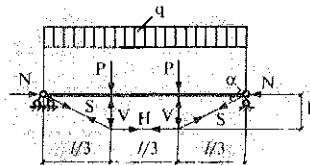
$$f = \frac{P \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot J}$$



Консольная балка — $f = \frac{P \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot J}$

если нагрузка q , то $f = \frac{q \cdot l^4}{8 \cdot E \cdot J}$

Формулы для расчета шпренгельной балки



Нагрузки:

Равномерно-распределенная — q и 2 силы — P .
Момент в шпренгельной балке — $M = M_0 - H \cdot h$

$N = -H$ — сила сжатия балки.

M_0 — момент в простой (без шпренгеля) балке,

H — горизонтальная составляющая усилия в шпренгеле,

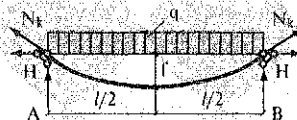
h — расстояние от оси шпренгеля до оси балки.

Усилия в шпренгеле (в натяжке): $S = \frac{H}{\cos \alpha}$,

Усилие в стойке: $V = H \cdot \operatorname{tg} \alpha$

$$H_q \approx 0,1223 \cdot \frac{q \cdot l^2}{h}, \quad H_p \approx 0,3325 \cdot \frac{P \cdot l}{h}, \quad H = H_q + H_p$$

Формулы для расчета каната



на 2 опорах со стрелой провеса $f \leq \frac{l}{5}$ с нагрузкой q по длине.

Распор, $H_q = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot f}$ от груза P по середине. $H_p = \frac{P \cdot l}{4 \cdot f}$,

усилие в канате $N_k = \sqrt{A^2 + H^2}$,

длина каната $L_k = l + \frac{8}{3} \frac{f^2}{l}$

Закон Гука

Основой последующих ниже расчетов является закон Гука, открытый английским естествоиспытателем в 1678 г., выражаемый формулами:

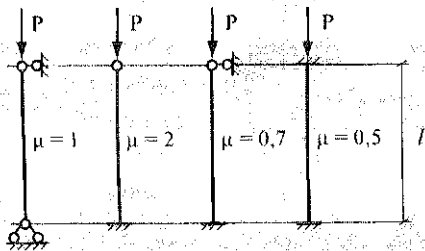
$$\Delta l = \frac{P \cdot l}{E \cdot F} \quad \text{или} \quad \sigma = E \cdot \varepsilon, \quad \text{где} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Удлинение прямо пропорционально силе, длине и обратно пропорционально площади поперечного сечения и модулю упругости или напряжению прямо пропорционально относительному удлинению.

Расчет центрально растянутых и центрально сжатых элементов по прочности и устойчивости

$$\sigma_p = \frac{P}{F_{нт}} \leq [\sigma_p], \quad \sigma_{сжс} = \frac{P}{F_{бр} \cdot \varphi} \leq [\sigma_{сжс}]$$

где $F_{нт}$ и $F_{бр}$ — площади поперечного сечения нетто и брутто, с учетом или без учета ослабления, φ — коэффициент продольного изгиба, принимаемый в зависимости от гибкости элемента λ .



$$\lambda = \frac{l_0}{i_{\min}}, \quad \text{где } l_0 \text{ — расчетная длина,}$$

$$l_0 = \mu \cdot l, \quad \text{где } \mu \text{ — коэффициент приведения длины.}$$

Коэффициент φ для центрально сжатых элементов из углеродистых сталей

λ	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	180	Для
φ	0,89	0,86	0,81	0,75	0,69	0,6	0,52	0,45	0,4	0,36	0,32	0,23	ПГС

Коэффициент φ для низколегированных сталей

λ	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	180	Для
φ	0,83	0,78	0,71	0,63	0,54	0,45	0,39	0,33	0,29	0,26	0,23	0,17	НГС
φ	0,8	0,74	0,67	0,58	0,48	0,4	0,35	0,3	0,27	0,24	0,22	0,16	мостов

Коэффициент φ для деревянных конструкций

λ	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
φ	0,8	0,71	0,61	0,49	0,38	0,31	0,26	0,22	0,18	0,16	0,14

Предельные гибкости сжатых элементов

- 150 — решетчатые мачты, стрелы, стойки колонны.
- 180 — коробчатые или трубчатые стойки колонны при напряжениях в них не более 50% от $[\sigma]$.
- 120 — пояса, опорные раскосы, стойки ферм, передающие опорные реакции.
- 200 — элементы связей, монтажные раскосы.
- 220 — предельная гибкость верхних поясов ферм не раскрепляемых в процессе монтажа.

Предельные гибкости растянутых элементов

- 180 — для основных.
- 250 — для прочих.

Предельное соотношение толщины стенки и ее высоты в элементах двутаврового и коробчатого сечений без подкрепления ребрами жесткости:

$$\frac{h_{cm}}{\delta_{cm}} \leq 70 \text{ (60)}, \quad \text{где } 70 \text{ — для углеродистых сталей, а (60) — для низколегированных.}$$

Расчет конструкций на кручение

$$\tau_{\max} = \frac{M_K}{W_K} \leq [\tau], \text{ где } [\tau] = 0,6 [\sigma_p]$$

$M_K = \rho \cdot c$ в кгс·см (сила на плечо) или при заданной мощности N и числе оборотов в минуту — n

$$M_K = 97360 \frac{N}{n}, \text{ если } N \text{ в киловаттах}$$

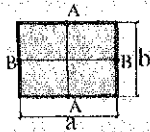
$$M_K = 71620 \frac{N}{n}, \text{ где } N \text{ в лошадиных силах}$$

$$W_K = W_p = \frac{\pi d^3}{16} \text{ для круглых сплошных}$$

$$W_K = W_p = 0,157 d^2 \delta \text{ для трубчатых}$$

Для прямоугольных сплошных сечений

$$W_K = \alpha \cdot ab^2 \frac{a}{b} = K \geq 1$$



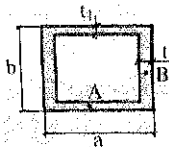
Касательные напряжения в опасных точках А и В:

$$\tau_A = \frac{M_K}{\alpha \cdot ab^2}, \quad \tau_B = \xi \tau_A$$

K	1	1,5	2	2,5	3	4	6	8	10
α	0,208	0,23	0,246	0,258	0,267	0,282	0,299	0,307	0,312
ξ	1	0,86	0,790	0,770	0,750	0,740	0,740	0,740	0,740

Для коробчатых сечений

$$W_K = 2abt_{\min} \quad t_1 < t$$



Опасные точки, все точки тонких стенок

$$\tau_B = \frac{t_1}{t} \tau_A$$

Расчет изгибаемых конструкций

Общий случай $\sigma_u = \frac{M}{W} \leq [\sigma_u], \quad \tau = \frac{Q \cdot S}{J_x \cdot b} \leq [\tau_{cp}]$

$$\sigma_1 = \frac{M}{J_x} y_1, \quad \sigma_2 = \frac{M}{J_x} y_2 \text{ — для несимметричных сечений,}$$

где y_1 и y_2 — расстояние от центра тяжести до растянутых и сжатых волокон;

$b, (\delta)$ — ширина (толщина стенки) сечения.

Для расчета сварных швов или болтов, присоединяющих к изгибаемому элементу для совместной работы дополнительную площадь — F , погонная сила T определяется по формуле

$$T = \tau \cdot b = \frac{Q S_x}{J_x} \text{ кгс/см,}$$

где $S_x = F y$ — статический момент присоединяемой площади брутто относительно нейтральной оси (центра тяжести состав сечения); J_x — момент инерции брутто (без учета ослаблений отверстиями) объединенного сечения;

Q — поперечная сила в сечении.

Устойчивость балок из прокатных двутавров с шириной верхнего пояса — b из плоскости изгиба обеспечивается, если свободная длина сжатого пояса между точками закреплений составляет:

не более $16b$ — при нагрузке по верхнему поясу;

не более $24b$ — при нагрузке по нижнему поясу.

Ребра жесткости необходимо ставить в местах передачи больших сосредоточенных сил, в опорных сечениях, а также в других случаях, если:

$\frac{h}{\delta} > 90$ — для углеродистых сталей,

$\frac{h}{\delta} > 70$ — для низколегированных сталей,

где h и δ — высота и толщина стенки балки.

Расчет элементов железобетонных конструкций

Центрально-сжатые:

$$N \leq \varphi (R_o F_o + R_a F_a) \quad N = \frac{N_{dl}}{\beta} + N_k$$

N — сила из двух составляющих;

N_{dl} — длительно действующая продольная сила;

N_k — продольная сила от кратковременно действующей расчетной нагрузки;

β — коэффициент снижения несущей способности элемента вследствие ползучести бетона при длительном действии нагрузки;

φ — коэффициент продольного изгиба.

Значения φ и β даны в таблице в зависимости от отношения расчетной длины l_0 к ширине b или диаметру d поперечного сечения элемента.

l_0/b	12	14	16	18	20	24	28	30	32	36	40
l_0/d	10,4	12,1	13,8	15,6	17,3	20,8	24,3	26	27,7	31,1	34,6
φ	0,96	0,93	0,89	0,85	0,81	0,73	0,64	0,59	0,54	0,44	0,36
β	0,96	0,94	0,91	0,88	0,85	0,77	0,69	0,65	0,61	0,52	0,45

Рекомендуется для колонн принимать $\frac{l_0}{b} < 30$ и $\frac{l_0}{d} < 25$, где b и d — меньший и больший размеры поперечного сечения.

Для общего случая коэффициент армирования:

$$\mu = \frac{F_a}{F_b} 100 \leq 3\%$$

В сжатых элементах допускаются стыки арматуры периодического профиля без сварки внахлестку при диаметре не более 36 мм длина нахлестки $l_{II} = 25d$.

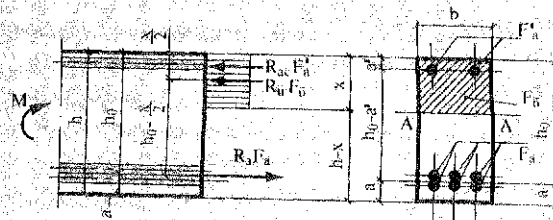
Во внецентренно сжатых элементах длина нахлестки $l_{II} = 30d$.

Шаг хомутов в вязаных каркасах $12d$, но не более 30 см, в зоне стыков внахлестку шаг необходимо уменьшить вдвое.

Диаметр хомутов d_x должен составлять не менее $d_x \geq \frac{1}{4}d$ основной арматуры и не менее 6 мм.

Изгибаемые элементы

Расчет по прочности на изгибающий момент



При отсутствии верхней (сжатой) арматуры, т.е. $F'_a = 0$ расчетные формулы имеют вид:

$$R_u bx = R_a F_a \quad M = R_u bx \left(h_0 - \frac{x}{2} \right)$$

При наличии верхней арматуры:

$$R_u bx = R_a F_a - R_{ac} F'_a \quad M = R_u bx \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{ac} F'_a (h_0 - a')$$

Формулы действительны в случае, если $x \leq 0,55h_0$ и $x > 2a$. Если при подборе сечения окажется, что $x > 0,55h_0$, то необходимо увеличить высоту сечения или повысить марку бетона или назначить сжатую арматуру. Оптимальное значение $x = 0,25 - 0,4h_0$.

При конструировании изгибаемых элементов необходимо руководствоваться следующим:

Защитный слой арматуры в балках в свету:

3-5 см для рабочей арматуры, 2-3 см для хомутов.

Расстояние между стержнями рабочей арматуры каркаса в свету: 4-6 см для горизонтальных, 5 см для вертикальных.

Шаг хомутов не более 15 см в пропорных участках на длине $1/4$ длины балки и 20 см в средней части, если не следует ставить чаще по расчету.

Расчет по наклонным сечениям на поперечную силу

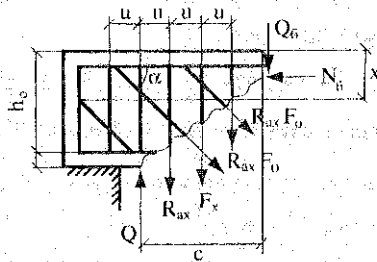
Определяем необходимость установки хомутов и отгибов по первому условию.

$Q \leq R_p b h_0$, где R_p — расчетное сопротивление бетона при осевом растяжении.

Если $R_p b h_0$ больше Q , то прочность по наклонному сечению обеспечивается одним бетоном. В этом случае поперечная арматура ставится конструктивно.

Если же $R_p b h_0$ меньше поперечной силы, то прочность наклонного сечения должна быть обеспечена установкой хомутов и отгибов по расчету, см. ниже.

Вторым условием $Q \leq 0,35 R_0 b h_0$, где R_0 — расчетное сопротивление при осевом сжатии, ограничивается раскрытие трещин в наклонных сечениях.



F_0 — площадь отгибов;

F_x — площадь хомутов;

$$R_{ax} = 0,8 R_a$$

Условие прочности наклонного сечения в общем случае

армирования:

$$Q \leq \sum R_{ax} F_x + \sum R_{ax} F_0 \sin \alpha + Q_0$$

$Q_0 = \frac{2R_p b h_0^2}{c}$ — поперечная сила, воспринимаемая бетоном сжатой зоны.

В частном случае армирования одними хомутами без отгибов условия прочности принимают вид:

$$Q \leq Q_{x0}, \quad Q_{x0} = \sqrt{8 R_p b h_0^2 q_x}$$

Q — поперечная сила в опорном сечении или в месте изменения шага хомутов;

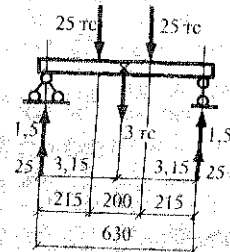
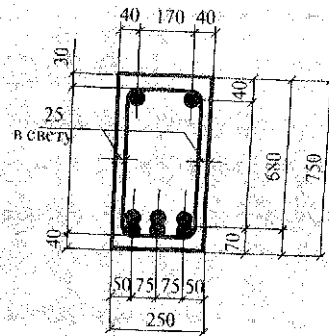
Q_{x0} — предельная поперечная сила, воспринимаемая бетоном и хомутами в проверяемом наклонном сечении;

q_x — усилие в хомутах, отнесенное к единице длины балки в кгс/см

$$q_x = \frac{R_{ax} F_x}{u}, \quad \text{где } u \text{ — шаг хомутов;}$$

$$F_x = f_x \cdot n, \quad \text{где } f_x \text{ — сечение одной ветви хомута,} \\ n \text{ — число ветвей в поперечном сечении.}$$

Пример расчета балки на изгибающий момент и поперечную силу



$$M_{max} = 58,5 \text{ тсм}$$

$$Q_{max} = 26,5 \text{ тс}$$

Подобрать сечение балки из бетона М350 (В27.5) с рабочей арматурой $\varnothing 28$ А-III и вспомогательной верхней $\varnothing 16$ А-II с хомутами $\varnothing 8$ А-I, схема армирования — на чертеже, исходя из приведенных выше размеров защитного слоя и расстояния между стержнями, ширину сечения назначаем в 250 мм.

Максимальный момент — 58,5 тсм, максимальная поперечная сила — 26,5 тс.

$$F_a = 6 \cdot 6,16 = 37 \text{ см}^2; \quad R_a = 3000 \text{ кгс/см}^2;$$

$$F_a' = 2 \cdot 2,01 = 4 \text{ см}^2; \quad R_{ac} = 2400 \text{ кгс/см}^2;$$

(см. таблицу на стр. 47 и 48)

$$R_u = 145 \text{ кгс/см}^2; \quad R_0 = 120 \text{ кгс/см}^2; \quad R_p = 10,5 \text{ кгс/см}^2;$$

(см. таблицу на стр. 50)

$$x = \frac{R_a F_a - R_{ac} F_a'}{R_u b} = \frac{3000 \cdot 37 - 2400 \cdot 4}{145 \cdot 25} = 28 \text{ см}$$

Если принять $\frac{x}{h_0} = 0,4$ $h_0 = \frac{28}{0,4} = 70 \text{ см}$

Назначим высоту сечения $h = 75 \text{ см}$, тогда

$$h_0 = h - a = 75 - 7 = 68 \text{ см.}$$

$$\frac{x}{h_0} = \frac{28}{68} = 0,41 < 0,55 \quad \text{и} \quad x = 28 > 2a' = 8 \text{ см, условия}$$

выполнены.

Определим допустимый изгибающий момент сечения:

$$M = R_u b x (h_0 - x/2) + R_{ac} F_a' (h_0 - a') =$$

$$= 145 \cdot 25 \cdot 28 (68 - 14) + 2400 \cdot 4 (68 - 4) =$$

$$= 60 \cdot 10^5 \text{ кгс см} = 60 \text{ тсм} > 58,5 \text{ тсм, т.е. сечение}$$

удовлетворяет условию прочности при работе на изгибающий момент.

Проверим на поперечную силу наклонное сечение у опоры.

I — Нужны ли хомуты? $Q \leq R_p b h_0$

$$R_0 b h_0 = 10,5 \cdot 25 \cdot 68 = 17850 < 26 \cdot 500 \text{ кгс}$$

Значит, хомуты нужны по расчету.

II — Трещин в наклонных сечениях не должно быть.

$$Q \leq 0,35 R_0 b h_0$$

$$0,35 R_0 b h_0 = 0,35 \cdot 120 \cdot 25 \cdot 68 = 71 \cdot 400 \text{ кгс} > Q = 26500 \text{ кгс}$$

Условие выполнено.

III — Подберем хомуты и проверим сечение с хомутами.
Диаметр хомутов $d_s = 1/4 d = 28/4 = 7$,
назначим хомуты из $\varnothing 8$ -А-1 двухрезные с шагом —
15 см.

$$F_{sx} = 2 f_x = 2 \cdot 0,503 = 1,06 \text{ см}^2;$$

$$R_{ax} = 0,8 R_a = 0,8 \cdot 1900 = 1500 \text{ кгс/см}^2;$$

$$q_x = \frac{R_{ax} F_{sx}}{u} = \frac{1500 \cdot 1,06}{15} = 106 \text{ кгс/см}$$

$$Q_{x0} = \sqrt{8 R_p b h_0^2 q_x} = \sqrt{8 \cdot 10,5 \cdot 25 \cdot 68^2 \cdot 106} =$$

$$= 32080 \text{ кгс} > Q = 26500 \text{ кгс}$$

Прочность наклонного сечения обеспечена.

Определение прогиба железобетонных балок

Прогиб железобетонных балок длиной до 18 м можно определять приближенным методом по формулам сопротивления упругих материалов с использованием приведенного момента инерции — J_{np} , вычисленного при величине модуля упругости бетона, равной $E_b' = 0,8 E_b$.

Вычисление прогиба проследим на примере рассмотренной выше, на стр. 75, балки по формуле:

$$f = \frac{23 P l^3}{648 E J} \quad \text{для симметричной нагрузки } P \text{ в } 1/3 l$$

$l = 6,3 \text{ м}$; $P = 26,5 \text{ тс}$, подставляя J_{np} вместо J и вместо E $E_b' = 0,8 E_b$.

Приведенный момент относительно оси А-А (см. рис. на стр. 73) определяется по формуле:

$$J_{np} = \frac{b x^3}{3} + n F_a (h_0 - x)^2 + n F_a' (x - a')^2,$$

где $n = \frac{E_a}{0,8 E_b}$; $E_a = 2,0 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$; $E_b = 3,1 \cdot 10^5 \text{ кгс/см}^2$.

Значение x определим, считая балку упругим телом, по формуле:

$$x = \frac{h_0 n \sigma_b}{n \sigma_b + \sigma_a} \quad \sigma_b = R_u = 145 \text{ кгс/см}^2;$$

$$n = \frac{2,0 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 3,1 \cdot 10^5} = 8,06$$

$$\sigma_a = [R_a] = 3000 \text{ кгс/см}^2,$$

$$h_0 = 68; a' = 4 \text{ см.}$$

$$x = \frac{68 \cdot 8,06 \cdot 145}{8,06 \cdot 145 + 3000} = 19,06 \text{ см} \quad F_a = 37 \text{ см}^2$$

$$F_a' = 4 \text{ см}^2$$

$$J_{np} = \frac{25 \cdot 19,06^3}{3} + 8,06 \cdot 37(68 - 19,06)^2 +$$

$$+ 8,06 \cdot 4(19,06 - 4)^2 = 779287 \text{ см}^4$$

$$f = \frac{23}{648} \cdot \frac{26,5 \cdot 10^3 \cdot 6,3^3 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 3,1 \cdot 10^5 \cdot 7,793 \cdot 10^5} = 1,22 \text{ см}$$

$$f/l = \frac{1,22}{630} = \frac{1}{516} < \frac{1}{500}$$

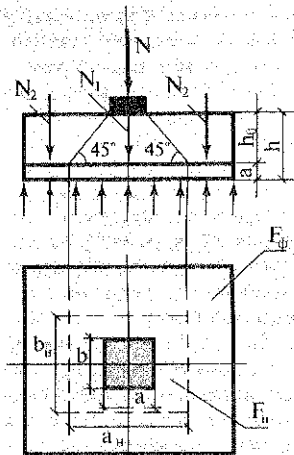
Однако в связи с тем, что при длительных нагрузках, вследствие ползучести бетона, прогибы увеличиваются в 1,2-1,6 раз, следует увеличить жесткость балки путем увеличения площади рабочей арматуры в зоне максимального момента (до 9 стержней).

Проверка фундаментных плит на продавливание

Условие прочности плиты, если имеется только нижняя сетка, а поперечная арматура (хомуты) отсутствует:

$$N_2 \leq R_p \cdot \Pi_{cp} \cdot h_0, \quad \text{где } N_2 = N - N_1; \text{ (см. чертеж на стр. 79)}$$

$$N_1 = N(F_\phi - F_n) / F_\phi, \quad \text{где } N_1 \text{ — сила, приходящаяся на площадь } F_n; \text{ а } N_2 \text{ — сила, приходящаяся на площадь } F_\phi - F_n.$$



F_ϕ — площадь фундамента;

F_n — площадь пирамиды продавливания показана пунктиром;

Π_{cp} — средний периметр пирамиды продавливания $\Pi_{cp} = a + b + a_n + b_n$;

R_p — расчетное сопротивление бетона на растяжение.

Если в пределах пирамиды продавливания есть поперечная арматура, то условия прочности выражаются двумя формулами:

$$N_2 \leq 1,4 R_p \cdot \Pi_{cp} \cdot h_0;$$

$$N_2 \leq R_{ax} \cdot F_x, \quad \text{где}$$

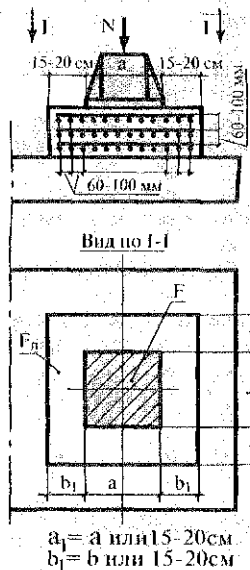
F_x — суммарная площадь хомутов, пересекающих боковые грани пирамиды по среднему периметру;

R_{ax} — расчетное сопротивление срезу хомута $R_{ax} = 0,8 R_a$.

Местное сжатие (смятие) бетона в местах передачи сосредоточенных сил

Косвенное армирование

Для увеличения несущей способности бетона опорной площадки F в случаях, когда напряжения превышают расчетное сопротивление бетона на осевое сжатие, применяются косвенное армирование в виде пакета не менее чем из 4 сеток арматуры $\varnothing 10-12$ мм класса А-П или А-III с ячейкой не более $1/4a$, но не менее 60 мм и не более 100 мм, с шагом сеток по высоте от 60 до 100 мм и размером в плане по площади F_n (см. черт. на стр 80).



Прочность бетона ядра F на местное сжатие увеличивается при этом в 2-2,5 раза.

Величина площади F_n должна быть не менее

$$F_n \geq \frac{N}{R_0}$$

где R_0 — расчетное сопротивление на осевое сжатие.

Влияние высоких температур на железобетон и огнестойкость железобетонных конструкций из обычного бетона при пожаре

Прочность бетона на сжатие при нагреве до 200°C снижается, но восстанавливается при нормальной температуре.

При нагреве свыше 200-250°C потеря прочности происходит безвозвратно, а при нагреве до 500-600°C наступает полное разрушение бетона.

При нагреве свыше 100°C резко возрастает деформативность, вследствие чего происходит интенсивное раскрытие трещин и резкое возрастание прогибов изгибаемых элементов.

Пределом огнестойкости железобетонных конструкций считается время нагрева в часах до приобретения этими конструкциями необратимой потери 10% прочности, так например, для колонн сечением 40x40 см — это 1,7 часа, для сечения 50x50 см — 2,3 часа.

Огнестойкость стен и перекрытий при нагреве до 150°C не обращенной к огню поверхности составляет при толщине 10 см — 1,9 часа, при 15 см — 3,7 часа.

Монолитные железобетонные предварительно напряженные пролетные строения (ПНПС) — краткая информация.

Требования к бетону.

Марка бетона ПНПС с пучками из канатов 15К7-1400 ГОСТ13840-68* должна быть не ниже В35(М450) по прочности, W6-W8 по водонепроницаемости и не ниже F300 по морозостойкости.

Для приготовления бетона следует использовать:

1. Портландцемент М500 и выше — ПЦ500 ДО-Н или ПЦ500 Д5-Н, где ДО — без добавок, Д5 — с минеральными добавками не более 5%, Н — нормированного состава, т.е. с содержанием трехвалентного алюмината (C_3A) не более 8%, с нормальной густотой цементного теста не более 26% (НГЦТ — водопоглощение цемента, требуемое ему для затвердения количество воды в % от веса цемента), чем выше нормальная густота, тем ниже качество цемента.

Начало схватывания по ГОСТу не ранее 45 мин. (по факту, как правило, не ранее 2-3 часов), конец схватывания не позднее 10 часов (по факту 4-6 часов). Цемент не должен храниться более 30 суток со дня отгрузки с завода, поскольку происходит снижение его активности (марки).

Максимальный расход цемента должен быть, в зависимости от класса, не более: В35 — 450 кг/м³; В40 (М500) — 500 кг/м³; В45 (М600) — 550 кг/м³. Расход цемента выше 500 кг/м³ значительно увеличивает усадку и ползучесть бетона, вследствие этого наблюдается рост прогибов и развитие трещин, и назначение класса В45 (М600) с благой целью повышения долговечности бетона, когда по прочности достаточно В40 (М500) приводит к обратному результату.

2. Среднезернистый песок без вредных реакционно-способных примесей, разновидностей аморфного растворимого кремнезема (опал, кремль, хацедон), вступающих в химическую реакцию со щелочными оксидами в цементе (когда их более 0,6%) с образованием соединений, разрушающих

бетон изнутри (коррозия бетона), с содержанием глинистых и илстых частиц не более 1%, с модулем крупности M_k от 2,1 до 3,2. M_k — безразмерный показатель (сумма полных остатков на ситах 0,16-0,315-0,63-1,25-2,5 мм в %, деленная на 100), характеризующий песок по крупности: $M_k = 1,5-2,0$ — мелкий, $M_k = 2,0-2,5$ — средний, $M_k = 2,5-3,5$ — крупный.

3. **Гранитный щебень**, фракции 5-20 мм, также фракции 5-20 и 20-40 мм при раздельном дозировании; с содержанием пылеватых и глинистых частиц не более 1%, с дополнительным обогащением путем промывки или отсева с отделением фракций мельче 5 мм.

4. **Добавки в бетон** для повышения удобоукладываемости, водонепроницаемости и морозостойкости:

разжижитель суперпластификатор С-3 (нафталносульфонат) — 0,3-0,7% сухого вещества от массы цемента

пластификатор, замедлитель схватывания ЛСТ-Е (сульфонат технической марки Е) — 0,1-0,2%

смола — нейтрализованная — воздухововлекающая СНВ — 0,03-0,005%

5. **Водоцементное отношение В / Ц** не более 0,45.

6. **Воздухосодержание** не более 3%-4%.

7. **Соотношение по массе между песком и щебнем $\tau = П / Щ$** от 0,4 до 0,7 для обеспечения лучшей удобоукладываемости бетонной смеси, и $\tau = 0,5-0,8$ при прокачке бетона с ОК 10-12 см по длинным бетоновалам.

8. **Воду** пригодную для питья.

Марки бетона по удобоукладываемости: П-1 — ОК менее 4см, П-2 — ОК 5-9см, П-3 — ОК 10 — 15см, П-4 — ОК 16 и более см, где ОК — осадка конуса.

Строительные лаборатории территориальных фирм, имеющих свои бетонные заводы, должны проводить испытание цемента от каждой партии массой более 8 т на нормальную густоту, сроки схватывания, равномерность изменения объема, в отдельных случаях проверять его активность.

Расчетные сопротивления бетона класса В35 (М450)

По предельному состоянию I группы (расчет по прочности, устойчивости, на выносливость)

сжатие осевое — 17,5 МПа (180 кг/см²)

растяжение осевое — 1,15 МПа (12 кг/см²)

По предельному состоянию II группы (по трещиностойкости, прогибам) сжатие осевое — 25,5 МПа (260 кг/см²)

растяжение осевое — 1,95 МПа (20 кг/см²)

скалывание при изгибе — 3,25 МПа (33 кг/см²)

модуль упругости — $3,45 \times 10^4$ МПа ($3,52 \times 10^3$ кгс/см²)

Требования к арматуре. Для армирования ПНПС без ограничений может быть применена арматура: А240-СтЗсп, А300-СтЗсп, Ас300-10ГТ, А400-25Г2С и канаты 15К7 — 1400 (15 — диаметр, 1400 — класс проволоки по условному пределу текучести).

Нормативные (R_n) и расчетные (R_a) сопротивления арматуры растяжению при расчетах мостов

Класс арматуры	R_n , МПа (кгс/см ²)	R_a жсл. дор.	R_a автодор. и город.	Екгс/см ²
А 240	235(2400)	200(2050)	210(2150)	$2,1 \times 10^6$
А 300	295(3000)	250(2550)	265(2700)	$2,1 \times 10^6$
А 400	390(4000)	330(3350)	350(3550)	$2,0 \times 10^6$
15К7-	1295	970	1025	$1,8 \times 10^6$ *
1400	(13200)	(9900)	(10450)	

* $1,8 \times 10^6$ ($1,9 \times 10^6$)-для отдельных канатов К-7, В скобках по $1,7 \times 10^6$ ($1,8 \times 10^6$) -для пучков из канатов К-7. МГСТН-5.02-99

На стержневой арматуре допускается ржавчина, снимаемая металлической щеткой, на канатах К-7 только налет ржавчины — поверхностное окисление, удаляемое сухой ветошью.

Ржавчина и коррозия на поверхности высокопрочной проволоки приводят к тому, что при напряжениях свыше 8500 – 9000 кгс/см² (при эксплуатации ПНПС напряжения от 9000 до 10000 кгс/см²) в поврежденных коррозией проволоках различается процесс хрупкого коррозионного растрескивания, в результате которого от проволоки отторгаются, отделяются куски металла от одной трети до половины диаметра по сечению и от 5 до 10 диаметров по длине, в отличие от постепенного поверхностного ржавления ненапрягаемой арматуры. Примеры хрупкого коррозионного растрескивания высокопрочной проволоки Ø5мм преднапряженных пучков обнаружались в большом количестве при разборке в 1999 г. моста через р. Москву в Лужниках (построен в 1958 г.) в корытообразных балках длиной 22,7 м.

Более 60% (более 200 шт.) балок эстакад были одеты при эксплуатации моста в восьмигонные короба усиления из стали 15 ХСНД, во избежание их обрушения под нагрузкой. При разборке моста одна балка обрушилась от собственного веса, после того, как от нее был отсоединен короб усиления.

Канаты К-7 в бухтах следует хранить не более 6-ти месяцев в сухих проветриваемых помещениях на деревянных поддонах. На стройплощадке и в конструкции канат в пучках необходимо оберегать от дождя и снега, время нахождения его в работе до бетонирования не более 2–3 недель, а интервал между натяжением пучков и инъецированием каналов должен быть не более 2х недель.

Подмости для бетонирования ПНПС, применяемые в ОАО "Мостотрест"

В зависимости от высоты сооружения, его конструкция, условий местности и условий производства работ имеют применение несущие подмости:

слуповые стоечные (ССП) высотой до 12 м из легких, массой до 35 кг, инвентарных элементов, собираемых и разбираемых вручную, на естественном уплотненном основании

балочные (БП) пролетом и высотой до 18 м на башенных опорах, расположенных на ростверках постоянных и временных опор, собираемых и разбираемых средствами механизации на месте или передвигаемых вместе с опалубкой (опалубочной системой) в следующий пролет продольной надвижкой.

Основной элемент ССП — модульная стойка из тонкостенной трубы сечением 76х3,5 и 76х4 мм (связи Ø45х4 мм) под расчетную нагрузку 5–6 тн. Шаг стоек в плане и высота между связями в пределах 1,25 м, связи стоек штыревые или фланцевые, связи на клиньях или на болтах. В качестве регулировочных и раскружающих устройств, стойки снабжены винтовыми домкратами (винтами) с резьбой трап.48х4 и 52х8 с ходом до 650 мм (при свободной длине винта — выходе более 350 мм, между ними необходимо ставить связи в двух направлениях или ограничивать нагрузку на домкрат). Для сооружения сборно-монолитных пролетных строений разработаны ССП со стойками из труб Ø89х5 (связи из труб Ø53х3,5мм, винты трап. 60х8) под нагрузку 20 тс при ходе домкрата до 150мм и 10тс при ходе до 350 мм.

Для предотвращения просадок основания ССП, выравнивание и планировку производить песчаным грунтом, песком и мелким щебнем с послойным уплотнением, укаткой или трамбовкой до получения коэффициента уплотнения $K=0,97-0,98$.

Следует учитывать, что каждое сопряжение дерева с деревом дает посадку при обжатии 2–3 мм, дерева с металлом 1–2 мм, плотно подбитые лежни 10–15 мм, другая осадка подмостей под расчетной нагрузкой при высоте 10 м и напряжениях в металле стоек 1000 кгс/см² — 5 мм и будет увеличиваться с ростом высоты и напряжений. Отклонение стоек ССП от вертикали должно быть не более 1–2 см на 10 м высоты.

Недостаточное или неравномерное уплотнение основания ССП может вызвать переизгиб части стоек, чрезмерно выдвинутые и не раскрепленные дополнительно домкратные винты

могут потерять устойчивость, чему может способствовать раскачивание подмостей от горизонтального воздействия бетононоса, в результате по этим причинам подмости могут сложиться при бетонировании, как домино или картонный домик, такие случаи имели место с аналогичными импортными подмостями. В балочных подмостях для раскручивания используют клинья, песчинцы, старогонные рельсы, у которых режут бетонной режущей стенкой. Если на БП устанавливают опалубочную систему с винтовыми домкратами, то раскручивание производят с их помощью. В БП с пролетами более 8–10 м, без строительного подъема, предусмотренного для компенсации упругого прогиба от уложенного бетона, рабочая нагрузка определяется не несущей способностью балок, а прогибами, которые не испортят внешний вид забетонированного пролетного строения после раскручивания. В связи с этим, напряжения от изгиба в балках подмостей в таких случаях должны составлять не более 0,4–0,6 от допускаемых.

Нагрузки на подмости и опалубку

Вертикальные

собственная масса опалубки, подмостей с объемной массой древесины — 650 кг/м³
бетон свежесуложенный — 2500 кг/м³
масса арматуры не менее — 100 кг/м³
люди, транспортные средства — 250 кг/м²
сосредоточенная нагрузка на настил и палубу — 130 кг
нагрузка от вибрирования (без учета нагрузки от людей и оборудования) — 200 кг/м²

Горизонтальные

ветровые, с учетом коэффициента сплошности конструкции от 0,5 до 1,0 — 50–100 кгс/м²
максимальное давление свежесуложенного бетона на 1 п.м. боковой поверхности опалубки при треугольной эюре $P = 2500 h^2/2$, где h — высота слоя жидкого бетона, как правило, 1,0–1,5 м, в зависимости от мощности вибраторов и темпа укладки бетона, обычно максимальное давление на опалубку не более 4 т/м².

Нагрузки от сотрясений при подеме бетона из бетононоса и выгрузке из бады 400 — 600 кгс/м² (в зоне выгрузки).

Нагрузка от вибрирования в радиусе действия вибратора — 400 кгс/м².

Коэффициенты перегрузки

Массы опалубки и подмостей — 1,1; бетона и арматуры — 1,2

От людей и транспортных средств, бокового давления бетона, от вибрирования, от сотрясений при выгрузке бетона, соответственно — 1,3, по каждой позиции.

При расчете устойчивости против опрокидывания: от давления ветра — 1,2; для удерживающих нагрузок и сил — 0,8.

Расчетные сопротивления деревянных конструкций при учете кратковременных нагрузок повышаются в 1,4 раза.

Предельные прогибы элементов опалубки не более 1/400 пролета элемента и 1/500 пролета опалубки перекрытий (на эту величину прогиба, несущим конструкциям в пролете следует задать предварительный строительный подъем). Габаритные размеры подмостей и опалубки ПНПС должны быть назначены с учетом устройства на них тепляков, укрытий, полостей для работы зимой, для экзотермического выдерживания бетона, для инъектирования каналов при температуре не ниже 10–15°С, а несущие элементы подмостей должны быть рассчитаны на дополнительную ветровую и вертикальную нагрузки от этих сооружений.

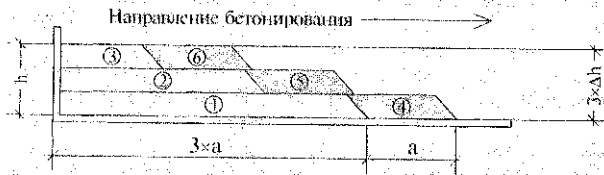
Палубу опалубки для обеспечения растворонепроницаемости выполнять из досок, сплоченных в шпунт или в четверть, толщиной не менее 25 мм или из досок, обшитых водостойкой фанерой или из ламинированной фанеры толщиной 18–20 мм, шаг поперечин (ребер) при этом, для горизонтальных поверхностей 300–350 мм, для вертикальных 350–700 мм (700 мм для доски толщиной более 35 мм). Стыки между листами фанеры, при необходимости клеить герметиком или заклеить скотчем. Местные неровности палубы не более 3 мм, перепад поверхностей в стыках не более 1–2 мм, прямые и острые углы должны быть скруглены радиусом 20 мм

ши фаской 10x10 мм, если не предусмотрено другое. Отклонение очертания кружал подмостей по высоте +20 и -10 мм, отклонение размера между шпалами опалубки в свету -0 и +5 мм. Для получения красивой, гладкой и долговечной лицевой поверхности бетона, без инородных включений и повреждений при свитии опалубки и обеспечении сохранности самой опалубки, следует предохранять смазанные поверхности палубы от загрязнения, дождя и солнечных лучей, применять долговечную смазку, подбираемую по местным условиям. Толщина защитного слоя от наружной поверхности бетона до хомутов не менее 2-2,5 см, отклонение -5 и +10 мм.

Бетонирование ПНПС

Специфика ПНПС требует бетонировать пролетное строение одновременно на полную ширину и высоту, т.е. значительную площадь поперечного сечения, и непрерывно, на полную длину секции или плети между деформационными швами, при этом ширина пролетного строения от 11 до 46 м, длина от 40 до 180 м, высота от 1,20 до 1,75 м, площадь поперечного сечения от 11 до 31 м², объем непрерывно укладываемого бетона от 600 до 2700 м³. При таких условиях единственно возможным является способ бетонирования от торца пролета нисходящими ступенями высотой от 35 до 45 см, с шириной площадок от 1,5 до 2,5 м и скосами бетона от слоя к слою, с укладкой каждого последующего слоя до начала схватывания предыдущего.

Схема бетонирования пролета высотой $h = 1,25 - 1,3$ м



1,2,3,4,5,6 — очередность послойной укладки бетона ступенями $a = 1,5 - 2,5$ м, толщиной $\Delta h = 0,35 - 0,45$ м.

Время от приготовления до начала схватывания бетона — T_{cx} зависит, при прочих равных условиях, от температуры выхода бетонной смеси, температуры окружающего воздуха и от количества введенного пластификатора — замедлителя схватывания ЛСТ-Е и составляет от 1,5 до 3,5 часов. Если из T_{cx} вычесть время транспортировки и время ожидания выгрузки T_{mp} , составляющее от 0,5 до 1,5 часов, то получим время перекрытия слоев T_n от одного до 2-х часов (при повышении температуры воздуха с 10° до 25° T_n сокращается более, чем в 1,5 раза)

$$T_n = T_{cx} - T_{mp}$$

Чтобы уложиться в это время необходимо обеспечить часовую подачу бетона V_c (темп укладки) в объеме:

$$V_c = F \cdot a / T_n \text{ (м}^3/\text{час)}$$

где F — площадь поперечного сечения пролета, a — длина ступени. С учетом всевозможных задержек фактический темп подачи бетона $V_{ф}$ должен быть в полтора-два раза выше V_c , чтобы избежать неблагоприятной работы по очистке арматуры от высохшего раствора, зависшего на ней при подаче бетона в нижние слои.

В зависимости от площади и высоты сечения темп укладки составляет от 30 до 60 м³/час и этот темп должен быть обеспечен средствами доставки и подачи, уплотнения и отделки бетона, ухода за ним, необходимым числом работников с учетом сменности.

При установке бетононасосов с торца пролета и подаче бетона по длинным бетоноводам их производительность должна быть одинакова, а бетоноводы необходимо проверить на герметичность рабочим давлением во избежание протечек раствора, удаление которого будет связано с развязкой каркаса и тяжким трудом.

Детальные указания по бетонированию и тепловому режиму выдерживания бетона ПНПС по каждому объекту

указаны в регламентах, их следует прочитать с рабочими и командирами, проработать на местах работ с показом приемов работы и тренировки, с имитацией нормальной и экстремальной ситуации по всей технологической цепочке и всем исполнителям снизу доверху.

Выдерживание бетона.

Уход за бетоном ПНПС состоит в том, чтобы сохранить в бетоне тепло и влагу и предотвратить образование температурных и усадочных трещин в период набора прочности 75 – 80% от R_{28} . Для этого открытые поверхности должны быть укрыты армированной полимерной пленкой, двумя слоями дорнита, поверх которого дополнительный слой пленки (в случае отсутствия укрытия от дождя) и до набора бетоном 75% проектной прочности или в косям случае не производить распалубку, включая отрыв щитов от бетона, о чем заранее предупредить командиров и рабочих.

При температуре в бетоне 25–30°С для набора указанной выше прочности достаточно 7 суток, а за 15 суток при температуре 20–25°С бетон наберет 90% прочности, поэтому через 7 суток, при указанных параметрах, можно приступить к натяжению пучков.

Натяжение пучков

Проектные усилия натяжения пучков назначаются в размере 0,63–0,67 от их предельной прочности на разрыв, поэтому превышение натяжения снижает запас прочности по арматуре и опасно обрывом прядей. Недонатяжение пучков снижает запас прочности пролетного строения по бетону, увеличивает его деформативность.

При натяжении пучков основным условием отсутствия значительных отклонений в большую или меньшую сторону является соответствие усилий по показанию манометра, вытяжкам (удлинениям) пучков от этих усилий. Для правильной ориентировки в процессе натяжения и

избежания недопустимых ошибок (более $\pm 5\%$ по усилию и $\pm 10\%$ по вытяжке) ниже даны некоторые сведения по этому вопросу.

Усилия натяжения без учета потерь в гидродомкратах залагаемые проектировщиками:

180 – 183 тс для пучков 12x15K7-1400 – (225тс)

295 – 300 тс для пучков 19x15K7-1400 – (357тс)

В скобках для импортных канатов 15K7-1670 класса 1860 по Еuronorme 10138, при этом контролируемые напряжения в проволоке канатов – $\sigma_{нк}$ составляют от 10800 до 11360(13420) кгс/см², при $\sigma_B=17000$ (18960) кгс/см²

Удельная вытяжка $\Delta_{уд}$ (вытяжка 1 пог. м. пучка) при этих напряжениях, без учета потерь на трение в канале, и модуле упругости $E = 1,8 \times 10^6$ кгс/см² составляет от 6,0 до 6,3 мм/м по формуле

$$\Delta_{уд} = \sigma_{нк} / 1000 / E,$$

где 1000 – 1 пог. м. в мм

Полная вытяжка без учета потерь $\Delta = \Delta_{уд} \cdot L$, где L – длина пучка, равная расстоянию между торцами рабочей секции плюс длина заделки на один или два домкрата (при натяжении с двух сторон).

Теоретическая вытяжка с потерями на трение о стенки металлических гофрированных каналов:

$\Delta_T = \Delta \cdot k_1$ – для прямолинейных пучков,

$\Delta_T = \Delta \cdot k_2$ – для криволинейных пучков.

Величина k_1 в зависимости от длины пучка L

$L, м$	40	60	75	90	120	180
k_1	0,952	0,929	0,911	0,895	0,864	0,804

значение k_1 в таблице при натяжении пучков с одной стороны.

При натяжении пучка $L = 180$ м с двух сторон $\kappa_1 = 0,895$; при этом потери предварительного напряжения сокращаются более, чем на 10%.

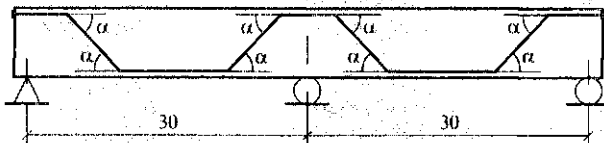
Величина κ_2 криволинейных пучков в зависимости от длины L , угла поворота пучка - α° и числа поворотов - n дана в таблице

$L, \text{ м}$	40		60		75	
α°	4	6,5	4	6,5	4	6,5
n	4	4	8	8	10	10
κ_2	0,939	0,907	0,893	0,852	0,869	0,819
Прим.	натяжение с двух сторон					

$L, \text{ м}$	90		60		90	
α°	4	6,5	4	6,5	4	6,5
n	12	12	8	8	12	12
κ_2	0,845	0,787	0,799	0,727	0,714	0,620
Прим.	с двух сторон		натяжение с одной стороны			

κ , для $\alpha = 9^\circ$ определяется по экстраполяции.

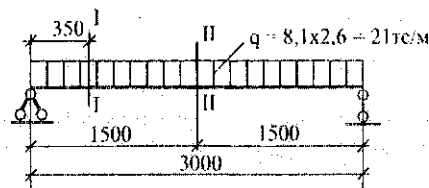
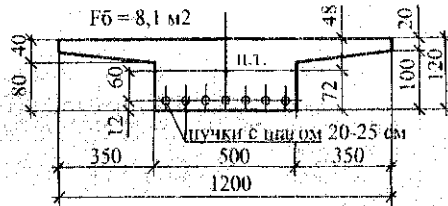
Натяжение криволинейных пучков с двух сторон сокращает потери предварительного напряжения от 20 до 30%.



Для компенсации температурных растягивающих напряжений в бетоне пролетного строения, через 2-3 дня после бетонирования, при прочности не ниже 60% от проектной, практикуют натяжение до 45% пучков на усилке 60-65% от проектного с последующей их дотяжкой при 80% прочности бетона.

Пример определения суммарного усилия натяжения для раскруживания ПНПС и необходимой для этого кубиковой прочности бетона

Сечение по II - II



$$M_1 = 974 \text{ тм}$$

$$M_2 = 2362 \text{ тм}$$

Пролетное строение с расчетным пролетом 30 м, с пучками из 12 канатов 15К7 - 1400, расстояние от нижнего ряда пучков до н.т. бет. сечения $e = 60$ см, толщина и момент инерции бетонного сечения соответственно.

$F_a = 81000 \text{ см}^2$ ($8,1 \text{ м}^2$) $I_B = 1294 \times 10^8 \text{ см}^4$, $y_n = 72 \text{ см}$ - расстояние от н.т. бет. сечения до нижней и $y_g = 48 \text{ см}$ до верхней кромки бетона, соответственно моменты сопротивления

$$W_n = I_B / y_n = 18 \times 10^5 \text{ см}^3 \quad \text{и} \quad W_g = I_B / y_g = 27 \times 10^5 \text{ см}^3$$

Определим растягивающие напряжения от собственного веса в сечениях I - I и II - II по нижней кромке бетонного сечения.

Раскруживание - постепенное включение забетонированного пролетного строения в работу от собственного веса путем опускания подмостей, кружал или натяжения пучков

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_H} = \frac{974 \times 10^5}{18 \times 10^5} = 54 \text{ кгс/см}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{W_H} = \frac{2362 \times 10^5}{18 \times 10^5} = 131 \text{ кгс/см}^2$$

Чтобы нейтрализовать растягивающие напряжения в нижних волокнах следует натянуть столько пучков в суммарным усилием N , чтобы сжимающие напряжения превысили растягивающие.

Примем сжимающие напряжения от пучков $\sigma_H = 150 \text{ кгс/см}^2$, тогда

$$\sigma_H = \frac{N}{F_0} + \frac{N \times e}{W_H} = N \left(\frac{1}{F_0} + \frac{e}{W_H} \right)$$

$$N = \frac{\sigma_H}{\frac{1}{F_0} + \frac{e}{W_H}} = \frac{150}{\frac{1}{81000} + \frac{60}{18 \times 10^5}} = 3284 \times 10^3 = 3284 \text{ тс}$$

При натяжении 18 пучков с усилием $N_1 = 183 \text{ тс}$

$$\sum N_1 = 183 \times 18 = 3294 \text{ тс}$$

$$\sigma_H = \sum N_1 \left(\frac{1}{F_0} + \frac{e}{W_H} \right) = 150,4 \text{ кгс/см}^2$$

Определим напряжения в бетоне от собственного веса и сил натяжения в сечениях I - I и II - II в нижних и верхних кромках, считая растягивающие со знаком + и сжимающие со знаком - по формулам:

$$\sigma_H = -\frac{N}{F_0} - \frac{N \times e}{W_H} + \frac{M}{W_H} \quad \sigma_0 = -\frac{N}{F_0} + \frac{N \times e}{W_0} - \frac{M}{W_0}$$

$$\begin{aligned} \text{сечении I - I:} \quad \sigma_H &= -41 - 110 + 54 = -97 \text{ кгс/см}^2 \\ \sigma_0 &= -41 + 73 - 36 = -4 \text{ кгс/см}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{В сечении II - II:} \quad \sigma_H &= -41 - 110 + 131 = -20 \text{ кгс/см}^2 \\ \sigma_0 &= -41 + 73 - 88 = -56 \text{ кгс/см}^2 \end{aligned}$$

По большему значению напряжений в бетоне находим необходимую кубиковую прочность бетона на сжатие к началу натяжения, которая должна быть не менее $3 \times \sigma_0$ и не менее 300 кгс/см^2 . $3 \times \sigma_0 = 3 \times 97 = 291 \text{ кгс/см}^2$, т.е. прочность бетона должна быть не ниже 300 кгс/см^2 .

Для уменьшения напряжений по низу сечения (97 кгс/см^2) и повышения по верху сечения (4 кгс/см^2) натяжение следует начинать с криволинейных пучков.

Гидродомкраты и насосные станции высокого давления для натяжения пучков

В домкратах и насосных станциях должны использоваться рабочие жидкости группы В (для давления выше 25 МПа):

всесезонное гидравлическое масло ВМГЗ-ТУ101479-79 класса вязкости 10 с температурой застывания - 60°C ,
веретенное масло АУ - ТУ38101586-75 класса вязкости 15 с температурой застывания - 45°C ;

летние индустриальные масла И-20А и И-30А класса вязкости 22 и 32 с температурой застывания - 15°C .

Многочисленное продавливание масла при высоком давлении через малые отверстия мнет, "размывает" масло, в результате чего со временем снижается его вязкость. Для нормальной работы насосных станций и домкратов снижение вязкости не должно превышать 20-30%.

Ниже даны технические характеристики насосных станций и домкратов производства Московской фирмы СТС ОАО Мостотреста.

Характеристика насосных станций

Наименование параметра	Ед. изм.	СН500 3/25	СН700 5/60	СН700 6/60
Давление максимальное	МПа	63	70	70
Давление рабочее	МПа	50	60	60
Подача	л/мин	3	4,7	5,7
Мощность эл. двигателя	кВт	3	7,5	11,0
Частота вращения	об/мин	1440	1450	1460
Объем бака	л	25	60	60
Масса	кг	70	190	210

Характеристика домкратов

Наименование параметра	Ед. изм.	МГД 2600-12	МГД 3700-19	МГД 4500-19
Макс. усилие натяжения при давлении 60 МПа	тс	243	368	459
Площадь натяжения	см ²	406	613	765
Площадь запрессовки	см ²	125,5	170	170
Рабочее давление	МПа	50	60	
Ход натяжения	мм	400		
Ход запрессовки	мм	25		
Подача рабочей жидкости, номинальная	л/мин	3	4,7	5,7
Скорость натяжения при номинальной подаче	мм/мин	74	77	75
Минимальное расстояние между осями пучков	мм	250	340	340
Наибольший диаметр	мм	370	460	520
Длина исходная	мм	910	1030	1040
Длина пучка от торца до захватов домкрата	мм	930	1050	1060
Масса без масла	кг	400	700	800
Масса с маслом	кг	415	725	830

1. Новые домкраты МГД4500-19 разработаны для пучков из импортных канатов 15К7-1670 с использованием насосных станций с рабочим давлением до 50 МПа. При наличии станций с рабочим давлением до 60 МПа можно использовать домкраты МГД3700-19.

2. В таблице указана длина домкратов с ручным устройством групповой заклинки и расклинки цапговых захватов натяжного устройства.

3. Потери давления в гидросистеме, включая домкраты, рукава и распределительную аппаратуру составляют от 1 до 2%, для компенсации их следует добавлять 0,5 – 1 МПа (5 – 10 кгс/см²) к расчетному давлению натяжения пучка.

Комплектуемые изделия для пучков из 12, 19 и 25 канатов, см стр 98 и 99

АК (АК – 12, и т. д.) – анкер конусный в составе обоймы трехлопастных конусов и диска, со стороны домкрата.

АО – анкер обжимной – обойма, обжимные пушки, диск.

УАСКО – устройство анкерное стыковое – куплер – обойма с конусными анкерами внутри и обжимными анкерами по периметру обоймы.

АС – анкерный стакан с конусным пластмассовым переходником.

Гибкие гофрированные каналообразователи свальцованы из особо мягкой стальной ленты шириной 36 мм и толщиной 0,3 мм с образованием гофров и спирального фальцевого стыка. Высота гофров 4 мм, расстояние между ними 9 мм, $\varnothing_{нар} = \varnothing_{вн} + 2 \times 4$ мм.

Для проталкивания канатов 15К7 в каналообразователи или готовые каналы успешно используется станок фирмы “Эбершпехер” с гидроприводом рабочего органа от отдельной насосной станции с давлением 17 МПа, имеющий следующие характеристики:

усилие проталкивания до 350 кгс,

скорость подачи до 6,6 м/сек,

диаметр каната – 12 и 15 мм, длина каната до 150м.

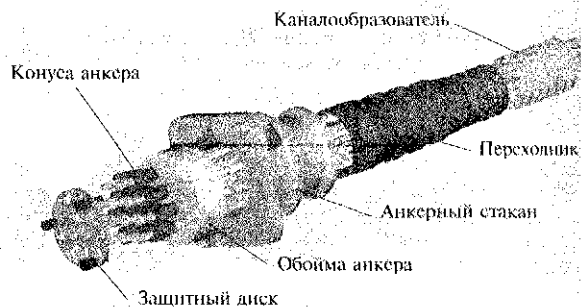
Управление с выносного пульта. Размер паза в сменных толкающих роликах должен соответствовать диаметру применяемого каната (15К7).

**Основные габаритные размеры и массы
комплектующих изделий**

Наименование изделия и параметры	Изм.	Число канатов в лучке			
		12	19	25	
Каналообразователь диаметр внутренний	мм	90	100	115	
Обойма АК	диаметр	мм	180	200	270
	толщина	мм	65	95	105
	масса	мм	10,6	18,7	40,6
Обойма АО	диаметр	мм	180	200	-
	толщина	мм	50	70	-
	масса	мм	8,5	18	-
Конус трехлопастный	длина	мм	47		
	Øбольшой/Øмалый	мм	28/18		
Втулки АО*	диаметр/длина	мм	34,5/61 до обжатия 30,5/75 после обжатия		
Диски АК и АО диаметр/толщина	мм	154/10	180/10	205/10	
	размер торца	мм	250x250	320x320	360x360
	длина	мм	250	325	320
Переходник конусный	длина	мм	23,5	51,4	76
	Øбольшой	мм	133	177	171
	Øмалый	мм	190	108	116
Обойма УАСКО	длина	мм	400	500	410
	Øнаруж./Øвнутр.	мм	236/180	260/200	-
	масса	мм	146	145	-
		мм	29	33,6	

*Втулки АО поставляются в комплекте с винтовой пружинной треугольного сечения.

Детали анкерки пучка

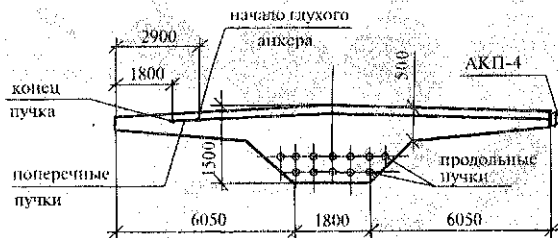


Анкерно-стыковое устройство УАСКО



Фирма СТС Мостотреста выпускает аналогичный гидравлический станок со скоростью подачи 3 м/сек.

Поперечное армирование ПНПС плоскими пучками из канатов 15К7



В пролетных строениях с большим вылетом консолей плиты проезжей части относительно несущего ядра, во избежание недопустимого раскрытия трещин, целесообразно применение поперечного напряжения бетона плиты пучками из 4 канатов 15К7, расположенными в один ряд в плоском каналообразователе с внутренними размерами 90x21 мм. Пучки располагают в плите с шагом 300–400 мм вдоль пролета, при этом один конец пучка не доходит на 1,5–2,0 м до края консоли и имеет глухой анкер с распушкой конца каната “фонариком”, второй конец проходит через анкерный стакан АСП — 4 для натяжения пучка с одной стороны. По длине пролета через один пучок, анкерные стаканы чередуются с глухими анкерами с шагом 600–800 мм. Натяжение 4-х канатов плоского пучка производится одновременно с использованием анкерной плиты АКП с 4-мя отверстиями под конуса в один ряд двойным домкратом без запрессовочного устройства на усилие — 62+1,9 тс, где 1,9 тс — дополнительное усилие на компенсацию потерь от затяжки конусов после сброса давления в домкрате, в результате чего и происходит

анкеровка канатов без запрессовки. очередность натяжения поперечных пучков в увязке с продольными указывается в проекте, исходя из конструктивных особенностей пролетного строения.

Инъектирование каналов ПНПС

В связи с тем, что натяжные пучки в большей степени подвержены коррозии (см. выше), а инъекционный раствор должен набрать к моменту раскручивания и снижения температуры бетона не менее 70% от прочности 30 МПа, инъектирование каналов следует начинать без задержки, сразу по окончании натяжения пучков. Предельный срок допускаемый СНиП 3.06.04-91 от окончания натяжения первого пучка до инъектирования его канала должен быть не более 15 суток. В осенне-зимний период надо принимать меры для уменьшения потери температуры бетона, набранной при его экзотермической выдержке, вести работы в тепляке, при этом температура в канале должна быть от 10 до 25°С, а температура инъекционного раствора не выше 30°С (повышение температуры инъекционного раствора с 10–15°С до 30°С вдвое сокращает время его жизнедеятельности при инъектировании).

Свойства цементно — водного инъекционного раствора (и.р.)

И. р. должен обладать следующими свойствами: хорошей подвижностью, определяемой текучестью, небольшим оседанием, прочностью и морозостойкостью.

Текучесть — способность и.р. проникать в канал и заполнять все щели и зазоры, (чтобы защищать пучок от коррозии и надежно соединять с бетоном конструкции).

Текучесть измеряется временем продавливания поршнем с коническим концом массой 5 кг слоя и.р. высотой 500 мм в трубе прибора — текучестемера при калибровом зазоре между поршнем и стенкой трубы 1,9 мм. Значение текучести должно быть не более 40 сек сразу после приготовления и не более 80 сек через 1 час.

Оседание — уменьшение первоначального объема в период 24 часов твердения с образованием паузы. Отно-

шение объема пазухи к общему объему в процентах выражает величину оседания, которая должна быть не более 2%.

Прочность и. р. определяется на кубиках 10x10x10 см и должна быть в возрасте 7 суток не менее 20 МПа (200 кгс/см²) и не менее 30 МПа в возрасте 28 суток.

Морозостойкость и. р. имеет иное содержание, чем морозостойкость бетона и заключается в том, что и. р. в возрасте 7, 14 и 28 суток не должен увеличивать своего объема при однократном трехчасовом охлаждении до минус 23°С. Для каналов с металлическими стенками проверку и. р. на морозостойкость производят только при В/Ц более 0,4.

Для приготовления и. р. следует применять снежий, без комков, бездобавочный цемент нормированного состава ПЦ500 ДО – Н (цемент с добавками дает раствор с большим оседанием и медленно твердеющий), **пластифицирующую добавку ЛСТ–П** (порошковую) в количестве 0,2 – 0,3% от массы цемента (увеличение добавки сверх 0,3% замедляет процесс твердения и увеличивает оседание).

Воздуховывлекающую добавку СНВ при приготовлении и. р. в скоростном смесителе (см. ниже) применять не следует. **Дозировать цемент** следует по весу, удобно использовать цемент в мешках по 50 кг заводской упаковки. На замес в 70 литров (0,6-0,7 от емкости смесителя) при коэффициенте выхода 0,7 требуется 100 кг цемента.

Вода при В / Ц = 0,35 – 0,38 В = Ц x В/Ц = 35-38 л.

ЛСТ – П = 0,3%Ц = 0,003 x 100 = 0,3 кг.

Температура воды затворения в зимнее время не должна превышать 40°С, чтобы не поднять температуру и. р. на выходе из смесителя более 30°С, с учетом экзотермии цемента.

Оптимальная скорость заполнения канала 2,5–3,0 м/мин обеспечивает хорошее, без воздушных пузырей, заполнение и. р. всех щелей и зазоров в пучке и канале, и не приводит к образованию пробок в процессе инъеци-

рования. По этой скорости и сечению канала, за вычетом канатов, определяют максимальную подачу и. р. в литрах в минуту – **Пмакс** и необходимую производительность нагнетательной установки в литрах в час – **П₆₀**.

Пмакс = V_р' x 3, где V_р' – теоретический расход раствора в л. на 1 п.м. (см. ниже)

3 м/мин – максимальная скорость заполнения.

Для канала Øв = 90 мм с пучком 12 x 15К7

Пмакс = 5x3 = 15 л/мин, П₆₀ = 15x60 = 900 л/час

В таблице даны ориентировочные расходы и. р. и цемента на 1 п.м. канала с пучками из 12 и 19 канатов и плоским пучком из 4 канатов.

Размер канала, мм	Теорет. Расход и.р. л/м	Расход и.р. с учетом коэффициента потерь		Расход цемента, кг/м
		κ = 1,1	κ = 1,2	
Øв 90	5	5,5	6	7,85-8,6
Øв 100	5,5	6	6,6	8,6-9,4
90 x 21	1,5	1,65	1,8	2,35-2,6

Технологические потери раствора связаны с выпуском шлама (смеси раствора и воды, которой заполнен канал перед подачей раствора) из воздухоотводящих трубок по длине канала и с конца канала на торце блока.

Для прямолинейных пучков κ=1,1; для криволинейных κ=1,2. Расход цемента по коэффициенту выхода 0,7 Ц = V_р / 0,7.

Теоретический расход и. р. определен с учетом гофров на каналообразователе, стыков и конусов на переходниках, с небольшим округлением.

Величина необходимого давления и. р. для инъецирования каналов длиной до 120 м составляет от 1,5 до 4 ат, при этом возможен кратковременный подъем давления до 8 ат. Длительная работа с высоким давлением и малыми подачами раствора, при преодолении препятствия в канале, вызывает прессование раствора с отжимом воды и

образованием пробок в шланге и канале. Для наилучшего заполнения канала и р. опрессовку до конечного давления 6–6,5 ат производить ступенями по 1,5–2 ат с выдержкой на каждой по 1,5–2 мин.

Для обеспечения безопасности работ, во избежание обрыва креплений в системе подачи раствора и повреждения бетона конструкции от избыточного давления в каналах, рабочее давление и, р. не должно превышать 10 ат.

Гидравлическая установка для приготовления и нагнетания и. р. VS-S-30 фирмы "Оберман", Германия.

Установка VS-S-30 отличается от применяемых до настоящего времени установок эффективным скоростным смесителем с крыльчаткой и центробежным циркуляционным насосом, нагнетательным насосом с бесступенчатой глубокой регулировкой давления и производительности — скорости, подачи и. р. Смеситель VS-S-30 производит более качественное приготовление и. р. с повышенной текучестью при сокращении времени смешивания до 10 раз, при этом не допускается длительное перемешивание и. р. (более 30 — 40 сек) на максимальных оборотах ротора во избежание перегрева раствора и его загустевания.

Установка выполнена по схеме: электродвигатель вращает гидронасос, от которого работают три гидромотора для индивидуального привода роторов смесителя, накопительного бака и вала нагнетательного насоса с бесступенчатой регулировкой скорости вращения.

В качестве нагнетательного шланга следует использовать резиновые напорные рукава класса Г (IV) или III (VII) с рабочим давлением 10 ат (1 МПа) (см стр. 216); внутренним диаметром 25 мм со штуцером с проходным диаметром 19 мм, с 4-мя уступами и креплением на шланге двумя хомутами. Для вворачивания в гнездо стакана — на шту-

пере-резьба М24. На коротких, длиной до 25–30м, каналах с металлическими каналообразователями при работе с установкой VS-S-30 возможно производить нагнетание и. р. без предварительного заполнения каналов водой, если давление при этом не будет превышать 1,5–3 ат, а каналы были предварительно проверены на проходимость. Ориентировочная производительность при инъецировании каналов установкой VS-S-30 с опытным персоналом: до 10 каналов Øв = 90 мм длиной до 40 м за 8 часов, и 48 каналов за двое суток непрерывной работы.

Техническая характеристика VS-S-30

Наименование параметра		Ед. изм.	Количество
Емкость баков	Водяного	л	70
	Смесителя	л	130 (80)
	Накопителья	л	230
Частота вращения ротора смесителя		об/мин	50-1350
Время смешивания		сек	30-80
Частота вращения ротора накопителья		об/мин	50-150
Производительность нагнетат. насоса		л/мин	до 30
Макс. давление нагнетания		МПа	до 1,5
Электродвигатель	Мощность	кВт	7,5
	частота вращения	об/мин	1440
Масса установки		кг	750

(80) — полезная емкость

Фирма СТС Мостогрест выпускает гидравлическую установку для смешивания и инъецирования смеси УСИ-20/100/160 производительностью 20 л/мин при давлении до 2 МПа со смесительным баком емкостью 100 л и накопительным — 160 л с электродвигателем мощностью 5,5 кВт. Масса установки — 480 кг.

Защита бетона и железобетона транспортных сооружений от коррозии

Коррозия бетона

В отличие от морозного разрушения бетона в результате механического воздействия замерзающей в порах и капиллярах бетона воды, коррозия бетона — это разрушение цементного камня в результате химических процессов, происходящих в бетоне под воздействием агрессивных к бетону химических соединений внешней воздушной и водной среды или от взаимодействия избыточных свободных щелочей цемента, гидроксидов натрия и калия, когда их более 0,6-1,0% с растворимым аморфным кремнеземом (опал, халцедон), содержащимся в песке и щебне в количестве более 50 ммоль/литр.

Признаками коррозии бетона могут быть шелушение, выкрашивание, осыпание поверхностных и более глубоких слоев, и трещины, в результате роста кристаллов «цементной бациллы» при сульфатной агрессии, появление трещин белых пятен, потеков и сталактитов, при выщелачивании, фильтрации воды через бетон и углекислотной агрессии. Разрушение бетона может прогрессировать и тогда цементный камень может превратиться в рыхлую пористую или несвязную слизобразную массу.

Часто процессы размораживания и коррозии в теплотном насыщенном водой бетоне идут одновременно и тогда разрушение бетона и коррозия находящейся в нем арматуры намного ускоряется.

Коррозия арматуры в бетоне

К.а. в бетоне — процесс е-ржавления с образованием продуктов коррозии в виде сплошного слоя, отдельных пятен и язв, с потерей расчетного сечения, снижением прочности, пластичности, увеличением хрупкости.

Коррозионное растрескивание предварительно напряженной арматуры — клинообразное послойное расслоение металла приводит к полной потере несущей способности арматурного элемента. Рост коржей ржавчины на стерж-

невой арматуре вызывает откалывание защитного слоя бетона, что усиливает и усугубляет дальнейшее разрушение арматуры.

Защита бетона и железобетона

Противостоять агрессивной среде и размораживанию позволяет в первую очередь плотная структура бетона. Она создается последовательно при проектировании его состава: приотгодеииии, укладке и выдерживании. Это структура бетона с низкой водопроницаемостью, W_8 и выше, низким — менее 4,2% — водопоглащением, с расходом цемента в зависимости от класса бетона не менее 290 и не более 500 кг/м³ и водоцементным отношением ниже 0,45, с использованием разжижителя-суперпластификатора С-3 или пластификатора-замедителя схватывания ЛСТ-Е, воздухововлекающих добавок СНВ или КТН. Цемент, как правило, должен быть ПЦ500ДО-Н с содержанием трехкальциевого алюмината (C_3A) не более 8%, а в случае сульфатной агрессии — сульфатостойким ССПЦ400ДО или ССПЦ500Д10 с содержанием C_3A не более 5% и трехкальциевого силиката (C_3S) не более 50%.

В массивных конструкциях во избежание образования температурных трещин следует проявлять осторожность при назначении высоких классов (марок) бетона без отвода из массива тепла, выделяющегося при твердении. Чем выше марка, тем больше цемента, тем выше тепловыделение и саморазогрев и, следовательно, большая вероятность образования трещин.

Подвижность бетона П2 и П3 (если не требуется большая) совместно с интенсивной вибрацией должна обеспечить бетону при укладке высокую плотность и надежную защиту арматуры.

Во избежание образования усадочных и температурных трещин бетон при выдерживании не должен терять влагу и иметь значительный перепад температур в наружных и внутренних слоях. Для этого бетон естественного твердения следует выдерживать в опалубке и под влагозащитной

пленкой не менее 7 суток. В необходимых случаях на наружных поверхностях и опалубке устанавливают теплоизоляцию для выравнивания температур по сечению согласно теплотехнического расчета.

На стадии эксплуатации в зависимости от принятой при проектировании конструкции категории по трещиностойкости, силовые трещины должны отсутствовать или иметь раскрытия не более 0,15–0,2 мм при отсутствии увлажнения, фильтрации воды через бетон или наличии защиты от нее.

Защиту арматуры от коррозии обеспечивает целочная среда цементного камня, содержащая до 15% гидрокиси кальция — $\text{Ca}(\text{OH})_2$, в результате чего на поверхности арматуры образуется при твердении бетона пассивирующая пленка, поглощающая даже легкий налет ржавчины.

Под воздействием внешней среды в наружном слое бетона толщиной до 2 см происходит процесс карбонизации — образование соединений карбоната кальция — CaCO_3 , способствующего с одной стороны повышению долговечности бетона, с другой — снижающего его защитные свойства к арматуре в связи с уменьшением гидрокиси кальция. При малой толщине защитного слоя карбонизированный бетон достигает арматуры и после разрушения пассивирующей пленки арматура может ржаветь.

Минеральные добавки, используемые в цементях для общестроительных работ, связывают часть гидрокиси кальция и уменьшают защитные свойства бетона, поэтому для бетона транспортных сооружений необходимо применять бездобавочный цемент нормированного состава, имеющий также низкие деформации усадки, высокую атмосферостойкость, морозостойкость и среднюю сульфатостойкость.

Тепловая обработка бетона (прогревание и другие способы) ускоряет поглощение $\text{Ca}(\text{OH})_2$, снижает содержание свободной окиси кальция, повышает проницаемость и уменьшает длительность защитного действия бетона на арматуру, особенно при жестких режимах твердения, при малом времени выдерживания до начала тепловой обработки,

быстром подъеме температуры и быстром остывании. При недостаточной влажности происходит пересушивание бетона, образуются структуры с крупной сквозной пористостью и микротрещинами, т.е. структуры бетона, которые не могут противостоять агрессивной среде и с существенно сниженной способностью бетона защищать арматуру, что проявляется с течением времени.

При необходимости тепловой обработки следует применять мягкие режимы с выдержкой не менее 4 часов, подъемом и снижением температуры не более 10°C в час и максимальной температурой нагрева не более $60\text{--}70^\circ\text{C}$.

Защитный слой бетона в свету должен быть не менее 3–5 см для рабочей арматуры и 2–3 см для хомутов в зависимости от агрессивности среды и расчетного срока эксплуатации.

При сульфатной агрессии грунтов, грунтовых вод и морской воды, когда содержание сульфатов в воде превышает 800 мг/литр, а растворимых сульфатов в грунте 0,2%, необходимо применять сульфатостойкий порландцемент с добавлением С-3 и СНВ для повышения морозостойкости бетона. Плотный бетон на сульфатостойком цементе с водопоглощением менее 5% не разрушается в морской воде десятки лет.

При погружении свай в грунт с содержанием сульфатов в грунтовой воде более 3000 мг/л, помимо применения сульфатостойкого цемента, поверхность свай следует пропитывать горячим битумом или наносить эпоксидное покрытие на основе смолы ЭД-5, а на фундаментах — выполнять оклеечную битумную изоляцию.

К защите открытых поверхностей бетона прибегают для prolongации срока службы сооружения при значительной агрессивности внешней среды и наличии на поверхностях дефектов в виде раковин, пузырей, пор, сколов бетона и трещин. Для этого используют защитно-отделочные и защитные покрытия из дихлорвиниловых, хлоркаучуковых, эпоксидных, полиуретановых материалов, которые однако в связи с ограниченным сроком службы от 3 до 5 лет требуют периодического возобновления.

Для предотвращения существенно вреда от внутренней коррозии бетона, развивающейся при переменной влажности и температуре выше 15°C, следует не допускать использования порландцементов, содержащих более 1% свободных щелочей совместно с заполнителями бетона, содержащими более 50 ммоль/л растворимого кремнезема. Эти заполнители нельзя также использовать совместно с противоморозной щелочесодержащей добавкой K_2CO_3 (поташ).

Категории конструкций по трещиностойкости,

СНиП 2.03.01-84*п.1.16

1-я категория — образование трещин не допускается.

2-я категория допускается ограниченное по ширине, непродолжительное раскрытие трещин от временной нагрузки.

3-я категория — допускается ограниченное по ширине, продолжительное раскрытие трещин от постоянной нагрузки.

Предельно допустимые значения ширины раскрытия трещин при расчетах железобетонных конструкций

По СНиП 52-01-2003 п.6.4.5: из условия сохранности арматуры — 0,3 мм при продолжительном и 0,4 мм при непродолжительном раскрытии; из условия ограничения проницаемости — 0,2 мм и 0,3 мм соответственно. Для массивных гидротехнических сооружений — не более 0,5 мм, если нормативными документами по условиям работы не установлено иное значение. Ширина раскрытия трещины в конструкциях может также устанавливаться по эстетическим соображениям.

По СНиП 2.05.03-84*, таб. 39, для элементов мостов и труб с напрягаемой арматурой, относящихся к категории 3В, ширина раскрытия трещин не должна превышать 0,3 мм, а в местах попеременного замораживания и оттаивания, более 50 циклов в год — 0,1 мм.

Защита металлоконструкций мостов от коррозии способом окрашивания

При защите м.м. методом окрашивания, наибольший срок службы, не менее 15 лет, во всех климатических районах, имеет система покрытия Stelpani, состоящая из поли-

уретановой цинкосодержащей грунтовки Stelpani-Pu-Zink толщиной $\Delta=80-100$ мкм, промежуточного полиуретанового покрытия Stelpani-Pu-MicaHS $\Delta=70-90$ мкм и покрывного полиуретанового слоя, устойчивого к солнечной радиации и износу Stelpani-Pu-MicaUV $\Delta=70-50$ мкм. Общая толщина этой системы — 220-240 мкм.

Система покрытия из отечественных материалов в составе цинконаполненных грунтовок ЦВЭС и Цинотан $\Delta=80-100$ мкм и покрывных слоев из эмалей к ЦВЭСу — «Винкилор», а к Цинотану — ПовитонУР и ПовитонУР(УФ), имеют срок службы 8 и 12 лет в умеренно холодном климате, при общей толщине покрытия 140-160 и 190-210 мкм соответственно для I и II системы.

Перед окрашиванием поверхности м.м. абразивной обработкой песком или дробью очищают от прокатной окисины и ржавчины до серого или темно-серого цвета с оптимальной шероховатостью 30-40 мкм, очищают от загрязнений и обезжиривают. Не позднее 24 часов после подготовки поверхности в условиях цеха и 6-8 часов на монтажной площадке при температуре воздуха от 5 до 30°C и относительной влажности не более 70-80% производят окрашивание. Кистями и валиками окрашивают труднодоступные места, углы, острые кромки, остальные поверхности — краскораспылителями и безвоздушными агрегатами, отдавая предпочтение последним. Толщина слоя за один проход пневмораспылителем — от 30 до 40 мкм и от 40 до 100 мкм — безвоздушным агрегатом, за счет повышения рабочей вязкости материала.

Срок сушки слоев при температуре 15-20°C — 2-3 часа.

Необходимо иметь в виду, что окрасочные составы Stelpani наносимые распылителями на открытой площадке, далеко разносятся и ничем не смываются, а покрывной слой более других вреден для здоровья, поэтому маляры, как правило, должны работать в вентилируемых скафандрах, а в помещениях и коробках должна действовать эффективная вентиляция.

Гидроизоляционные материалы, применяемые в Мостотресте на проезжей части мостов

Последние 8–10 лет и в настоящее время на железобетонных и стальных мостах с железобетонной плитой применяют отечественные г.м. **Изопласт** и **Мостопласт** и импортную систему **Сервилек** — **Сервилек**, а на мостах со стальной ортогональной плитой — **Мостопласт**, импортную эпоксидно-полиуретановую композицию фирмы «Зика» и **Сервилек** — **Сервилек**. Основные характеристики этих материалов, включая расход на 1 м² и цену, даны ниже.

Изопласт и **Мостопласт** — современные битумно-полимерные наплавляемые рулонные материалы, состоящие из полиэфирного нетканного полотна, покрытого с двух сторон битумно-полимерной мастикой, с присылкой из песка, с верхней и разделительной легкоплавающей полимерной пленкой с нижней стороны.

Завод «Изофлекс» в г. Кириши Ленинградской обл. производит 12 марок **Изопласта** и одну **Мостопласта**.

На мостах применяют изопласт П-5,5, ЭМП-5,5 толщиной 5,5 мм и мостопласт ТУ5744-025-01393697-99 такой же толщины, что позволяет выполнять гидроизоляцию из этих материалов в один слой.

Параметры материала	Изопласт-ЭМП-5,5	Мостопласт
Масса 1 м ² , кг	5,5	5,5
Прочность полоски b = 50 мм, кгс	>60	≥100
Температура теплостойкости, °С	+120	+130
Температура хрупкости, °С	-25	-32
Температура гибкости, °С	-15	-25
Длина рулона, м	10	8
Масса рулона, кг	55	44
Цена 1 м ² , руб/\$ США на 10.2004 г.	106/3,8	126/4,5

Под литой асфальт с температурой -220°С должен применяться «Мостопласт Л» с теплостойкостью 150°С.

Изопласт и Мостопласт позволяют вести работы при температуре до -10°С.

Прогнозируемый срок службы Мостопласта от 30 до 40 лет (межремонтный срок службы асфальтового покрытия — 8 лет).

Рязанский завод «Технофлекс» выпускает г.м. Технопластность с индексами Б и С соответственно для железобетонной и стальной плиты с характеристиками, аналогичными Изопласту и Мостопласту, кроме теплостойкости, равной у ТЭМ-Б — 100°С и ТЭМ-С — 150°С и температуры хрупкости, равной 35°С у обеих марок. Оба эти материала применяют на транспортных объектах г. Москвы и Санкт-Петербурга.

Трехслойная композиция Германской фирмы «Зика», по заключению СоюздорНИИ, имеет выдающуюся устойчивость против химикатов и перепадов температур, стойкость к толчкам и ударам, и теплостойкость до 150°С.

Толщина 3-х слоев мастики 4–4,5 мм, общая масса 5,5–6 кг/м², плюс 3–3,5 кг/м² гранитного щебня фракции 2–5 мм.

Первый антикоррозийный слой — Икозит ЕЖ-1 и второй защитно-сцепляющий — Икозит-Хафтмасса — двухкомпонентные композиции на основе эпоксидных смол, третий, буферный слой — Епла на основе битума.

В защитно-сцепляющий слой внедряют сухой чистый щебень фракции 2–5 мм, а в буферный слой — сухой черный щебень, предварительно обработанный специальной эмульсией.

Технологией предусмотрены перерывы не менее 24 часов между нанесением предыдущего и последующего слоев, много ручной немеханизированной работы, требуется оборудование для смешивания компонентов, гильотинные ножницы для измельчения брикетов мастики буферного слоя, битумосмесительный котел с температурой нагрева

220°С - 240°С для приготовления. Едва, бетономешалка для приготовления черного щебня с длительностью цикла 30 минут.

Выполнить работы с материалами фирмы «Зика» можно при температуре +10°С и выше. Ориентировочная цена материалов на 1 м² 38,5\$ за 1 м² (т.е. в 8,5 раз дороже Мостопласта), начало применения Мостотрестом на стабильных мостах – 1997 г.

Двухслойная система Сервидек-Сервипак Корпорации «Грейс» включает мастичный слой Сервидек из двухкомпонентного каучуко-битумного компаунда толщиной 1 – 1,5 мм, наносимый «холодным» способом при температуре +10°С и выше, и защитно-сцепляющий слой из пластин Сервипака толщиной 6 мм, размером 2 x 1 м, спрессованных из известково-битумной смеси с обкладкой с двух сторон битумизированным картоном.

Листы Сервипака укладывают на невысохший Сервидек, прикатывают ручным катком массой 30-40 кг, после чего продольные и поперечные стыки Сервипака промазывают грунтовкой и соединяют самоклеющейся лентой Армотэп, шириной 100 мм и толщиной 1,2 мм. В срок не ранее 7 и не позднее 14 дней следует произвести укладку асфальта.

Ориентировочная цена материалов Сервидек-Сервипак 25 \$/м², начало применения Мостотрестом – 1995 г.

Подготовка изолируемой поверхности.

Подготовка поверхности производится для всех перечисленных выше г.м. следующим образом:

Стальную ортотропную плиту очищают пескоструйным или дробеструйным аппаратом до полного удаления прокатной окатчины, до матового светлосерого цвета с шероховатостью поверхности по 4 классу чистоты обработки, Rz = 20-40 мкм, жировые пятна удаляют щелочными растворителями, с последующей промывкой водой.

Бетонные поверхности под изоляцию должны быть прочные (марка бетона 250-300, В20-В22,5), ровные, шероховатые, получаемые после затирки затирочными машинами или ручными терками, после вакуумирования или без него.

При наличии на поверхности блестящей цементной пленки, она удаляется пескоструйной очисткой или водой под давлением 150-180 бар.

Необходимость в струйно-абразивной очистке уточняется пробой на отдира полоски шириной 50 мм, вырезанной из приклеенного к бетону г.м. Отрыв должен происходить по мастике, а не по бетону (адгезия – прилипание), при испытании адгезиометром должна составлять не менее 2-3 кгс/см². На поверхности металла или бетона, подготовленной к изоляции, не должно быть неровностей и выступов, на которых возможно повреждение г.м.

Поверх г.м. «Зика», Сервидек-Сервипак и Мостопласт укладывают двухслойное асфальтобетонное покрытие толщиной 100-110 мм повышенной плотности и водонепроницаемости, по Изопласту выполняют бетонный, армированный сеткой, защитный слой толщиной 40 мм, поверх него 2-х слойное асфальтовое покрытие.

Согласно приложения Б Московских городских строительных норм на проектирование мостовых сооружений (МГСН 5.02-99) установлен прогнозируемый срок службы гидроизоляции – 20 лет, асфальтового покрытия – 10 лет.

Материалы для гидроизоляции вертикальных поверхностей.

В зависимости от конструкции, назначения и ответственности сооружения гидроизоляцию выполняют из наплавляемых рулонных материалов типа Изопласта, из горячей битумно-полимерной мастики Изопласт с последующей защитой рулонным Изопластом, из герметика Армупласт, производства фирмы «Уретал» г. Москва.

Аэропласт — жидкий двухкомпонентный уретановый герметик холодного отверждения, образующий резиноподобный материал с прочностью на разрыв 6—10 кгс/см² и величиной сцепления с бетоном (адгезией) 7—9 кгс/см². Нужная толщина пленки, 2 мм, образуется за несколько проходов (от 2 до 6) шпательной или безвоздушным напылением после частичного отверждения каждого предыдущего слоя за время от 1 до 1,5 часов летом, и до 6—8 часов зимой. Время полного отверждения 6—8 суток, при этом, в течение 4—5 дней материал сохраняет липкость.

Аэропласт не требует предварительной грунтовки поверхности праймером и допускает работу при температуре воздуха до -10°С, расход материала 2—2,5 кг/м².

Для защиты гидроизоляционных материалов на вертикальных поверхностях применяют рулонный материал Дельта-МС Германской фирмы «Деркен», состоящий из полиэтиленовой композиции с рельефной ячеистой поверхностью с плоскими шпателями высотой до 10 мм и толщиной стенки не менее 0,5 мм, по цене 3,7 \$/м², и аналогичный отечественный материал **Гидропласт** завода пластмасс г. Нелдово Тверской области, по цене 2,85 \$/м².

Полотна Дельта-МС или Гидропласта пристреливают специальными дюбелями к заизолированной вертикальной поверхности в отдельных точках, шагом от 50 до 75 см, или приклеивают, с плотным прижатием шпелов к изоляции, после чего присыпают грунтом. Благодаря ячеистой структуре защитный материал работает как вертикальный дренаж, снимая гидростатическое давление воды с защищаемой поверхности.

Деформационные швы в автодорожных мостах. Температурные и другие перемещения пролетных строений в уровне д.ш.

Коэффициент линейного расширения α для сталежелезобетонных и стальных пролетных строений равен $1,2 \times 10^{-5}$, для железобетонных $= 1,0 \times 10^{-5}$.

В общем случае, для предварительной оценки величины перемещений и выбора типа д.ш. для мостов в средней климатической зоне, перепад температур можно принять от +35 до -35°С. При этих условиях температурное перемещение 1 п.м. пролетного строения из стали с ортотропной или железобетонной плитой составит:

$$\Delta'_M = 1,2 \times 10^{-5} \times 1000 \times 70 = 0,84 \text{ мм/м,}$$

а общее перемещение с учетом временной нагрузки

$$\Delta'_M = 0,84 \times 1,2 = 1,008 \approx 1 \text{ мм/м}$$

Для железобетонного пролетного строения:

$$\Delta'_{ж} = 1,0 \times 10^{-5} \times 1000 \times 70 = 0,7 \text{ мм/м.}$$

а общее, с учетом временной нагрузки, усадки и ползучести бетона

$$\Delta'_{ж} = 0,7 \times 1,4 = 0,98 \approx 1 \text{ мм/м}$$

Полное перемещение конца пролетного строения на подвижной опорной части

$$\Delta = \Delta' \times L, \text{ мм}$$

где L — длина пролета в м. При опирании на резиновые опорные части перемещение одного конца равно $\Delta/2$.

Выбор типа д.ш. в зависимости от величины перемещения и требований водонепроницаемости, плавности проезда и бесшумности.

$\Delta = 5—10$ мм — д.ш. закрытого типа с латунным компенсатором и непрерывным асфальтобетонным покрытием толщиной не менее 70 мм;

$\Delta = 10—15$ мм — д.ш. заполненного типа с латунным компенсатором и зазором 40 (60) мм, организованным в асфальтовом (цементобетонном) покрытии, заполненным полимерно-битумной или резинобитумной мастикой.

$\Delta = 50-100$ мм — д.ш. перекрытого типа с плоским скользящим металлическим листом;

$\Delta = 100-200$ мм — д.ш. перекрытого типа со скошенным скользящим металлическим листом;

$\Delta = 200-500$ мм — д.ш. перекрытого типа с металлическими гребенчатыми плитами (гребенками) скользящего или консольного типа;

$\Delta = 10-70$ мм — д.ш. с одиночными резиновыми компенсаторами;

$\Delta = 50-100$ мм — и далее до 975 мм — модульные д.ш. с резиновыми компенсаторами, включающие от 2 до 15 модулей (одиночных компенсаторов).

В д.ш. перекрытого типа скользящие элементы, как правило, прижимаются к окаймлению цилиндрическими или тарельчатыми пружинами с усилием от 1,5 до 2 тс на пог. метр шва, под плоским скользящим листом или гребенкой, возможна прокладка из резины. Д.ш. перекрытого типа, за исключением гребенчатых, не вполне обеспечивают плавность проезда и требование бесшумности.

Резиновые компенсаторы д.ш. специальных профилей изготавливают экструзивным способом (выдавливанием через мушкетер) длиной до 30 метров из хлоридо-бензо-масло-озоно-морозостойкой резины с прочностью при разрыве $R \geq 100$ кгс/см², относительным удлинением $\delta \geq 400\%$ и температурой хрупкости $t_{хр} = -50^\circ\text{C}$ и ниже.

Д.ш. закрытого и заполненного типа, с резиновыми одиночными и модульными компенсаторами составляют группу водонепроницаемых, бесшумных (без стука) д.ш. Требование бесшумности предъявляется к д.ш., устанавливаемых на мостах и путепроводах на дорогах I и II категорий и городских.

Д.ш. перекрытого типа и со скользящими листами, скользящими и консольными гребенками составляют группу

водонепроницаемых д.ш., в которых отвод воды должен быть предусмотрен с помощью резиновых и металлических лотков, доступных и удобных для осмотра и очистки от песка и ила.

Элементы д.ш. рассчитывают на вертикальную нагрузку от заднего колеса автомобиля А11 (Н30) величиной 5,5 (6) тс с динамическим коэфф. $1 + \mu = 2$ и коэфф. надежности (перегрузки) $n = 1,5$ (1,4),

в итоге, расчетная вертикальная нагрузка:

$$P = 5,5 \times 2 \times 1,5 = 16,5 \text{ (16,8) тс,}$$

а расчетная горизонтальная нагрузка:

$$N = (0,5 - 0,7) P = 8,25 - 11,55 \text{ тс}$$

0,7 — при рифленой поверхности металла д.ш.

Краткое описание конструкций применяемых д.ш.

В д.ш. закрытого и заполненного типа отечественной проектировки компенсатор выполнен в виде лотка из мягкой полосовой или листовой латуни толщиной 1,5–2,0 мм, глубиной $h = (1,5-2)t$, где t — зазор между торцами пролетного строения, заполнен жутом из пористой резины или просмоленным пеньковым канатом и залит мастикой. Края компенсатора должны быть плотно прижаты и заанкерены к пролетному строению через 250–300 мм и подлиты раствором, во избежание разрушения защитного слоя и выбивания асфальтового покрытия в зоне шва.

Поверх мастики зазор в защитном слое перекрыт полосой оцинкованной жести шириной 200–250 мм, толщиной $\delta = 1-1,5$ мм при зазоре 40 мм, и $\delta = 5-8$ мм при зазоре 50–60 мм. Сверху на металл нанесено 2–3 слоя рубероида или пергамина, шириной 500–750 мм, по которому уложен асфальтобетон.

Д.ш. закрытого типа системы «Торма Джойнт» фирмы «Призмо» (Англия) устраивают после выпиливания в ранее уложенном асфальтобетоне пирабы шириной 300 мм для перемещений $\Delta = 10$ мм, и шириной 500 мм для перемещений $\Delta = 20-25$ мм, при толщине асфальта 75–100 мм.

В зазоре между торцами пролетного строения сделана набивка из брусков пенополиуретана с шириной заготовки на 30–50 мм больше зазора и высотой 40–50 мм, которая залита фирменным полимерно-битумным герметиком ВJ-200 заподлицо с кромками, слоем толщиной 20–25 мм. Зазор перекрыт защитной полосой из алюминия, или нержавеющей стали, шириной 100–175 мм, толщиной от 1,5 до 5 мм, при зазоре от 30 до 60 мм. Полоса зафиксирована гвоздями из того же материала, что и полоса, забитыми в бруски через герметик с шагом 1,0 м.

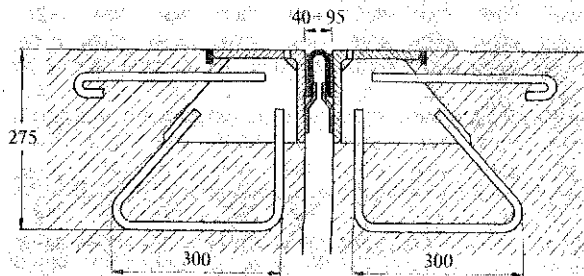
Низ и вертикальные стенки штрабы покрыты ВJ-200, сама штраба заполнена уложенным слоями толщиной 20–30 мм предварительно разогретым до $t = 150-180^{\circ}\text{C}$ мытым щебнем фракции 15–20 мм с послойной проливкой горячим вяжущим ВJ-200. Верхний слой толщиной 25–30 мм сделан из приготовленной в мисалке, как литой асфальт, смеси щебня и ВJ-200, тщательно уплотненной катком или вибратором. Сверху – герметизирующий слой ВJ-200 с утопленным в нем щебнем фракции 5 мм.

Д.ш. с резиновыми компенсаторами.

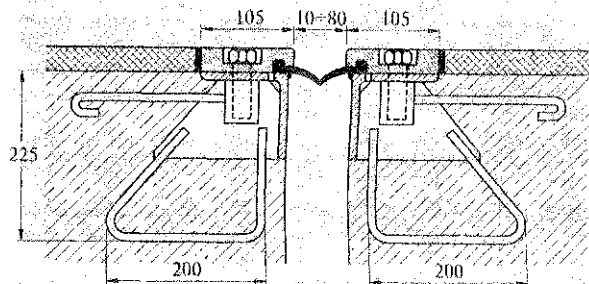
Д.ш. СоюздорНИИ типа К-8 и модульные 2К-8 и 3К-8 с выпуклыми ленточными компенсаторами на перемещения 50, 100 и 150 мм, применяющиеся с 1975 г., при качественном изготовлении, монтаже и элементарном уходе при эксплуатации моста, могут исправно работать до 15 лет и более.

В настоящее время РосдорНИИ предложены д.ш. полнотной заводской готовности типа ШК-8-55 и ШК-70 на перемещения, соответственно, 55 и 70 мм.

Д.ш. ШК-8-55, аналогичный К-8, с выпуклым кверху резиновым профилем толщиной 7 мм, заклиненными полосолами в пазах фиксаторов, приваренных к уголкам окаймления сечением 125x125x12 мм.

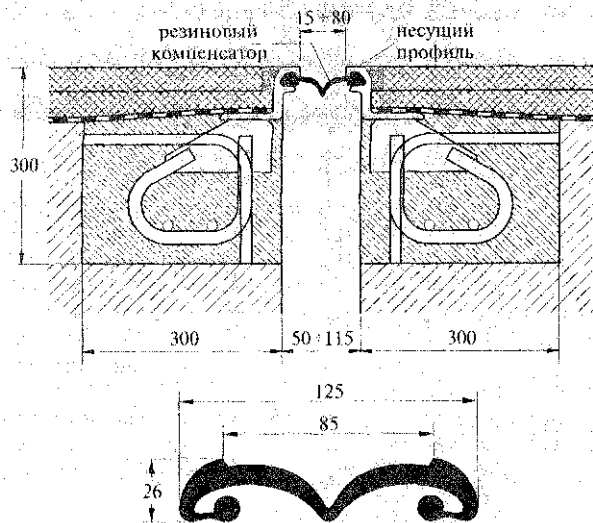


Д.ш. ШК-70 с компенсатором К-70, специального лоткового профиля с утолщенными закраинами и высокими бортами для анкеровки, имеют окаймляющие уголки сечением 100x100x12 мм, на которые накладываются



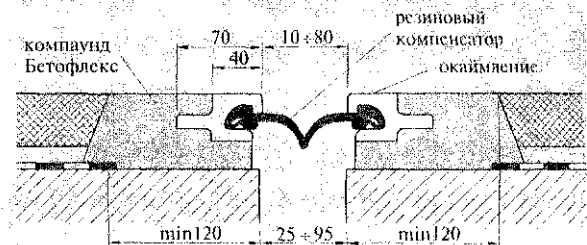
плиты 105x32 и длиной 2998 мм, с фигурным пазом под борт компенсатора. К окаймляющим уголкам с внутренней стороны, напротив отверстий в верхней полке, приварены с шагом 250 мм резьбовые втулки под высокопрочные болты М20 из Ст40Х, которыми плиты плотно прижимаются к окаймлению борта компенсатора. Головки болтов спрятаны в углублениях. Уголки окаймления с анкерами из арматуры А-П замоноличиваются в нишах бетоном В35.

Высоким качеством отличаются д.п. Германской фирмы «Маурер», однопрофильные и модульные с компенсаторами ленточного профиля СС-80 на перемещения 65 мм к п, где п — число профилей, от одного до 15, типов Д 80, ДС 160, ДС 240 и т.д., до ДС 1040, с максимальным перемещением до 975 мм, которые могут монтироваться, как на железобетонной, так и на ортотропной плите.



122

«Маурер-Бетофлекс» типа В 80В на перемещения $\Delta=65-70$ мм, устраивается на приливах (возвышениях) из бетона на железобетонной плите или на приваренных



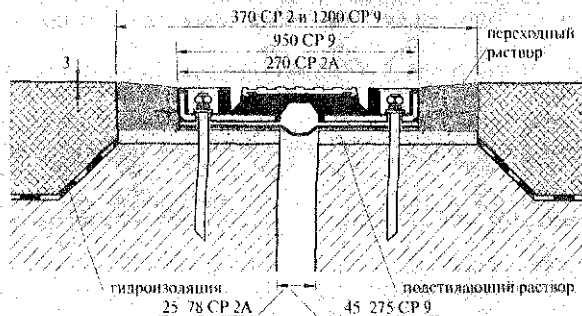
дополнительно полосам на торце ортотропной плиты в шпатель шириной 300-320 мм в асфальтобетоне толщиной от 60 мм и более, с закреплением стальных окаймляющих профилей ВФ, сечением 40x70 мм, эластичным полимербетоном Бетофлекс с прочностью на сжатие 200 кгс/см², имеющим большое сцепление (адгезию) с металлом (50 кгс/см²) и бетоном (15 кгс/см²).

Д.п. Бритфлекс ВЕJ-8 фирмы «Юниверсал Силанте», Англия, с резиновым компенсатором в виде эластичной ячеистой вставки, отличается от В80В «Маурер» наличием приваренных к окаймляющим профилям синусоидальных анкеров, большим размером (70x350 мм) шпатель и тем, что компоненты полимербетона «Бритфлекс» следует нагревать перед смешиванием до $t=50-70^{\circ}\text{C}$.

В связи с тем, что плавность проезда через д.п. обеспечивается при ширине зазора между окаймляющими элементами не более 80 мм (макс. 100 мм), однопрофильные импортные д.п. с резиновыми компенсаторами при перемещениях более 65-70 мм не рассматриваются.

Д.п. «Вабифлекс» СР транснациональной Корпорации «Грейн» с резинометаллическим компенсатором, с металлическими пластинами сверху, в нижней части, и резиной толщиной от 20 до 40 мм между ними, и тонким слоем резины снизу; типоразмеры СР 2А, СР 4А, СР 6А и СР 9 имеют, со-

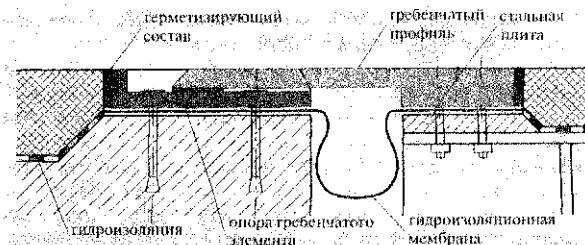
123



ответственно, расчетные перемещения 50-100-165-230 мм за счет работы резины, разделенной фигурными вырезами по ширине компенсатора на 2 и более (до 6 у СР9) частей, на сдвиг. Шов устраивается в выгравированной в асфальте штрабе на подстилающем слое $\delta=5-40$ мм из фирменных компонентов. Компенсатор, уложенный на специальную резиновую ленту, перекрывающую зазор между торцами пролетных строений, закрепляется по краям шпильками, заанкеренными в просверленных в бетоне отверстиях.

В связи со значительной жесткостью компенсатора при работе на температурные перемещения и наличия прокладок из резины, шпильки работают на большие нагрузки, которые приводят к их изгибу и вырыву из бетона. Чтобы этого не происходило, нужно особо тщательно выполнять сложный многооперационный монтаж, иметь бетон основания высокой прочности и применять компенсатор с полутонным запасом по величине перемещений.

Д.ш. перекрытого типа с гребенчатыми плитами системы Тенза-ФлексФингер фирмы «Просек», Швейцария, типоразмеров от Т-ФФ 200Р до Т-ФФ 500Р, для перемещений от 200 до 500 мм. Отличаются от обычных д.ш. этого типа



наличием специального резинового покрытия на стальных гребенчатых пластинах (на основе бутадienstирольного каучука), устойчивого к износу, солям, маслам и перепадам температур, а также тем, что пальцы подвижной гребенки упруго заделаны в резиновый блок, прижимаемый болтами к окаймлению, и отсутствуют прижимные пружины.

Д.ш. Т-ФФ обеспечивают плавность проезда и бесшумность, но в отличие от д.ш. с резиновыми компенсаторами, требуют постоянного ухода, очистки (особенно в осенне-зимний период) промежутков между пальцами гребенки (ширина до 50 мм) от грязи и твердых предметов, очистки и промывки водоотводного лотка, со снятием одной или нескольких секций подвижной гребенки. Установка швов Т-ФФ на ортоградной плите, для обеспечения опирания гребенок всей плоскостью, требует дополнительной, сложной и кропотливой работы по установке на настиле подкладных листов с подгонкой их по высоте, подклинкой металлом и закреплением сваркой, заочинением полостей эпоксидным раствором.

При рассмотрении д.ш. индивидуального проектирования необходимо определить насколько их конструкция (тип) соответствует величине перемещений и обеспечивает водоотвод, насколько надежна и ремонтпригодна при эксплуатации.

При монтаже д.ш. закрепление окаймляющих элементов по установочному размеру для соответствующей температуры Т

пролетного строения во время установки д.ш., приближенно температуру T можно принимать:

- для металлического пролетного строения зимой и летом $T=t$ воздуха по факту;
- для сталежелезобетонных и тонкостенных (сборных) железобетонных прол. строений: зимой $T=t$ воздуха, средней за предыдущие сутки; летом в дневное время $T=t$ средней за 3 часа;
- для массивных (моноклитных) железобетонных пролетных строений: зимой $T=t$ воздуха, средней за 5 предыдущих суток; летом, днем $T=t$ воздуха, средней за предыдущие сутки.

Сравнительная таблица стоимости 1 п.м. конструкции д.ш. различных фирм

Торговая марка д. ш., фирма	Дмм	Цена руб./\$	Гарантия на д. ш.
К-8-55 РосдорНИИ	50-55	5500/195	5 лет
ШК-70 РосдорНИИ	65-70	9500/340	10 лет
Д 80 ЖБ МСМ	65-70	12300/440	10 лет
Д 80 М МСМ	65-70	16400/585	10 лет
Д 160 Маурер	130	/1900	15 лет
Д 240 Маурер	195	/2700	15 лет
ТФФ200Р Просек	165	/2500	3 года

Д80 ЖБ МСМ и Д80 М МСМ – швы типа Маурер, ЖБ – для железобетонных и М – для металлических пролетных строений, выпускаемые фирмой Мехстроймост Мостотреста.

Цены в таблице ориентировочные на начало 2005 г.).

Гарантия – минимальный срок работы д.ш. с заявленными характеристиками прочности, плавности проезда, водопроницаемости (водоотвода), бесшумности с минимальной величиной затрат на содержание и замену изнашиваемых деталей.

По МГСН-5.02-99 прогнозируемый срок службы д.ш. должен быть не менее 10 лет.

Опорные части автодорожных мостов.

В зависимости от величины опорных реакций R , горизонтальных перемещений Δ и конструкции пролетных строений в настоящее время, как правило, применяют следующие типы опорных частей:

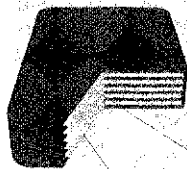
- резиновые опорные части РОЧ для $P \leq 150$ тс и $\Delta \leq \pm 50$ мм;
- стальные опорные части СОЧ и шаровые сегментные ШСОЧ для $P > 150$ тс и $\Delta \geq \pm 50$ мм.

Фирма Мехстроймост Мостотреста выпускает СОЧ грузоподъемностью 230, 390, 630, 960, 1200, 1500, 2500 и 2940 тс и ШСОЧ грузоподъемностью 250, 400, 650, 1000, 1200, 1500, 1700, 2000, 2250, 2700 и 3000 тс, при этом доля ШСОЧ составляет более 90%. Величина перемещения обоих типов от ± 50 до ± 250 мм и более.

Резиновые опорные части приемлемого качества РОЧН из резины НО-68-1 (до -40°C) и РОЧСО северного исполнения из резины ИРП-1347-1 (до -55°C) выпускает российско-сербское предприятие «Руссербмост», г. Москва.

Прочность резины на разрыв R_p и относительное удлинение при разрыве δ составляют:

- ИРП-1347-1 $R_p \geq 170$ кгс/см² $\delta \geq 550\%$
- НО-68-1 $R_p \geq 90$ кгс/см² $\delta \geq 250\%$



резина
стальные пластины

Резина ИРП-1347-1 менее устойчива к «старению» и «утомлению» (затвердевание и появление мелкой сетки трещин) под влиянием озона воздуха и солнечной радиации, поэтому боковые поверхности РОЧ защищают обкладкой из более стойкой к озону НО-68-1 или 7-2959.

РОЧ состоит из двух наружных толщиной 2.5-9.5 мм, и нескольких (от 2 до 5) промежуточных толщиной 5-10 мм слоев резины, соединенных клеевым составом со стальными

прокладками (от 3 до 6) толщиной 3 мм, с вулканизацией в пресс-формах при $t = 143-145^\circ\text{C}$ и давлении 150 кгс/см².

Размеры РОЧ см	F см ²	h _p мм	G кг
15x20x6,2-0,5	300	44	5,0
20x25x3,2-0,8	500	23	4,5
20x25x6,2-0,8	500	44	9,0
20x40x5,2-0,8	800	37	12,0
25x40x7,8-1,0	1000	60	21,0
30x40x7,8-1,0	1200	60	25,0
35x45x7,8-1,0	1575	60	33,0

h_p — площадь РОЧ в плане; h_p — суммарная толщина всех слоев резины; G — масса.

Пример условного обозначения РОЧ по ТУ 1996 г.: РОЧН (РОЧСО) 30x40x7,8-1,0 Н — из нестареющей резины; О — с озоностойкой обкладкой, С — северного исполнения; 30x40 — размеры в

плане, см; 7,8 — высота, см; 1,0 — толщина промежуточных слоев резины, см.

Безотказность и долговечность РОЧ зависит от прочности и надежности соединения резины с металлом.

Упрощенно грузоподъемность РОЧ можно определить:

$$P = F \times R_c, \text{ кгс}$$

где: F — площадь РОЧ, см²; R_c — допускаемое удельное давление, которое, учитывая 35-летний опыт использования РОЧ в мостах, следует принимать не более 100-120 кгс/см².

Максимальное горизонтальное перемещение РОЧ (сдвиг верхней плоскости относительно нижней) в одну сторону от нейтрального положения определяется суммарной толщиной резины h_p и допускаемым тангенсом угла сдвига: $\Delta \leq h_p \times \text{tg} \gamma$

При учете всех воздействий на РОЧ от пролетного строения $\text{tg} \gamma \leq 0,9$, при учете только перепада температур $\text{tg} \gamma \leq 0,6$, соответственно $\Delta \leq 0,6 h_p$.

Для обеспечения симметричной работы РОЧ без превышения допускаемого перемещения в одну сторону оптимальная температура монтажа t_{опт} от 0 до 10°C.

Если монтаж происходит при температурах, существенно отличающихся от оптимальной, необходимо со временем произвести выправку РОЧ при t_{опт} или устанавливать РОЧ большей высоты.

На уклонах более 5% должна учитываться несимметричная работа РОЧ и вследствие этого следует применять РОЧ с большим допускаемым перемещением по сравнению с горизонтальным участком, если это не было учтено в проекте.

Прогнозируемый срок службы РОЧ — 20-30 лет. По этой, или иной причине, при эксплуатации моста, возможно, потребуется замена или выправка РОЧ, поэтому необходимо требовать, чтобы в проекте была предусмотрена возможность установки под балки нормальных или малогабаритных домкратов для выполнения этих работ (см. стр. 250 гидравлич. домкраты).

По установленной в Мостотресте практике до применения каждую РОЧ следует испытать на вертикальную нагрузку с удельным давлением 150 кгс/см².

СОЧ и ШСОЧ, условные обозначения

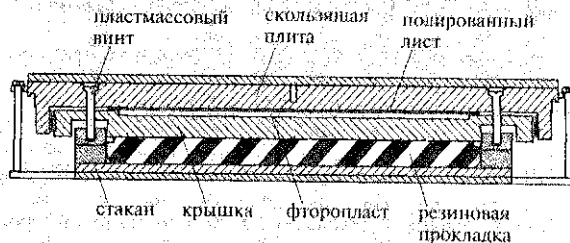
СОЧ-Н-1500

СОЧ-П-1500±150

СОЧ-ЛП-1500±150

ШСОЧ-ЛП-1200±150

Н — неподвижная опорная часть, имеющая только угловой поворот; ЛП — линейно подвижная опорная часть; П — всесторонне подвижная с поперечным перемещением, как правило, ±(10-20) мм; 1500, 1200 — грузоподъемность, тс; ±150 — предельное продольное перемещение.



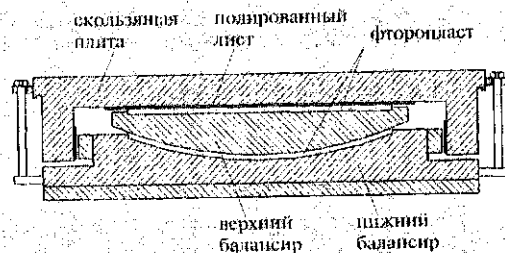
В стаканых опорных частях угловой поворот 0,015 рад (0,85°) обеспечивает резиновая прокладка толщиной от 24 мм у СОЧ-230 до 59 мм у СОЧ-1500 (= 1/15 диаметра стакана).

Площадь (диаметр) прокладки определяется расчетным сопротивлением резины на осевое сжатие $R_c \approx 250 \text{ кгс/см}^2$.

Соответственно с ростом грузоподъемности увеличивается ширина, высота и масса опорных частей от $600 \times 120 \text{ мм}$ и 335 кг у СОЧ-ЛП-230±150 до $1200 \times 220 \text{ мм}$ и 1760 кг у СОЧ-ЛП-1500±150. Длина СОЧ зависит от перемещения, для ±150 ее величина составляет 900 и 1400 мм соответственно у СОЧ на 230 и 1500 тс.

Продольное и поперечное перемещения обеспечиваются парой скольжения: фторопласт-4 марки П и ПН $\delta=5 \text{ мм}$ — полированная до зеркальной поверхности (10 класс шероховатости, $R_a < 0,16$) пержавеющая сталь 12Х18Н10Т $\delta=2 \text{ мм}$.

В шаровых сегментных опорных частях угловой поворот $0,03 \text{ рад}$ ($1,7^\circ$) обеспечивает шаровой сегмент верхнего балансира с дисками скольжения из фторопласта в паре с хромированной полированной шаровой поверхностью нижнего балансира. Горизонтальные перемещения обеспечиваются аналогично СОЧ.



ШСОЧ одинаковой грузоподъемностью с СОЧ при примерно одинаковых габаритах в плане имеют большую на 15-25% высоту и большую на 40-50% массу, но при этом имеют большую степень надежности, больший в 2 раза угловой поворот и обеспечивают центральную передачу вертикальной нагрузки на опорные узлы (не требуется их усиление).

Стаканые и шаровые — опорные части полной заводской готовности, имеющие постоянную смазку пары фторопласт — сталь (ЦИАТИМ-221) и пары резиновая прокладка — сталь (мостол), фиксируются после сборки двумя контрольными пластмассовыми винтами под шломбу в нейтральном положении на равные перемещения на плюс и минус. Нижняя и верхняя плиты опорных частей соединяются 4 транспортными болтами. В таком виде опорные части устанавливаются под пролетное строение независимо от температуры воздуха, поскольку, как правило, имеют на этот случай предусмотренный проектом запас перемещения.

Несанкционированное снятие шломба и отвертывание пластмассовых винтов в отсутствие представителя завода и проектной организации недопустимо.

Транспортные болты следует снимать сразу при включении опорной части в работу, а пластмассовые винты срезаются сами при перемещении скользящей плиты от перепада температур. Недопустимо выкручивать опорные части на грунт и оставлять без укрытия во избежание засорения пар скольжения пылью и песком.

Прогнозируемый срок службы СОЧ и ШСОЧ по сроку службы пролетного строения (80-100 лет) с возможной заменой смазки и фторопластовых дисков в процессе эксплуатации.

По МГСН-5.02-99 срок службы стальных литых опорных частей — 100 лет, из сталитого проката — 80 лет. Срок службы РОЧ, СОЧ и ШСОЧ не менее 20 лет.

В отдельных случаях ребристые и плитные пролетные строения длиной от 6 до 9 м устанавливают на прокладки толщиной 4-6 мм из асбестового картона или из 2-3 слоев пергамина или толя (кровельный картон пропитанный битумом или дегтем), а длиной 9-18 м на тангенциальные опорные части.

В старых мостах встречаются свинцовые прокладки толщиной 15-25 мм, работающие в шарнирах и в качестве неподвижных опорных частей при удельном давлении от 80 до 120 кгс/см².

**Некоторые сведения о грунтах,
фундаментах на естественном основании и на сваях**

Термины горных пород и грунтов

Горные породы магматические — изверженные — граниты, диабазы, базальты.

Горные породы осадочные — известняки, доломиты, мергели, обломочные, супеси, суглинки, глины.

Горные породы метаморфические — образовавшиеся в глубине из осадочных горных пород при высокой температуре и давлений — мрамор, гнейс, кварцит.

Грунты аллювиальные — отложения речные и озерные.

Грунты делювиальные — отложения дождевых и талых вод на склонах и у подножия гор и возвышенностей.

Грунты элювиальные — продукты выветрившихся пород на месте образования.

Грунты пролювиальные — отложения грязекаменных селевых потоков.

Грунты эоловые — образования, получившиеся в результате деятельности ветра — эоловые пески и лессовые грунты.

Грунты флювиогляциальные — отложения водноледниковых потоков.

Грунты естественных оснований

Скальные и полускальные — грунты с жесткими структурными связями, имеющие прочность на сжатие от 10 до 1200 кгс/см². Прочность полускальных грунтов, таких как глинистые сланцы, песчаники, мергели, алевролиты (цементированные суглинки) и аргиллиты (цементированные глины) менее 50 кгс/см², в водонасыщенном состоянии может снижаться в 2-3 раза (см. стр. 148 выветривание скальных грунтов).

Нескальные крупнообломочные нецементированные грунты разделяются на: щебенчатые, галечниковые, дресвяные и гравийные (галька — окатанные отложения горных пород размером от 20 до 200 мм, гравий — то же,

размером от 2 до 20 мм, щебень — размер от 20 до 200 мм, дресва — то же что щебень, размером от 2 до 20 мм).

При содержании щебня, гальки, гравия, дресвы более 60% и песчаном заполнителе эти грунты имеют условное сопротивление осевому сжатию R_0 от 3 до 10 кгс/см² (300-1000 кПа) в зависимости от крупности и прочности породы.

Песчаные грунты (сыпучие в сухом состоянии) имеют крупность частиц от 0,1 до 2 мм (не считая пылеватых) и распределяются на крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые пески, которые могут быть плотными, средней плотности и рыхлыми.

Условное сопротивление R_0 песков средней плотности, на глубине 2 м в кгс/см² (кПа):

крупных — 3,5 (345);

средней крупности — 3,0 (295);

то же, влажных и водонасыщенных — 2,5 (245);

мелких сухих — 2,0 (195);

мелких влажных и водонасыщенных — 1,5 (145);

пылеватых маловлажных — 2,0 (195);

пылеватых водонасыщенных — 1,0 (95).

Глинистые грунты — связные, обладающие пластичностью

Свойства глинистых грунтов зависят от содержания пластинчатых и чешуйчатых частиц размером от 1 до 5 мкм минералов каолинита и монтмориллонита — глинистых частиц.

В зависимости от их количества глинистые грунты подразделяются на:

глины — глинистых частиц более 30%;

суглинки — глинистых частиц от 10 до 30%;

супеси — глинистых частиц от 3 до 10%.

Остальную часть глинистых грунтов составляют песчаные, крупностью > 0,05 и пылеватые — от 0,05 до 0,005 мм фракции и зерна полевого шпата, извести, окислов железа и кальция.

Большому количеству глинистых частиц соответствует большее число пластичности W_p :

для глин $W_p > 17$;

для суглинков W_p от 7 до 17;

для супесей $W_p > 0$ от 1 до 7.

$W'_p = W_T - W_p$, где

W_T — предел текучести — верхний предел пластичности, соответствующий влажности, превышение которой приводит к переходу грунта из пластичного в текучее состояние: стандартный конус весом 76 г внедряется в грунт на 10 мм.

W_p — нижний предел пластичности — предел раскатывания, соответствует влажности, при которой шнуры диаметром 3 мм начинают распадаться на куски, не раскатываются.

Для оценки консистенции глинистых грунтов пользуются показателем пластичности B (он же показатель текучести или коэффициент консистенции).

$$B = \frac{W - W_p}{W_T - W_p}, \text{ где } W - \text{естественная влажность грунта.}$$

При $B < 0$ — грунты твердые;

от 0 до 0,25 — полутвердые;

от 0,25 до 0,5 — тугопластичные;

от 0,5 до 0,75 — мягкопластичные;

при $B > 1$ — грунты текучей консистенции.

Коэффициент пористости глинистых грунтов составляет от 0,4 до 1,0. При средней пористости условное сопротивление R_0 в зависимости от консистенции имеет следующие значения в кгс/см² (кПа):

супеси полутвердые — 2,75 (270)

супеси тугопластичные — 1,75 (170)

суглинки полутвердые — 3,0 (295)

суглинки тугопластичные — 2,0 (195)

глины полутвердые — 4,0 (395)

глины тугопластичные — 2,5 (245)

Несущая способность основания под фундаментом мелкого заложения или опускным колодезем проверяется:

$$P \leq \frac{R}{n}, \text{ где } P - \text{давление подошвы фундамента на основании;}$$

n — коэффициент надежности (коэффициент запаса) для мостов $n = 1,4$;

для зданий и сооружений I-II-III классов n , соответственно, равен 1,2; 1,15; 1,10;

R — расчетное сопротивление (нескального) грунта основания осевому сжатию кгс/см² (кПа) определяется по формуле:

$$R = 1,7 \{ R_0 [1 + K_1 (b - 2)] + K_2 \gamma (d - 3) \} \left| \begin{array}{l} \text{СНиП 2.05.03-84*} \\ \text{прилож. 24} \end{array} \right.$$

Первый член формулы $R_0 [1 + K_1 (b - 2)]$, учитывающий влияние ширины фундамента и типа грунта, составляет:

для песков 0,9 1,4 R_0 ;

для глин 0,96 1,16 R_0 .

K_1 — см. ниже в таблице.

b — ширина или диаметр фундамента от 1 до 6 м,

если ширина более 6 м, принимают $b = 6,0$ м.

Второй член формулы $K_2 \gamma (d - 3)$ учитывает влияние глубины заложения d , при глубине $d > 3,0$ м увеличивает расчетное сопротивление и имеет существенное значение для опускных колодезей и свайных фундаментов, проверяемых по острию свай. (d — в м или в см, соответственно размерности — γ и R_0).

γ — среднее значение удельного веса грунта, находящегося выше подошвы фундамента. Допускается принимать $\gamma = 19,62$ кН/м³ (0,002 кгс/см³).

Значения коэффициентов K_1 и K_2 (K_1 в 1/м)

	песок крупный	песок средний	песок мелкий	супесь, суглинок, глина-полутверд.	то же, пластичные.
K_1	0,1	0,08	0,06	0,04	0,02
K_2	3	2,5	2,0	2,0	1,5

Условное сопротивление R_0 для твердых супесей, суглинков и глин с показателем текучести $B < 0$, определять по формуле $R_0 = 1,5 R_{ис}$, но принимать не более: для супесей — 10 кгс/см², для суглинков — 20 кгс/см², для глин — 30 кгс/см².

$R_{ис}$ — предел прочности при испытании образцов глинистых грунтов на одноосное сжатие.

Фундаменты на естественном основании необходимо выполнять без перерыва после разработки котлована, сохранения природных свойства грунта, защиты основания от увлажнения, промораживания, затопления верховодкой.

Желательно уплотнение сжимаемых грунтов и втрамбовывание щебня тяжелыми трамбовками для исключения нежелательных осадков в будущем.

Глубина заложения подошвы фундамента или ростверка принимается в зависимости от вида грунта и глубины промерзания d_f .

При скальных, крупнообломочных с песчаным заполнителем грунтах, песках крупных и средней крупности глубина заложения d не зависит от d_f . При мелких песках, супесях, суглинках и глинах $d = d_f + 0,25$ м.

Заглубления в скальные породы при их прочности > 500 кгс/см² не менее 10 см, при < 500 кгс/см² не менее 25 см.

При отсутствии размыва грунта минимальная глубина заложения 1,0 м при толщине несущего пласта под подошвой не менее 1,0 м и отсутствии грунтовых вод (крупнообломочные грунты, крупные и средние пески).

Глубина заложения фундамента от наибольшей глубины размыва дна не менее 2,5 м при расчетном (вероятность превышения 1-2%) и не менее 2,0 м при наибольшем паводке (вероятность превышения 0,3%).

Свайные фундаменты

Типовые забивные железобетонные сваи — призматические сечением 35 35 см и 40 40 см длиной от 6 до 16 м для транспортных сооружений с маркировкой типа СМ12-35Т4 или С12-35-Т4. Буквы в начале — свая мостовая, длиной 12 м, сечением 35 35 см, трещиностойкая (раскрытие трещин ограничено 0,1 мм) тип 4.

Номер типа сваи характеризует количество рабочей арматуры в поперечном сечении и расчетный диаметр арматуры периодического профиля АII (AIII).

тип	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
арматура	4Ø20	4Ø25	4Ø28	4Ø32	8Ø25	8Ø28	12Ø25
длина, м	до 10	до 11	до 12	до 13	до 14	до 15	до 16

класс бетона В25 и В30 (М330-400), коэффициент армирования $F_a/F_6 \cdot 100$ от 1,0 до 5%, в связи с чем объемный вес для свай типа Т6 и Т7 следует принимать, соответственно, 2,6 и 2,7 тс/м³.

Высокоармированные сваи типов от Т4 до Т7 можно использовать, как несущие балки для временного подмачивания при забивке свай в котлованах, предварительно определив по их арматуре допустимый изгибающий момент.

Цилиндрические сваи — сваи-оболочки диаметром 0,6 м со стенкой $\delta = 10$ см применяют для забивки на глубину до 30 м и в случае больших нагрузок. Заказная длина оболочек 4-6-8-12 м, по торцам они имеют стальные обечайки под сварку с накладками.

При сварке сначала необходимо заварить стык по торцам обечайки, а затем равномерно по периметру поставить 8 накладок 100 200 10 мм, обварить их по контуру, шов $K \geq 8$ мм и защитить обмазочной гидроизоляцией.

Точность забивки свай

1. Установка свай под забивку с точностью:

± 10 мм для свай 35 35;

± 20 мм для свай 40 40 и $\varnothing 0,6$.

2. Положение в плане:

вдоль свайного ряда $\pm 0,3d$;

поперек свайного ряда $\pm 0,2d$.

Для свай безростверковых опор — отклонение из ряда (по фасаду моста):

если свай в один ряд $\pm 0,02d$;

при двух рядах свай $\pm 0,05d$,

где d — диаметр сваи или сторона сечения свай.

3. Точность забивки свай по вертикали или отклонение от вертикали и заданного наклона:

в свайных ростверках — $2/100$ (2%);

в безростверковых однорядных — $1/200$ (0,5%),

в двухрядных — $1/100$ (1%).

4. По глубине погружения:

для мостов при длине свай до 10 м — 25 см,

более 10 м — 50 см;

для остальных сооружений недопогружение свай

1 до 10 м на 10%,

>10 м на 15%.

Заделка свай в ростверке производится по одному из вариантов:

1. не менее 2 толщин ствола;

2. с распушкой арматуры, заделка ствола на 10—15 см, плюс заделка оголенной арматуры на длину 30 диаметров арматуры свай.

Расстояние между сваями принимается не менее $3d$, свес ростверка от сваи в свету ≥ 25 см.

При отсутствии указаний в проекте следует выдерживать следующие минимальные расстояния до зданий и сооружений при забивке свай.

До стальных трубопроводов, находящихся под давлением до 20 атм: 5 м — при сваях сечением до 40x40 см;

10 м — для свай диаметром 0,6 м.

Расстояние до зданий при забивке свай молотом массой до 7 т не менее 15 м с принятием мер по уменьшению динамического воздействия (лидерные скважины, сниженные высоты подъема молота и др.) и геодезическим контролем за состоянием зданий.

Раскопки трубопроводов, каналов коллекторов с помощью гидравлического экскаватора допускаются не ближе 0,5 м сбоку и 0,5 м сверху (над верхом) коммуникации с предварительным их обнаружением с точностью до 0,25 м, по согласованию с владельцем коммуникации, при наличии ордера на производство земляных работ.

Регистрация погружения свай

Вначале забивают от 5 до 20 пробных свай в разных точках строительной площадки с регистрацией числа ударов на каждый метр погружения.

После этого подсчет общего числа ударов не производится, а в журнале в конце погружения регистрируют погружение свай от залога в 30 ударов и определяют отказ на среднее значение из 10 последних ударов в залоге с точностью замера отказа до 0,1 см.

Продолжительность отдыха свай после забивки до их использования

Отдых — 3 суток в песчаных грунтах;

6 суток в разнородных и глинистых;

10 суток в водонасыщенных мелких

и пылеватых песках;

20 суток в глинистых грунтах мягко-текучепластичной консистенции.

В случае заглубления низа свай в крупнообломочные грунты, плотные пески и твердые глины указанные выше сроки допускается сокращать до 1 суток.

Вычисление расчетных и контрольных отказов по формуле Герсеванова

Расчетный отказ e_p вычисляют по расчетной высоте падения ударной части молота по его технической характеристике, при вычислении контрольного отказа e_k замеряют фактическую высоту падения ударной части.

$$e_k \leq \frac{nFE_p}{P(P+nF)} \frac{m_1 + 0,2(m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}$$

Значение отказа e_k — получаем в см или в м, в зависимости от принятых единиц измерения.

$n=0,015$ тс/см² (1500кн/м²) для железобетонных свай;

$n=0,01$ тс/см² (1000кн/м²) для деревянных свай;

$n=0,05$ тс/см² (5000кн/м²) для стальных свай;

F — площадь, ограниченная наружным контуром сваи, см²(м²);

E_p — расчетная энергия удара молота;

$E_p = GH$ — для подвесных и одиночного действия,

$E_p = 0,9GH$ — для трубчатых дизельмолотов

G — вес ударной части, тс (кн);

H — высота падения ударной части, см (м);

$H_1 = 0,9$ и $0,8H$ для наклонных свай при наклоне 4:1 и 3:1;

P — несущая (предельная) способность сваи, тс (кн);

$P = v_k N$, где

N — расчетная нагрузка на сваю, тс (кн), из проекта;

v_k — коэффициент надежности, в общем случае для зданий и сооружений — $v_k=1,4$;

для мостов при числе свай в фундаменте более 20 шт.

$v_k=1,4$;

от 11 до 20 шт. $v_k=1,6$;

от 6 до 10 шт. $v_k=1,65$;

от 1 до 5 шт. $v_k=1,75$.

m_1, m_2, m_3 — соответственно, масса молота, сваи с наголовником и подбабка (если он имеется) в т (кн).

Подбор молота для забивки железобетонных свай

Для достижения высокой производительности и обеспечения сохранности сваи, наголовника и молота продолжительность забивки в легких и средних грунтах должна составлять не более 5-15 минут, промежуточные отказы должны быть не менее 15-20 мм и расчетный отказ — не менее 5-10 мм (по СНиПу расчетный отказ $e_p > 2$ мм).

Если подбор молота производить по формуле:

$$E_p \geq 0,045N$$

где E_p — энергия удара в кДж, необходимая для получения расчетной нагрузки на сваю — N в кН или по формуле:

$$K \geq \frac{m_1 + m_2 + m_3}{E_p}$$

где K для железобетонных свай и трубчатых дизельмолотов = 0,6, то получается результат, не удовлетворяющий поставленным выше требованиям. Поэтому, исходя из многолетней практики Мостотреста, можно рекомендовать для средних условий забивки трещиностойких свай СМ, типа Т-2 и выше и сваи оболочек диаметром 0,6 м следующие молоты в зависимости от длины и массы сваи:

сечение см	длина м	масса т	тип молота
35x35	6-8	1,8-2,5	МСДТ-1800
35x35	8-10	2,5-3,1	МСДТ-1800-2500
35x35	10-12	3,1-3,7	МСДТ-2500
∅60	12	5	МСДТ-2500-3500
∅60	12-16	5-6,7	МСДТ-3500
∅60	16-24	6,7-10	МСДТ-5000

Для забивки стального шпунта типа Ларсен IV и V длиной от 6 до 12 м подходят молоты МСДТ-1250 и 1800.

МСДТ — молот свайный дизельный трубчатый с ударной частью от 1250 до 5000 кг. Стерлитамакского завода ОАО "Строймаш" (см. ниже).

При затруднениях в забивке свай до проектных отметок на реках, водоемах и поймах в плотные водонасыщенные пески следует применять подмыв, имея в виду, что для этого потребуются высоконапорные насосы производительностью 60-120 м³/час с напором от 7,5 до 15 атм и электроэнергия, достаточная для запуска под нагрузкой электродвигателей мощностью от 45 до 100 кВт.

В глинистых грунтах, которые держат стенку, для облегчения забивки свай следует пробуривать лидерные скважины диаметром от 250 до 350 мм.

С 1995 г. в Мостотресте эксплуатируются гидравлические молоты ННК-6, ННК-7 и ННК-9 (ударная часть 6, 7 и 9т) фирмы «ЮНТТАН». Эти молоты, экологически чистые и более эффективные, чем дизельные молоты, имеют по ходу забивки бесступенчатое регулирование высоты падения ударной части от 0,1 м до 1,2 м и частоты ударов от отдельных, одиночных до 100 ударов в минуту.

Молоты типа ННК имеют повышенную погружающую способность в связи с смещением большой массы ударной части и большой частоты ударов.

Гидромолоты не надо заводить и они не глохнут, как дизель-молоты при больших отказах вначале или на пружинящих грунтах. Машинист на ходу подбирает оптимальную высоту падения в зависимости от плотности грунта, скорости погружения и массы сваи. Поэтому гидромолотом ННК-6 с успехом можно забивать и легкие и тяжелые сваи:

призматические - длиной от 6 до 14 м,

цилиндрические Ø0,6 м - длиной от 12 до 16 м,

а также стальной шпунт.

В комплекте с гидромолотом «ЮНТТАН» поставляют надежные, удобные наголовники для призматических, цилиндрических свай и шпунта, имеющие эффективные амортизаторы из пластмассы или дуба.

Для обеспечения продолжительной работы наголовников для дизель-молотов их корпуса следует изготавливать из листа толщиной 25-30 мм с плитой толщиной 50-60 мм, из спокойной малоуглеродистой или низколегированной стали с разделкой кромок под сварку и сваркой электродами типа Э-42А или Э-50А швами, соответствующими толщине соединяемого металла. Со стороны дизель-молота должен быть вкладыш из дубовых брусьев на торец высотой от 150 до 250 мм, со стороны сваи — вкладыш из дубовых или березовых досок, поставленных плашмя, высотой 80-120 мм.

Технические характеристики молотов

Типоразмер марка	Удар. часть, т	Высота падения, м	Энергия, тс·м	Масса молота т	Число ударов в мин	Высота молота
1250*	1,25	2,4	3,0	2,7	42-55	4,5
1800*	1,8	2,4	4,3	3,85	42-55	4,5
2500*	2,5	2,4	6,0	5,5	42-55	5,2
3500*	3,5	2,4	8,4	7,7	42-55	5,5
5000*	5	2,4	12,0	10,1	42	6,2
ННК-6	6	0,1-1,2	7,2	8,3	1-100	5,8
ННК-7	7	0,1-1,2	8,4	9,7	1-100	6,1
МНФ-8	8	0,1-1,0	8(9,5)	12,5	1-80	5,5
ННК-9	9	0,1-1,2	10,8	13,5	1-100	6,9

*МСДТ.

Для работы гидравлических молотов необходимы насосные станции с расходом 250-450 литров/мин и давлением 160-280 бар с двигателем 150-250 кВт.

В парке самоходных копровых установок в фирмах Мостотреста на конец 2004 г. имелись специальные и универсальные гидравлические машины РМ-22, РМ-23, РМ-25, РМ-26, РМ-18-30 фирмы «Юнттан» и LRB250-HS843 фирмы «Либхер» с молотами ННК-5, ННК-6, ННК-7, ННК-9, ННК-7А/9А и МНФ-8.

**Характеристики
гидравлических сваебойных установок**

Эти машины имеют ресурс работы до первого капитального ремонта — 15 тыс. часов, усиленную холодную часть для больших нагрузок — тип НД, большую надежность в работе и комфортные условия работы для машиниста и копрового при отсутствии выбросов в окружающую среду копоти и мазута, что имеет место при работе дизель-молотов.

У установки РМ-25 базовая машина целевого назначения, у РМ-23 без копровой мачты базовую машину можно использовать как стреловой кран грузоподъемностью от 20 до 7 тс при вылете, от 4 до 12,5 м с высотой подъема крюка до 14 м. РМ-26 — универсальная, сваебойная и буровая машина.

Сваебойное оборудование LRB-250 массой 20,5 т (без молота) устанавливается на универсальную базу стрелового крана HS843 (характеристику см. в разделе **Грузовые краны**) массой без стрелы, двуногой стойки и стрелового подлиспа — 52 т. Базовая машина может также комплектоваться буровым оборудованием LRB или VRM со столом качания обсадной трубы для бурения скважин буровых столбов диаметром до 2,0 м на глубину до 50 м.

В комплекте с оснасткой и гидравлическим плоским трейфером HSWG800 массой 15 т эту базовую машину можно использовать при возведении подземных сооружений методом «стена в грунте» глубиной до 50 м с толщиной стены от 0,85 м и более.

В комплект РМ-25 фирмы «Юнттан» входит эффективный гидравлический шунтовывертель MC-25HC с возмущающей силой N=49 тс при собственной массе 4 т и усилии на скобе до 28 тс (для сравнения широко известный МШ-2М с двумя электродвигателями по 22 кВт имеет N=12 тс при массе 4,95 т). MC-25HC подвешивают на 3-х ниточный полиспаст после замены 54 м каната подъема молота на канат длиной 120 м на этой лебедке.

На РМ25 может устанавливаться сбоку мачты ротор со шнеком диаметром от 300 до 400 мм для бурения лидирующих скважин на глубину до 14 м.

Показатели		Изм.	PM23	PM25	LRB250
Масса с молотом		т	56,2	60,3	86,5
Масса без молота		т	47,3	50	72,5
Масса молота с наголов.		т	8,9	10,3	14
Масса удар. части молота		т	6	7	8
Энергия удара макс.		тсм	7,2	8,4	8*
Длина мачты		м	19,5	21	27
Длина свай макс.		м	17	19	23
Ход мачты	вверх	м	3,8	5	3
	вниз	м	0,9	0,5	5
Масса свай макс.		т	7	7	10
Вылет до оси молота	мин.	м	3,5	4,1	3,7
	макс.	м	7,2**	5,6	5,3
Вес свай при макс. выл.		т	3,5	5	7
Наклоны мачты макс.	вперед		1/4	1/5	1/5
	назад		1/4	1/3	1/3
	вбок†		1/6	1/6	1/20
Размер гусен. хода	вдоль	м	5,05	5,05	5,8
	попер. в рабоч.	м	4,1	4,2	4,75
	попер. в транс.	м	3,1	3,2	3,75
Ширина гусен. ленты		м	0,85	0,9	0,9
Давление на грунт		кг/см	0,79	0,84	0,98
Мощность двигателя		кВт	190	240	330
Год выпуска			1995	1995	1996

* 8 тсм — энергия удара молота МНФ 8 при свободном падении ударной части. С ускорителем падения (подача масла сверху) энергия удара этого молота равна 9,5 тсм.

** 7,2 — вылет РМ-23 с молотом и свайей массой 3,5 т. Для шпунта и свай массой не более 1,2 т вылет равен 8,1 м.

На стр. 351-354 дан общий вид этих установок с дополнительной информацией. (Тех.хар-ки РМ-26 см на стр.161).

Буровые столбы в опорах мостов и путепроводов.

Термины и определения.

Свая-столб или буровой столб (б.с.) — элемент с размером поперечного сечения (диаметром) 0,8 м и более, сооружаемый путем устройства в грунте скважины с последующим заполнением ее бетоном.

F_d — несущая способность столба по грунту, тс

R — расчетное сопротивление грунта по подошве столба, тс/м²

$F_d = R \times A$, где A — площадь поперечного сечения б.с., м²

При заделке б.с. не менее, чем на 0,5 м в невыветрелый скальный грунт

$$R = \frac{R_{nc}}{1,4} \times \left(\frac{l_d}{d} + 1,5 \right)$$

где R_{nc} — предел прочности на сжатие образца скального грунта на сжатие в водонасыщенном состоянии, тс/м² (кгс/см²)

1,4 — коэффициент надежности по грунту — K_r , см стр. 149

l_d — длина заделки б.с. в скальном грунте

d — диаметр заделки — диаметр б.с., м.

Из формулы следует, что с увеличением заделки б.с. увеличивается R и можно увеличить расчетную нагрузку на б.с. — N , тс.

$$N + G = \frac{F_d}{k}$$

где k — коэффициент надежности фундамента, может иметь значения от 1,25 до 1,75, в общем случае для предварительных, оценочных расчетов можно принять $k = 1,4$.

G — вес бурового столба, тс.

Площадь сечения и погонный вес б.с.

Ø 1,2 $A = 1,13$ м² $g = 2,8$ тс/м Ø 2,0 $A = 3,14$ м²

Ø 1,5 $A = 1,77$ м² $g = 4,4$ тс/м $g = 7,85$ тс/м

Бетон б.с. принимают М300 (В22,5) и М350 (В27,5)

При расчете б.с. по прочности материала расчетное сопротивление бетона, уложенного подводным способом с инвентарными обсадными трубами, принимают с понижающим

коэффициентом 0,8. Напряжение в бетоне б.с. как правило, не более 70 — 80 кгс/см² (700 — 800 тс/м²), следовательно, минимальная вертикальная нагрузка на б.с. по использованию свойств материала должна быть не более

$$N_p = 700 \times A \text{ тс,}$$

или 800 тс на б.с. Ø 1,2 м и более 1200 тс на б.с. Ø 1,5 м.

На практике имеет место нагрузка на б.с. Ø 1,2 м — 500 — 800 тс, на б.с. Ø 1,5 м — 800 — 1200 тс.

Приняв среднюю нагрузку на б.с. Ø 1,5 м (вместе с собственным весом) $N_c = 1000$ тс определимся с предельной несущей способностью скального грунта R_{nc} , с тем насколько большей прочности должен быть грунт под эту нагрузку, при заделке в него на 0,5 м.

$$R = \frac{F_d}{A} = \frac{1,4N}{A} = \frac{1,4 \times 1000}{1,77} = 790 \text{ тс/м}^2$$

$$R_{nc} = \frac{1,4R}{\frac{l_d}{d} + 1,5} = \frac{1,4 \times 790}{\frac{0,5}{1,5} + 1,5} = 640 \text{ тс/м}^2 \text{ (60 кг/см}^2\text{)}$$

Если, по геологическим изысканиям скальный грунт менее прочный, например 400 тс/м², увеличим заделку до 2-х метров, тогда:

$$R = \frac{R_{nc}}{1,4} \left(\frac{l_d}{d} + 1,5 \right) = \frac{400}{1,4} \left(\frac{2}{1,5} + 1,5 \right) = 810 \text{ тс/м}^2$$

$$N_c = \frac{R \times A}{1,4} = \frac{810 \times 1,77}{1,4} = 1024 \text{ тс}$$

и расчетная нагрузка на б.с. за минусом собственного веса

$$N = N_c - 4,4L$$

где L — длина б.с., м; 4,4 тс/м — погонный вес б.с.

Нагрузку на б.с. — N можно увеличить на 10%, при определении несущей способности б.с. по результатам

штамповых испытаний грунта, тогда коэффициент надежности принимается равным 1,25 вместо 1,4.

При опирании б.с. на сжимаемые грунты, включая пески средней плотности и полутвердые глины, а также на малосжимаемые, включая плотные крупнообломочные грунты и твердые глины, несущую способность б.с. по грунту — G_d определяют как для висячих свай, учитывая передачу нагрузки нижним концом и боковой поверхностью при меньшем ($\kappa = 0,6-0,7$), чем у забивной свай расчетным сопротивлением по боковой поверхности.

Условия применения б.с.

При рассмотрении целесообразности б.с. следует учитывать то, что по площади сечения б.с. $\varnothing 1,5$ м составляет 14,4 сваи, а $\varnothing 1,2$ м — 9,2 сваи сечением 35x35 см, каждая из которых может нести нагрузку от 60 до 100 тс, следовательно, в общем случае, с учетом указания п.7.3 СНиП2.02.03 — 85, буровой столб должен нести сопоставимую, по числу заменяемых свай, нагрузку.

Хотя устройство б.с. является более сложной и дорогостоящей технологией, чем забивка свай, есть много случаев, когда приходится выбирать все же б.с., а именно: когда по технологическим условиям забить сваи весьма затруднительно или невозможно; при глубине забивки более 15–18 м и больших глубинах воды;

когда нельзя или нецелесообразно развивать свайный ростверк по условиям подземных коммуникаций, или при большой несущей способности б.с. по грунту;

когда недопустимо динамическое воздействие от забивки свай на здания и сооружения, или недопустим шум свайного молота на месте работ.

Определения ослабленных скальных грунтов, используемых для опирания б.с.

Выветривание — ослабление скального грунта под воздействием физических и химических природных процессов на поверхности и в толще земли.

Коэффициент выветривания K_6 — отношение плотности выветрелого грунта к плотности монолитного грунта.

Невыветрелый скальный грунт $K_6=1$, коэффициент надежности по грунту $K_r=1,4$.

Слабовыветрелый скальный грунт $1 > K_6 > 0,9$, коэффициент надежности по грунту $K_r=1,4/0,6=2,35$.

Выветрелый скальный грунт $0,9 > K_6 > 0,8$ включительно, коэффициент надежности по грунту $K_r=1,4/0,3=4,7$.

0,6*0,3* — см.отри. приложение №24 СНиП2.05.03-84.

Машины для устройства б.с.

Парк буровых машин (Б.М.) Мостотреста 2004 г. состоит из современных Б.М. вращательного и ударного действия. В территориальных фирмах завершают свою работу отечественные и импортные (30ГНС, 30ГНД) машины выпуска 70-х, начала 80-х годов.

В настоящее время в Мостотресте работают Б.М. специального назначения фирмы «Бауэр» на базе гусеничных экскаваторов и кранов фирмы «Либхер» и фирмы «Зенебоген», машины 50ГНС фирмы «Каго» на след. гусеничном ходу с гидроприводом;

универсальные машины фирмы «Юнттан» РМ-25 и РМ-26, которые могут производить забивку свай мощными гидравлическими молотами и производить вращательное бурение скважин диаметром 1,2 м и 1,5м;

120 т гусеничный кран фирмы «Либхер» HS883HD с оборудованием ударного действия и механизмом погружения обсадных труб фирмы «Леффер» может работать как мощная буровая машина.

В таблице на стр.160 приведены, как начало отсчета, технич. данные Б.М.—БМ-4001 выпуска 1987 г. на базе 2,5 кубового Воронежского гидравлического экскаватора ЭО — 6123.

Термины и определения Б.М.

- **мачта** — направляющая и силовая конструкция Б.М. высотой H от земли, по которой перемещается вращатель

- **вращатель** — гидравлическое устройство, вращающее буровую штангу, передающее напор (давление) на забой и отрыв

от забоя на подьеме: Для Б.М. фирмы «Бауэр» величина крутящего момента вращателя в тем соответствует индексу машины: ВС — 14, ВГ — 25 (14, 25 тсм).

- **буровая штанга** — (штанга Келли) трубчатая телескопическая конструкция расчетной длиной — А в сложенном виде и длиной — В с полностью выдвинутыми секциями. Обозначается дробью, например, 3/30 — в числителе число секций, в знаменателе расчетная глубина бурения, м.

- **рабочий орган** — буровой инструмент, присоединяемый к блтанге или канату.

Сменные рабочие органы Б.М.:

Ковшовой бур для бурения сухих и обводненных нескальных и уборки разрыхленных скальных грунтов. Объем ковша бура от 0,8 до 1,2 м³.

Шнековый бур для бурения связанных (глинистых) грунтов и рыхления полускальных.

Колоноквый бур для проходки кольцевых прорезей (с отрывом и без отрыва керна) в полускальных, малой и средней прочности скальных грунтах.

Тяжелый ударный грейфер (одно- или двухканатный) масса 3 — 8 тн, объем 0,5 — 0,8 м³.

Долото ударное крестовое с зубьями или прямыми резами, масса 3 — 8 тн.

Адаптер (дретеллер) — переходник для вкручивания, задавливания в скважину (и извлечения) обсадных труб вращателем бурового органа при небольшой глубине и небольших сопротивлениях обсадки.

Буровой стол (Б.ст.) — механизм для погружения и подъема обсадных труб путем их качания на угол 15-25° с помощью гидравлического или механического привода. При задавливании или извлечении обсадных труб в скважинах Б.ст. ВУ1500, ВУ2000, ВРМ-2000 можно погружать этим столом трубы с максимальным диаметром обсадной трубы. При извлечении труб можно погружать этим столом, вращая их вращателем бурового органа. Крутящий момент — Мкр, усилие зажима трубы — З.

Инвентарные обсадные трубы — для закрепления стен скважины, состоят из стыкуемых резьбовыми конусными пробками промежуточных секций длиной от 2 до 6 м и ножевой с режущей коронкой и зубьями, соответствующими прочности проходимого грунта.

Во избежание выхода из строя стыковых соединений, нагрузки на обсадные трубы не должны превышать предельные значения, указанные в таблице (путем установки предохранительных клапанов Б.ст. на меньшее рабочее давление).

Производитель обсадных труб	d м	Мкр тсм	N тс	З тс
Люберецкий завод	1500	190	160	90
Фирма «Леффер»	1500	290	210	170
Фирма «Леффер»	2000	410/1300	265/900	220

В зависимости от высоты мачты Н буровые машины вращательного бурения комплектуются буровыми штангами такой длины, которая позволяет после присоединения рабочего органа завести его в скважину.

Расчетную длину буровой штанги находят:

$$A = H - 1,7 - 2,0 - \Delta H,$$

где 1,7 м — высота бурового органа;

2,0 м — высота от верха мачты до торца буровой штанги в верхнем положении («Бауэр»).

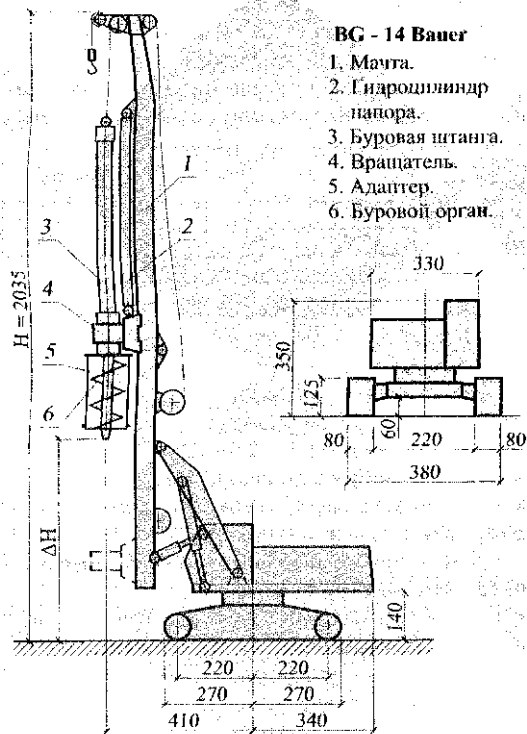
$\Delta H = 0,5$ м — при проходке скважины без бурового стола или без обсадных труб.

$\Delta H = 1,5$ м — при наличии бурового стола и продолжении проходки без обсадки.

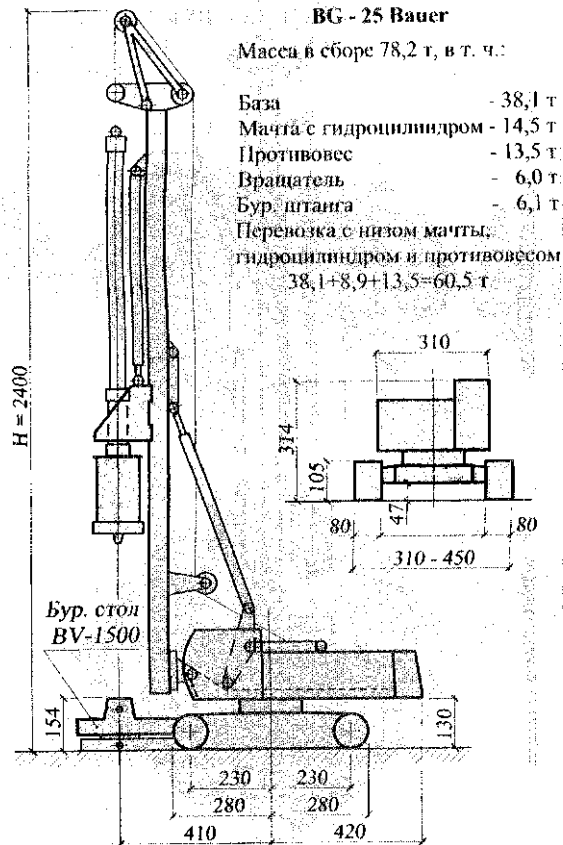
$\Delta H = 5,5 - 6,0$ м — при бурении с наращиванием — погружением обсадных труб с помощью бурового стола.

Для оптимального соответствия глубине и условиям бурения буровую машину оснащают двумя — тремя штангами

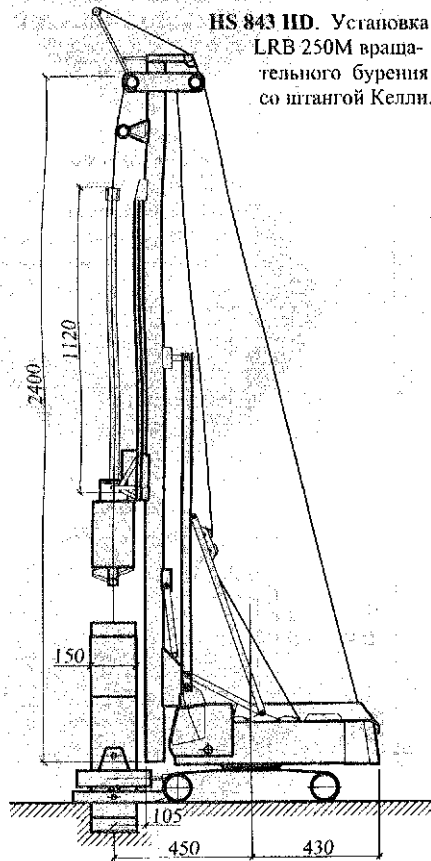
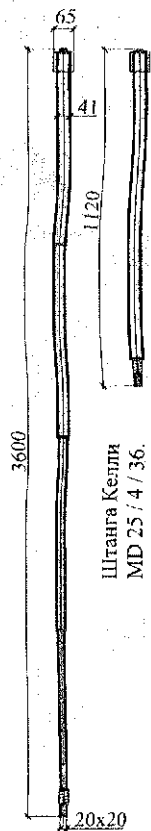
разной длины L и разным числом секций, отвечающих по прочности крутящему моменту вращателя (при одинаковом числе секций и одинаковой длине буровые штанги машины ВГ-36 на 35% тяжелее штанги ВГ-25 с менее мощным вращателем).



152

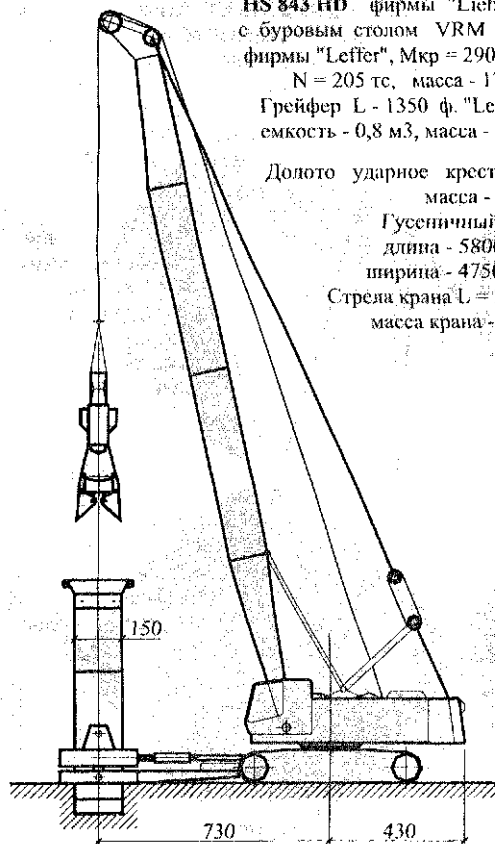


153



HS 843 HD. Установка
LRB 250M враща-
тельного бурения
со штангой Келли.

154

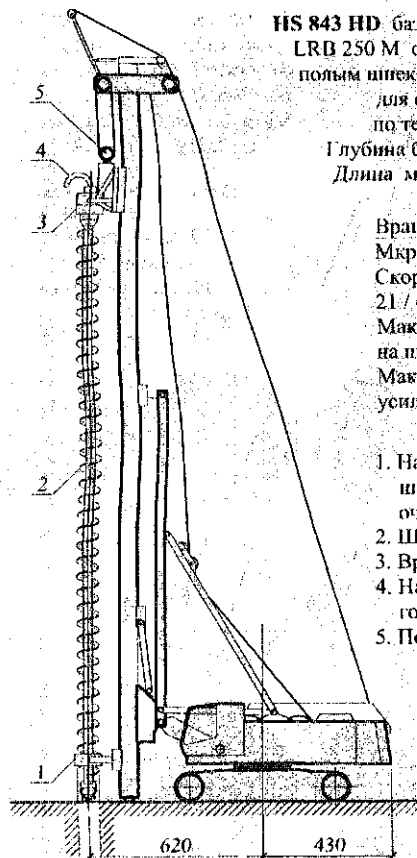


HS 843 HD фирмы "Liebherr"
с буровым столом VRM 1500
фирмы "Leffer", Мкр = 290 тсм,
N = 205 тс, масса - 17,0 т.
Грейфер L - 1350 ф. "Leffer",
емкость - 0,8 м3, масса - 8,5 т.

Долото ударное крестовое,
масса - 8,0 т.

Гусеничный ход:
длина - 5800 мм,
ширина - 4750 мм.
Стрела крана L = 23 м,
масса крана - 58 т.

155

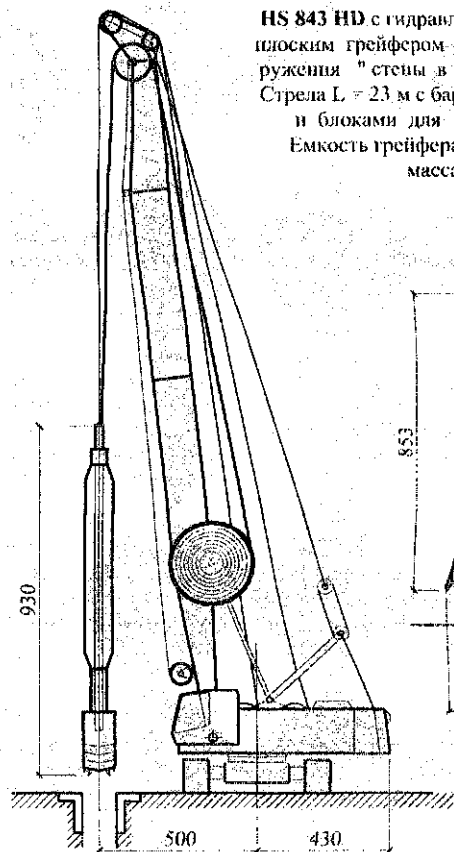


HS 843 HD базовая установка
LRB 250 M с непрерывным
 полным шнеком $\varnothing 0,4 \div 0,8$ м
 для сооружения б.с.
 по технологии CFA
 Глубина бурения до 23 м
 Длина мачты $24 \div 27$ м

Вращатель:
 Мкр = 25 / 12,5 тсм
 Скорость вращения
 21 / 42 об/мин
 Макс. давление
 на шнек - 25 тс.
 Макс. тяговое
 усилие - 40 тс.

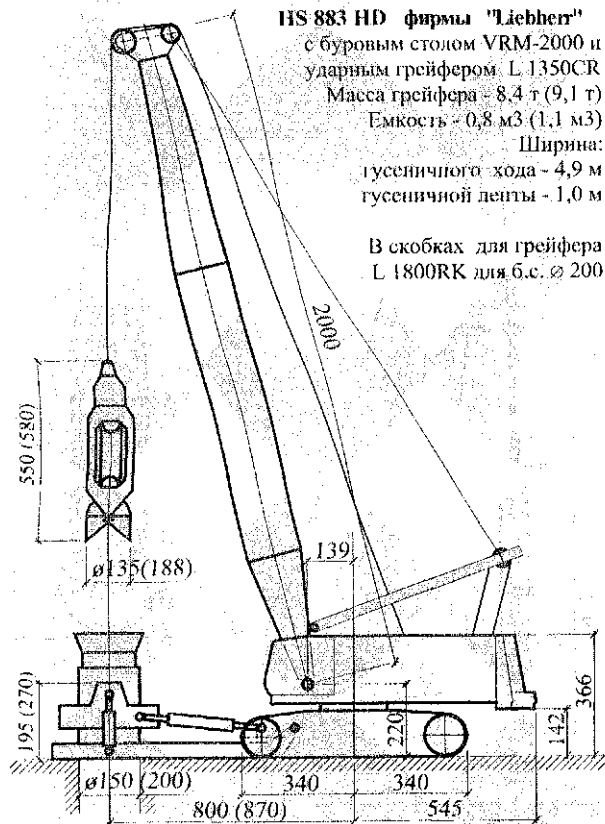
1. Направляющая шнека со шнекоочистителем.
2. Шнек.
3. Вращатель.
4. Наиветяющая головка
5. Подъемный блок.

156



HS 843 HD с гидравлическим
 плоским грейфером для соору-
 жения "стены в грунте".
 Стрела $L = 23$ м с барабанами
 и блоками для шлангов.
 Емкость грейфера - 1,3 м³.
 масса - 15,0 т.

157



HS 883 HD фирмы "Liebherr"
 с буровым столом VRM-2000 и
 ударным грейфером L 1350CR
 Масса грейфера - 8,4 т (9,1 т)
 Емкость - 0,8 м³ (1,1 м³)
 Ширина:
 гусеничного хода - 4,9 м
 гусеничной ленты - 1,0 м

В скобках для грейфера
 L 1800RK для б.с. \varnothing 200

В скобках для бур. стола VRM-3000 см. стр 159

При бурении скважин глубиной до 70 м в обсадных трубах \varnothing 2,0 м машина HS 883 работает с бур. столом VRM-3000 для труб \varnothing до 3,0 м, со след. характеристиками: момент качания - 835 тсм и сила подъема - 725 тс при давлении 310 МПа, сила погружения до 50 тс, угол качания - 21°, масса - 52 т, габариты 9,2 x 4,6 x 2,7 м; комплект усиленных труб \varnothing 2,0 м - фирмы "Леффер".

В связи с распространением в последние годы у нас в стране высокопроизводительного способа сооружения б.с. \varnothing 0,4-0,8 м по технологии CFA (непрерывного полнотелого шнека), после 2000г. Мостовместом приобретаются новые Б.М. у фирмы "Либхер" и "Юнгтан" с комплектом бурового оборудования, куда входят полые шнеки диаметром 0,4; 0,6 и 0,8 м длиной от 20 до 23 м, состоящие из промежуточных секций длиной 6 м и 3 м, и 2 м - носовой, шнекоочистители, нагнетающие головки и канатные системы для за вдавливания и извлечения шнека из скважины.

Суть CFA - непрерывный полый шнек вращателем заглубляется на проектную глубину, после чего канатной системой подвески вращателя с усилием до 100 тс шнек без вращения извлекают из грунта, и по мере его выплывания, в нагнетающую трубу в полости шнека подается под давлением бетон заполняющий скважину снизу доверху.

В уложенный бетон с помощью гидравлического вибратора JV-10, входящего в комплект CFA, осаживается арматурный каркас, завершая сооружение б.с.

Новая Б.М. PM26-40-2002г. - одностопная с PM26LC (см.таблицу), имеет молот ННК-7А/9А с изменяемой за счет 2х вставок, массой ударной части от 7 до 9 т. Для забивки и извлечения шпунта имеется вибратор JV-25 или ICE416L с возмущающей силой до 80 тс и макс. усилием на скобе до 40 тс.

PM18-30-2003г. - новая компактная многофункциональная установка, сочетающая легкость конструкции и высокие технические характеристики, выполняет все виды буровых работ и производит забивку свай молотом ННК-7А с повышенным ресурсом работы (масса с наголовником - 11,6 т).

Технические характеристики буровых

Наименование параметра		Ед. изм.	БМ 4001	PM 25 Junitan	50 TNC KATO	BG 14 Bauer
Диаметр скважины		м	1,2 - 1,5	0,8 - 1,2	1,5 - 1,7	1,2 - 1,5
Глубина бурения		м	24	26 - 28	30	30
Масса машины	рабочее положен.	т	70	62	68,5	75,3
	трансп. положен.	т	56	51	42	59,5
Базовая машина			90-6123	PM-25	50 TNC	P-962
Метод бурения	вращательный		Вр	Вр	Вр	Вр
	ударный		Уд	-	Уд	-
Буровой стол	момент качания	тсм	80	107	200	207
	сила погружения	тс	22	30	30	40
	сила подъема	тс	97	100	200	188
	масса стола	т	8	8	16	9,7
Вращатель бурового органа	крутящ. момент	тсм	7,4	15	12 / 6	14
	сила напора	т	18	15 - 18	12	15
	сила подъема	т	-	-	-	20
	ход подачи	м	6	7,9	2,1	6,5
	скорость вращен.	об/мин	16	40	15 / 30	45
Основная буровая штанга	n / L	/м	3 / 30	2 / 28	4 / 50	3 / 30
	длина - А	м	13,2	16,8	14,5	12,7
	длина - В	м	32,5	30	52,7	33,2
	масса	т	4,5	5,6	6,5	5,5
Грузопод. лебедки	буров. штанги	тс	16	15	9	15
	вспомогательная	тс	-	7	9	7,5
Высота манты от замки		м	24,85	26,2	22,5	20,35
Размер гусениц. хода	вдоль	м	4,70	5,05	4,90	5,40
	поперек в работе	м	3,80	4,20	3,22	3,85
	поперек в трансп.	м	3,80	3,20	3,22	3,85
Мощность двигателя		квт	150	246	200	210
Год выпуска машины			1987	1998	1986	1990

машин ОАО "Мостотрест" - 2004г.

PM 26 Junitan	HS 843 LRB	PM 18-30 Junitan	PM 26LC PM 26-40	BG 25 Bauer	BG 36 Bauer	HS 843 VRM	HS 883 VRM
1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	1,2 - 1,5	1,2 - 1,5	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0	1,5 - 3,0
30	33	33	36 / 41	36	44	50	70
71	94	78,4	88 / 97,2	78,2	127,1	58	110
61	66	53,5	56 / 58	60,5	82	42,5	72
PM-25	HS-843	PM-26	PM-26	BC-80	BC-100*	HS-843	HS-883
Вр	Вр	Вр	Вр	Вр	Вр	-	-
-	-	-	-	-	-	Уд	Уд
195	195	109/195	195/285	207	207	290/411	411/835
40	40	40	45 / 50	40	60	30	30 / 50
179	179	102/179	179/228	188	188	205/265	265/725
12,5	10	7 / 10	10 / 12,5	9,7	12,5	17 / 25	25 / 52
17,5	25 / 12,5	30 / 15	40	25	37 / 18	-	-
15 - 18	25	40	25 / 40	25	25	-	-
50	35	80	40 / 100	32	43	-	-
7,9	7,0	6,85	7,9	6,5	7,65	-	-
40	21 / 42	21 / 42	35	34	20 / 42	-	-
3 / 30	4 / 30	3 / 33	3 / 42	3 / 36	4 / 44	-	-
12,9	11,2	13,7	16,7 / 17,0	14,7	14,25	-	-
34,5	36	35,7	45	39,2	46,8	-	-
5,6	6,5	7,2	9,2 / 11,7	6,1	11,1	-	-
17,5	16	20	25	25	30	20	30
10	16	12	12	7,5	7,5	20	30
24,4	25,0	24,9	27,3	24	25,3	L=23	L=23
5,05	5,80	5,70	5,70	5,60	7,15	5,80	6,75
4,15	4,80	4,50	4,50	4,50	5,00	4,75	4,90
3,15	3,60	3,50	3,50	3,10	3,70	3,50	4,00
213	330	280	317	291	377	330	448
1996	2002	2003	2000/2002	2000	1999	2001	1998

Установкой HS843HD/VRM — 2001 г. с буровым столом, $M_{кр} = 411$ тм и усилием подъема 265 т сооружаются б.с. $\varnothing 1,5-2,0$ м на глубину до 50 м (в особых случаях до 60 м).

При оборудовании стрелы HS843HD системой штанговых барабанов и блоками для гидротитангов, с плоским гидравлическим грейфером марки HSWG800 (емкость 1,3 м³, масса 15 т), этой машиной можно сооружать ограждающие и несущие конструкции по технологии «стена в грунте» на глубину до 50 м (на практике чаще от 16 до 26 м).

1. В таблице указана оптимальная глубина и диаметр скважины для данного класса (типа) машины при бурении с обсадными трубами.

2. Масса Б.м. в рабочем положении включает массу переоборудованной базовой машины, массу мачты с вращателем и с основной буровой штангой без рабочего органа.

3. У Б.м. BG-36 холодная часть от базовой машины BS-140, поворотная платформа BS-100.

4. Угол качания (пробега) обсадных труб у Б.м. «Юнгтан» и «Бауэр» — 22° и 25°, у БМ-4001 и 50ГНС — 13° и 15°, «Лэффер» — 25°.

5. Ход погружения (подъема) обсадных труб — 0,4 — 0,5 м, у бурового стола БМ-4001 — около 0,3 м.

6. Усилие погружения бурового стола VRM-2000 «Лэффер» — 30 тс, с пригрузами, которые можно уложить на консоли, установленные в штатные отверстия несущей рамы.

7. Указанная в таблице сила подъема бурового стола может быть реализована в случае, если несущая рама Б.ст. опирается на твердый грунт (5–6 кгс/см²).

На мягком, слабом, грунте под раму следует укладывать инвентарные стальные плиты толщиной 40–50 мм.

8. Указанные дробью пределы крутящего момента вращателя 12/6 тм соответствуют малой и большой скорости вращения 15/30 об/мин при двухскоростном режиме (1 и 2 передаточные). В пределах каждого режима скорость вращения бесступенчато регулируется от нуля до наибольшей, при этом величина $M_{кр}$ изменяется от наибольшего до минимального значения.

9. В дробь n/L n — число секций буровой штанги, L — расчетная глубина бурения, м.

10. Напор на буровой орган у Б.м. «Юнгтан» — 18 тс на две секции, при работе с выдвинутой третьей секцией — не более 15 тс.

11. Для точного наведения на проектную ось скважины в плане и по вертикали б.м. «Бауэр» и «Юнгтан» имеют механизмы наклона и перемещения мачты в продольной и поперечной плоскостях. БМ-4001 и 50ГНС могут наклонять мачту назад с уклоном до 5:1.

12. Высокая энергооборуженность импортных Б.м. (более 300 квт) позволяют им развивать большие усилия и высокие скорости при выполнении рабочих операций, обеспечивая высокую производительность буровых работ.

Некоторые сведения по технологии и качеству работ при устройстве буровых столбов.

1. При проходке очередной скважины с применением ударного долота бетон расположенных рядом столбов должен иметь прочность не менее 150–175 кгс/см².

2. Надежность и несущая способность буровой свайно-буровой столба существенным образом зависят от качества зачистки (уплотнения) дна скважины, поэтому в регламентах и инструкциях должна быть указана степень очистки (кондиция) забоя в зависимости от того, как взаимодействует столб с грунтом — как свая-стойка или висячая свая. Соответственно степени зачистки должно быть указано каким рабочим органом или оборудованием производить зачистку: грейфером, трамбовкой, ковшовым буром или всасывающей головкой (типа эрлифта или гидроэлеватора) в зависимости от глубины скважины, уровня воды, характера разрыхленного, измельченного грунта в забое, указано чем элементарно проконтролировать зачистку.

3. Во избежание нарушения сцепления арматуры с бетоном и самого ранее уложенного бетона при бетониро-

ваний длинных, более 15–20 м буровых столбов, необходимо укладывать не менее 8–10 м³ бетона в час, применять цемент с началом схватывания не ранее 2–2,5 часов и замедлитель схватывания ЛСТ.

4. При бетонировании буровых столбов методом ВПТ (вертикально перемещаемой трубы при подводном бетонировании) во избежание прорыва воды в бетонолитную трубу (а это грубый брак), конец ее должен быть залублен в бетон от 2 до 6 м при всех манипуляциях с обсадными и бетонолитными трубами в процессе бетонирования.

5. Бетоном состава и подвижностью на обрывах оснований (с ОК не менее 12–15 см) допускается бетонирование сухих скважин с обсадными трубами способом свободного сброса с высоты 6–7 м через бункер (воронку) с направляющей трубой \varnothing 275–325 мм при отсутствии в каркасе перемычек, разбивающих струю бетона, при этом, во избежание образования кольцевой щели при извлечении обсадной трубы и неполного сцепления бетона с арматурой его подвижность должна быть не ниже указанной выше.

Допускаемые отклонения

буровых столбов в плане и по вертикали.

1. При расположении в один ряд по фасаду моста:
на воде $\pm 0,04d$ и 1:200
на суше $\pm 0,02d$ и 1:200, где d — диаметр бурового столба.
2. При расположении Б.С. в два и более ряда:
на воде $\pm 0,1d$ и 1:100
на суше $\pm 0,05d$ и 1:100

По глубине скважины, отметке забоя ± 25 см.

В б.с. не допускается нарушения сплошности бетона и снижения его прочности более 5%, проверка по выбуренным кернам по двум столбам на один мост, а также неразрушающими методами контроля (радионуклеонными, ультразвуковыми) в трубках \varnothing 50 мм установленных на всю высоту б.с. с арматурным каркасом до бетонирования.

Гидравлические вибропогружатели.

Условия применения и технические характеристики.

Низкочастотные электрические вибропогружатели с частотой вращения дебалансов до 600 об/мин, выпускавшиеся ранее отечественной промышленностью для погружения железобетонных свай-оболочек на строительстве мостов, ныне не имеют применения. Вместо них в подразделениях треста имеются гидравлические вибропогружатели: нормальные - с частотой 1380-1900 об/мин. и высокочастотные - 2100-2400 об/мин. предназначенные для погружения и выдерживания тонкостенных элементов: стального шпунта, сварных шпунтовых панелей ПШС, стальных труб диаметром до 1720мм, при массе элемента до 10т и длине до 24м.

Ниже в таблице представлены технические характеристики гидравлических вибропогружателей (далее ГВП) в ОАО «МОСТОТРЕСТ» на 2007г. Вначале, ГВП использовались с гидравлическими буровыми и свабойными машинами и работали от их насосов, теперь, чаще ГВП подвешивают к грузоподъемным кранам и подсоединяют к автономным дизельным гидравлическим станциям мощностью от 246 до 746 кВт, которые используются также в случае, когда мощность гидронасоса буровой машины недостаточна для запуска и эффективной работы вибропогружателя. ГВП предназначены для погружения тонкостенных профилей в легские для погружения грунта средней плотности: водонасыщенные пески, пластичные суглинки и глины, с высокой скоростью от 1 метра и более в минуту и общем времени погружения профиля от 5 до 10 минут, тогда оправдывается затрачиваемая для их работы большая мощность. Скорость в конце погружения профиля должна быть не менее 5 см/мин и время работы ГВП на этой скорости должно быть не более 5 минут.

В таблице ГВП размещены в порядке возрастания их погружающей-извлекающей способности, по возрастанию, центробежной силы и эксцентриситета момента. Все они слабже-

ны сменными, в зависимости от вида профиля, зажимами и эффективными, но тяжелыми амортизаторами, вес которых соизмерим с весом вибратора см. строку 6 и 9 таблицы.

Грузоподъемность крана для выдергивания профиля должна быть не менее силы тяги по строке 5 (усилия натяжения амортизатора) и не менее общего веса ГВП по строке 10 плюс вес профиля и вес шлангов по примечанию 1.

В габаритных размерах указан размер «корсет» - это сужение ГВП в средней части, позволяющее ему проходить между замками шпунта, когда шпунт выставляют по контуру, а затем погружают отдельными шпунтинами.

Все вибропогружатели имеют возможность плавного изменения числа оборотов - частоты колебаний от 0 до максимальных. В машинах PVE 2323VM и PVE 40VM, кроме того, в процессе работы можно изменить эксцентриковый момент и следовательно изменить амплитуду колебаний, соответственно переменным грунтовым условиям, осуществлять безрезонансный пуск и остановку, что может быть необходимым для работы вблизи зданий и сооружений без нанесения им ущерба.

В строке 3 таблицы приведена знакопеременная вертикальная возмущающая сила - центробежная сила F вибромашины, которую надо сравнивать с необходимой по весу профиля, по глубине его погружения и по грунту силой F_n . Чем больше вес профиля, плотность и сила трения грунта, тем большее значение должна иметь центробежная сила для срыва сил трения в начале и в процессе погружения или извлечения профиля. Так для средних условий погружения в грунт на глубину до 10 м, для профиля весом до 2 т требуется $F_n \geq 750$ кН, а при весе 7 т требуется $F_n = 2500$ кН.

Величину F , зависящую от величины эксцентрикового момента на грузовом валу и числа оборотов вала, определяют по формуле $F = 0,011 M n^2 / 1000$ кН, где

M - эксцентриковый момент в кгм

n - число оборотов в минуту (частота колебаний эксцентриков).

По табличным значениям M , динамического веса ГВП (вибратор плюс зажим) - G_d и известному весу профиля $G_{пр}$ определяют A_p - расчетную амплитуду колебаний системы, ГВП-профиль.

$A_p = 1000M / (G_d + G_{пр})$ мм, где G_d и $G_{пр}$ - в кг.

Здесь расчетная амплитуда равна половине полного размаха колебаний (в каталогах некоторых фирм амплитудой называют полный размах колебаний).

Для определения соответствия ГВП грунтовым условиям и глубине погружения, полученную расчетную амплитуду A_p сравнивают с амплитудой необходимой по грунту - A_n .

Для легких для погружения грунтов (мягкие водонасыщенные пески, мягко и текучепластичные глинистые) и глубины погружения до 10 м - $A_n \geq 4-5$ мм.

Для плотных грунтов, включая маловлажные крушные и гравелистые пески, тугопластичные глины, полутвердые супы и глины и глубины до 20 м $A_n \geq 5-7$ мм.

Если расчетная амплитуда оказалась меньше необходимой, следует использовать более мощный ГВП, или применить дополнительно подмыв, а при погружении труб предусмотреть удаление грунта из полости трубы.

При подборе ГВП следует знать, что в песчаных грунтах больший эффект дают высокие частоты колебаний со сравнительно небольшой амплитудой, а в глинистых грунтах лучший результат дает большая амплитуда при более низких частотах.

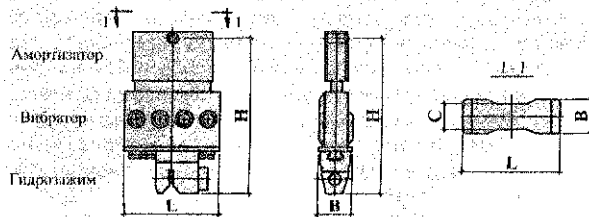
Об эффективности конструкции ГВП можно судить по величине центробежной силы, в кН, приходящейся на единицу веса вибратора, в т. е. по удельной центробежной силе AF и удельной гидравлической мощности вибратора AW , в кВт/кН, мощности расходуемой на единицу силы F .

Тип ГВП	MUJ-2M	ICE 416L	ICE 815C	JV 25 40VM	PVE 300A	CSV 2323VM	ICE 6424
AF кН/т	51,5	303	316	348	406	480	506
AW кВт/кН	0,33	0,27	0,28	0,245	0,245	0,20	0,19

Тип ГВП / Параметры	Ед. изм.	CSV 300A	ISE 416L	JV 25	PVE2523VM	ISE 815C	PVE 40VM	ICE 6420	MPE-2M
Эксплуатационный момент	кг·м	4,6	25,3	25,5	0 - 2,3	46	0 - 40	64	11,3
Максимальная центробежная сила	кН	300	712	800	1350	1250	1750	2530	134
Максимальная частота вращения при включении	об./мин	2400	1600	1680	2300	1570	2000	1900	970
Максимальная тяга при включении	тс	15	37	41	41	41	41	51	24,5
Вес вибратора	кг	625	2350	2300	2700	3950	4300	5090	2600
Вес гидроаккумулятора	кг	345	975	580	1000	1100	1380	2550	900
Вес гидравлической системы вибратор + аккумулятор	кг	970	3325	2880	3700	5050	5680	7500	3560
Вес амортизатора	кг	650	1550	1320	1300	1700	1900	2000	600
Общий вес с амортизатором	кг	1620	4875	4200	5000	6750	7580	9500	4100
Макс. гидравлическая мощность вибратора	кВт	60	193	196	278	346	430	490	2622
Мощность гидростанции	кВт	77	242	242	392	392	550	550-600	-
Удельное давление	тс	30	112	120	2 x 80	160	2 x 100	320	100
Высота H	см	127	274	-	293	320	310	310	230
Длина L	см	101	241	-	175	325	260	762(240)	121
Ширина B	см	66	43	-	75	102	75	94	116
Корсет зажимов	см	-	36	-	35	37	32	42	-
Виды зажимов		MO-114	MO-4	MO-5 MO-114 MO-125	MO-114	MO-90	MO-22 MO-114	MO-4	
Виды зажимов	год	2001	2004	2000	2003	2006	2002	2006	
Год выпуска									

1. В таблице общий вес с амортизатором указан без гидравлических шлангов. В зависимости от длины и проходного диаметра их вес составляет от 400 до 900 кг, при длине от 30 до 45 м.
2. Рабочее давление в гидросистеме ГВП от 320 до 350 бар. Для получения ожидаемого эффекта мощность гидростанции должна быть не менее рекомендованной в таблице.
3. В таблице для сравнения приведены технич. характеристики электрического шпунтовыводителя МШ-2М - широко применяющегося ранее для погружения и извлечения шпунта.
4. MO-4 к ГВП ICE 6420 имеет гидростанцию ICE 1000, мощностью 746 кВт.
MO-90 к ГВП ICE 815с имеет гидростанцию ICE 525, мощностью 392 кВт.

Габаритные размеры ГВП



Панели шпунтовые сварные ПШС ЗАО Курганстальмост

Вес погонного метра $g=295 - 541$ кг/м. Всего 68 типоразмеров ПШС от 40/150 - 3200 до 80/150 - 11100 с высотой профиля от 400 до 800 мм и шириной 1500 мм с толщиной стенки от 12 до 14 мм и толщиной полки от 16 до 25 мм, моментом сопротивления от 3200 до 11100 $см^3$ на 1 м ширины панели, из стали 15ХСНД и 17 Г1С.

Пример маркировки:

ПШС 50/150 - 4700, ПШС 60/150 - 5900.
Ширина B=1500 мм. Высота h=500 и 600 мм.
Момент сопротивления ширины в 1 м - 4700 и 5900 $см^3$

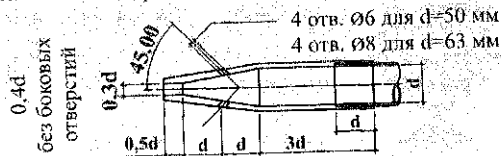


Погружение свай и шпунта с подмывом.

Подмыв грунта является мерой вынужденной, усложняющей процесс погружения свайных элементов, приходится применять тогда, когда молота и вибропогружатели не позволяют погрузить сваю или шпунт на требуемую глубину независимо от их мощности. Для подмыва, в общем случае, необходимо иметь высоконапорные насосы с подачей до 100 м³/час и напором до 150 м в.с., лебедки фрикционного (грейферного) типа для подъема и опускания подмывных труб в процессе погружения тонкостенных профилей и свай, резиновые шланги внутренним диаметром от 50 до 76 мм на рабочее давление 10-15 ат, сетевую эл. энергию или электростанцию мощностью 100-200 кВт для запуска под нагрузкой короткозамкнутых двигателей насосов мощностью 45-75 кВт.

Подмывных труб должно быть как правило две, и более при разном сечении погружаемого элемента. Внутренний диаметр 50-63 мм (наружный 63-76 мм), длина труб 15-18 м, при большей длине трубу следует усилить, чтобы она не согнулась при подъеме из горизонтального положения. На конце трубы навинчивается точеный наконечник с одним центральным или одним центральным и четырьмя боковыми отверстиями. Число и диаметр отверстий принимается в зависимости от диаметра подмывной трубы и соответствующих глубине погружения и свойствам грунта необходимому расходу и давлению воды.

Давление у наконечника при глубине погружения 8-15 м в рыхлых песках должно быть 6-8 ат, расход 60-80 м³/час, в плотных слежавшихся с галькой и гравием - необходимо давление 8-10 ат и расход 90-120 м³/час.



С увеличением глубины погружения следует иметь больший напор, при этом надо учитывать потери напора развиваемого насосом. По необходимому напору и расходу подбирают диаметр трубы. Например, по трубе Øв=50 мм при давлении Р от 6 до 10 ат возможен расход Q=35-45 м³/час. По таблице можно проверить назначенные размеры отверстий в наконечниках на пропуск требуемого расхода при расчетном давлении.

Давление у наконечника, ат	Расход воды в литрах / м ³ /час при диаметре отверстий, мм						
	Ø 6	Ø 8	Ø 15	Ø 20	Ø 25	4 Ø 6	4 Ø 8
6	65	106	360/21,5	655/39,5	1045/63	260/15,6	424/25,5
7	70	115	390/23,5	710/42,5	1130/68	280/16,8	460/27,6
8	75	122	415/25,0	760/45,5	1215/73	300/18,0	480/29,3
9	80	129	435/26,0	805/48,5	1295/78	320/19,2	510/31,0
10	82	132	450/27,0	845/50,5	1360/82	328/19,7	528/31,7

Потери напора в резиновых шлангах можно определить по формуле $H_n = 10 Q^2 L / K_t$, где Q-расход, л/сек; L-длина шланга, м; $K_t = 200$ для Øв50 мм и $K_t = 850$ для Øв65 мм.

Указанные выше величины расходов и давления следует считать, как минимально необходимые и разумные, если они будут выше, то это ускорит работу и гарантирует успех подмыва в случае встречи с прослойками более плотных грунтов. В практике сооружения мостовых опор применяется подмыв с давлением у наконечника 25 ат.

Эжекторные устройства для разработки грунта при сооружении мостовых опор. Эрлифты и гидроэлеваторы.

Э. и Г. - простые, без движущихся частей, землесосные устройства для удаления песчаных грунтов из опускных колодезев, из стальных труб, из узких полостей в котлованах с буровыми столбами и сваями. Простая конструкция Э. и Г. позво-

ляют изготовить их в короткий срок в ремонтных мастерских мостоотряда. Схема Э. и Г. представлена ниже на рисунках. **Эрлифт** или воздухоподъемник предназначен для работы в глубокой воде. С увеличением глубины погружения возрастает его эффективность; минимальная глубина должна быть не менее 3-4 м, для работы необходим сжатый воздух от компрессора, а для поддержания необходимого уровня воды в трубе или котловане требуется постоянная подкачка.

Гидроэлеватор или струйный насос предназначен для работы при глубине воды от 0,5 м и более или работы в осушенном котловане для забора из приемков пульпы (смеси воды с грунтом) образуемой гидромонитором. Для работы Г. необходима напорная вода с давлением от 8 до 12 атмосфер, с расходом от 60 до 120 м³/час от насоса среднего или высокого давления (см ниже насосы), при этом всасывающее действие Г. тем больше, чем больше напор воды.

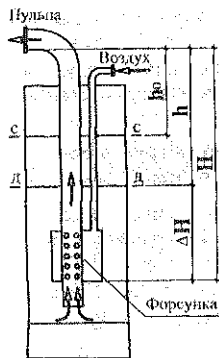
Для увеличения производительности эрлифтов и гидроэлеваторов нужно стремиться к уменьшению высоты слива пульпы над горизонтом воды, применять для наращивания металлических труб пульпопровода, подачи воздуха и напорной воды резиновые шланги, при этом также уменьшается необходимая высота подъема крюка крана, обслуживающего эжекторную установку.

Удельный расход воздуха на 1 м³ пульпы при работе эрлифта - W определяют по эмпирической формуле:

$$W = \frac{k h}{23 \lg \Delta H + 10}$$

где: $k = 2.17 + 0.0164 \Delta H$;

h - высота подъема воды (пульпы) над горизонтом воды, в м;



ΔH - глубина погружения в воду форсунки эрлифта, в м;

h - глубина погружения эрлифта от уровня слива, в м;

$c-c$ - статический уровень воды до начала работы;

$д-д$ - динамический уровень воды при работе эрлифта.

При одинаковой высоте h удельный расход воздуха тем больше, чем меньше заглубление ΔH ,

Например:

при $h=5$ м и $\Delta H=3$ м $W=4,3$ м³/м³

$h=5$ м $\Delta H=5$ м $W=2,8$ м³/м³

$h=5$ м $\Delta H=10$ м $W=1,6$ м³/м³

при $h=10$ м $\Delta H=10$ м $W=3,4$ м³/м³

$h=10$ м $\Delta H=15$ м $W=2,6$ м³/м³

Если задать расход по пульпе $Q=80-100$ м³/час или 8-10 м³/час по грунту (10% содержание) при диаметре подъемной трубы 150 мм, воздушной - 50 мм и $W=2,6$ м³/м³, то общий расход воздуха V , м³/мин с коэф. запаса 1,2 составит:

$V=1,2 QW / 60=1,2 \times 100 \times 2,6 / 60=5,2$ м³/мин. т.е. потребуются компрессор производительностью 6-7 м³/мин, типа ПВ 6/0,7 или ПР 8/0,7.

Давление подаваемого в форсунку эрлифта воздуха должно составлять не менее 1 ат на каждые 10 м глубины погружения эрлифта от уровня слива - H , при работе и 1,1-1,2 ат при запуске.

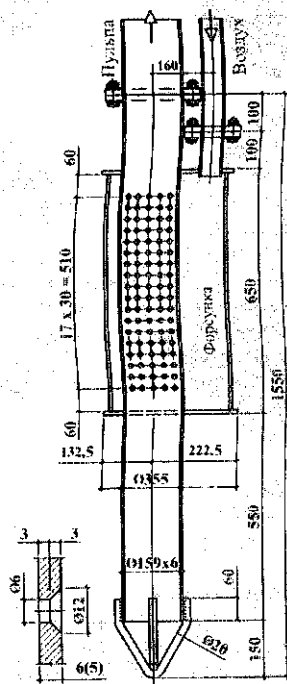
Т.е. при $H=25$ м $P=1,2 \times 25 / 10=3$ ат.

С увеличением высоты подъема пульпы h увеличивается расход воздуха и уменьшается производительность эрлифта.

Ниже на рисунках приведена примерная конструкция:

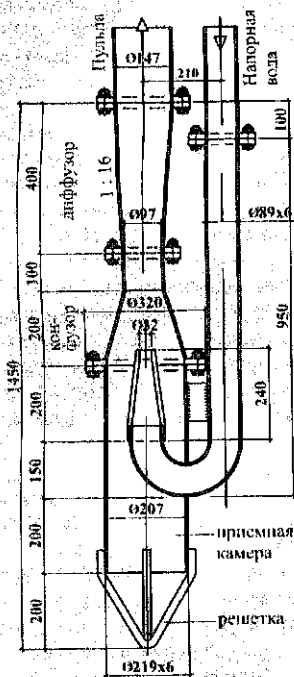
1. **Эрлифта** производительностью по пульпе до 100 м³/час, или 8-10 м³/час по грунту с расходом воздуха до 6 м³/мин, давлением до 6 ат.
2. **Гидроэлеватора** производительностью до 180 м³/час по пульпе, 8-12 м³/час по грунту при работе насосом типа ЦНС-105-98 мощностью - 55 кВт.

Элифт



На трубе $\varnothing 159 \times 6$ фореунки сделать 360 отверстий $\varnothing 6$ мм по 20 штук в ряду с шагом 25 мм, всего по вертикали 18 рядов с шагом 30 мм. Отверстия зенковать сверлом $\varnothing 12$ мм.

Гидроэлеватор



Насосы для водоотлива из котлованов и оболочек

1. Типа АНС - агрегаты насосные низконапорные (до 20 м) самовсасывающие, (время всасывания от 4 до 7 мин.) с электроприводом.

Тип насоса	Подача м ³ /час	Напор м	Высота всасыв м	Время всасыв мин.	Электро-двигатель	Мощность кВт	Число оборот. в мин.	Масса насоса кг
АНС-60	60	13,0	5,0 м	7	АНР100L2	5,5	3000	175
АНС-130	130	14,5	4,5 м	5	АНР112M2	7,5	3000	240
АНС-260	220	16,0	4,0 м	4	АНР160S2	15,0	3000	415

2. Типа ГНОМ - переносные центробежные, погружные электронасосы, допускающие провакку воды с 10% взвешенных частиц.

Тип насоса	Подача м ³ /час	Напор м	Мощность кВт	Число оборот. в мин.	Масса насоса кг
ГНОМ 25-20	25	20	3,0	3000	36
ГНОМ 50-25	50	25	7,5	3000	83
ГНОМ 50-50	50	50	11,0	3000	120
ГНОМ 100-25	100	25	11,0	3000	100
ГНОМ 200-25	200	25	20,5	3000	230

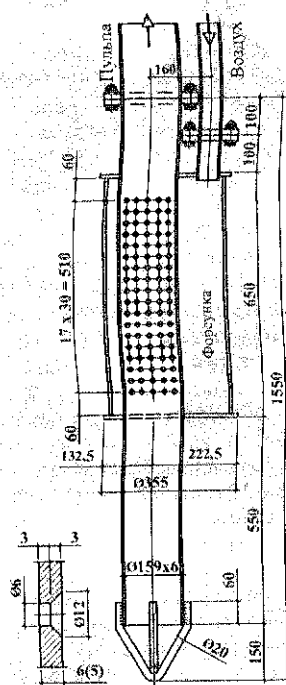
Насосы для погружения свай с подмытом, размыва и удаления грунта (для гидромониторов и гидроэлеваторов)

1. Типа К - консольные, овноступчатые, средненапорные

Тип насоса	Подача м ³ /час	Напор м	Электро-двигатель	Мощность кВт	Число оборот. в мин.	Масса насоса кг
К100-65-200	100	50	АНР180M2	30	3000	320
К100-65-250a	90	67	АНР200M2	37	3000	434
К100-65-250	100	80	АНР200L2	45	3000	450

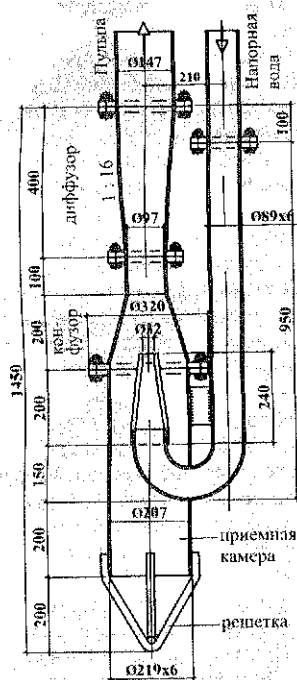
Обозначение: 100 и 65 - диаметр входного и напорного патрубка в мм; 200-250 - диаметр рабочего колеса в мм.

Эрлифт



На трубе $\varnothing 159 \times 6$ форсунки сделать 360 отверстий $\varnothing 6$ мм по 20 штук в ряду с шагом 25 мм, всего по вертикали 18 рядов с шагом 30 мм. Отверстия зенковать сверлом $\varnothing 12$ мм.

Гидроэлеватор



Насосы для водоотлива из котлованов и обочоек.

1. Типа АПС - агрегаты насосные низконапорные (до 20 м) самовсасывающие, (время всасывания от 4 до 7 мин.) с электроприводом.

Тип насоса	Поддача м ³ /час	Напор м	Высота всасыв. м	Время всасыв. мин.	Электро-двигатель	Мощность кВт	Число оборот. в мин.	Масса насоса кг
АПС-60	60	13,0	5,0 м	7	АНР100Л2	5,5	3000	175
АПС-130	130	11,5	4,5 м	5	АНР112М2	7,5	3000	240
АПС-260	220	16,0	4,0 м	4	АНР160S2	15,0	3000	415

2. Типа ГНОМ - переносные центробежные, погружные электронасосы, допускающие прокачку воды с 10% взвешенных частиц.

Тип насоса	Поддача м ³ /час	Напор м	Мощность кВт	Число оборот. в мин.	Масса насоса кг
ГНОМ 25-20	25	20	3,0	3000	36
ГНОМ 50-25	50	25	7,5	3000	83
ГНОМ 50-50	50	50	11,0	3000	120
ГНОМ 100-25	100	25	11,0	3000	100
ГНОМ 200-25	200	25	20,5	3000	230

Насосы для погружения свай с подмывом, размыва и удаления грунта из котлованов (для гидромониторов и гидроэлеваторов)

1. Типа К - консольные, одноступенчатые, средненапорные

Тип насоса	Поддача м ³ /час	Напор м	Электро-двигатель	Мощность кВт	Число оборот. в мин.	Масса насоса кг
К100-65-200	100	50	АНР180М2	30	3000	320
К100-65-250а	90	67	АНР200М2	37	3000	434
К100-65-250	100	80	АНР200Л2	45	3000	450

Обозначение: 100 и 65 - диаметр входного и напорного патрубка в мм; 200-250 - диаметр рабочего колеса в мм.

2. Типа ЦНС - центробежные высоконапорные секционные многоступенчатые.

Тип насоса	Получае м³/час	Напор м	Мощность кВт	Число оборот. в мин.	Масса насоса кг
ЦНС 60-132	60	132	45	3000	688
ЦНС 105-98	105	98	55	3000	1255
ЦНС 60-165	60	165	55	3000	829
ЦНС 105-147	105	147	75	3000	1126

Для получения более высокого напора, чем может дать насос, возможно последовательное соединение двух, трех насосов одной производительности, типа К или ЦНС, при этом их напоры суммируются.

Коэффициент полезного действия центробежных насосов - 0,7 - 0,92, у эрлифтов он всего 0,2 - 0,35, у гидроэлеваторов - 0,15 - 0,30, так же не высокий. Однако эти простые насосы в некоторых случаях являются единственным средством удаления грунта из котлованов и оболочек; их эффективность возрастает при присоединении к ним размывных труб для рыления и образования взвеси грунта в воде.

Некоторые сведения по электротехнике

Основные единицы

Наименование величины	Обозн. вел.	Наименование единицы измер.	Един. изм.
Напряжение электрическое	U	Вольт киловольт	В кВ
Ток I A=Iк/сек	J	Ампер	А
Количество электрич.	q	Кулон	К
Мощность активная 1 кгс м/с=9,8 Вт	P	Ватт киловатт	Вт кВт
Мощность реактивная	Q	Вольт-Ампер Киловольт-Ампер	кВА
Полная мощность	S	Вольт-Ампер Киловольт-Ампер	ВА кВА
Сопротивл. активное	R	Ом	Ом
Сопротивл. реактивное	X	Ом	Ом
Сопротивление общее	Z	Ом	Ом
Энергия (работа) 1 Дж=1 вт·с=0,24 кал	W	Ватт-секунда Киловатт-час Джоуль	Вт·с кВт·ч Дж
Емкость электрическая 1 Ф=К/В	C	Фарада микрофарада	Ф мкФ
Частота электрич. тока	f	Герц	Гц

Мощность электростанций, электродвигателей, нагревательных и осветительных приборов дают в кВт (Вт).

Мощность силовых, сварочных трансформаторов, выпрямителей в кВА (ВА).

Сопротивление проводов

Омическое сопротивление определяется по формуле:

$$R = \rho \frac{l}{F}, \text{ где}$$

ρ — удельное сопротивление проводника длиной 1 м и сечением 1 мм² при температуре $t=20^\circ\text{C}$ — ом·мм²/м;

F — площадь сечения в мм²;

l — длина в метрах.

При повышении температуры проводника его удельное сопротивление увеличивается. Оно вычисляется по формуле:

$$\rho_1 = \rho [1 + \alpha(t - 20)], \text{ где}$$

α — температурный коэффициент.

Удельное сопротивление и температурный коэффициент для проводников

из алюминия	$\rho = 0,028$	$\alpha = 0,005$
из меди	$\rho = 0,0175$	$\alpha = 0,004$
из стали	$\rho = 0,13-0,25$	$\alpha = 0,006$
из никрома	$\rho = 1,1$	$\alpha = 0,00015$ (справка)
из фехрала	$\rho = 1,4$	$\alpha = 0,00020$ (справка)

Сопротивление индуктивное (реактивное) X

$X = \chi L$, где L — длина линии в км,

$\chi = 0,36-0,44$ Ом/км для одной фазы воздушной линии,

$\chi = 0,07-0,1$ Ом/км для одной фазы кабельной линии.

Полное сопротивление Z

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Количество тепла Q в калориях, выделяемое при прохождении электрического тока по проводнику в течение времени в секундах, определяется по формуле:

$Q = 0,24 \cdot I^2 R t$ или $Q = 0,24 \cdot J U t$, где J — А, R — Ом, U — В, а коэффициент 0,24 — это 0,24 калории, которые

за 1 секунду выделяет ток в 1 А в проводнике сопротивлением в 1 Ом. Калория — количество тепла, необходимое для нагрева 1 г воды на 1°C .

Закон Ома для цепи переменного тока с полным сопротивлением Z

$$J = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z^2}}$$

Мощность и энергия в цепи трехфазного тока при симметричной нагрузке фаз выражается формулами: активная мощность (на валу двигателя)

$$P = \sqrt{3} J U \cos \varphi$$

реактивная мощность

$$Q = \sqrt{3} J U \sin \varphi$$

где J и U — линейные ток и напряжение;

$\cos \varphi = \frac{P}{S}$ — отношение активной мощности к полной;

$\cos \varphi$ — коэффициент мощности, показывающий, какая часть мощности тратится полезно, превращаясь в механическую энергию, а какая часть — на преодоление реактивной мощности в связи с самоиндукцией, созданием магнитных полей, потерями на намагничивание при воздушном зазоре.

Расход активной электрической энергии:

$$W_a = \sqrt{3} J U \cos \varphi t \cdot 10^{-3} \text{ кВт·час}$$

Расход реактивной электрической энергии:

$$W_p = \sqrt{3} J U \sin \varphi t \cdot 10^{-3} \text{ кВт·час, где } t \text{ — время в час.}$$

При наличии счетчиков активной и реактивной электроэнергии определяют:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{W_p}{W_a}, \text{ а по нему } \cos \varphi.$$

Значение $\cos \varphi$ должно быть 0,92-0,95 по условию рационального использования электрической энергии и правил эксплуатации электроустановок.

Для повышения $\cos \varphi$ нельзя допускать длительную работу электродвигателей в режиме холостого хода, во время которого $\cos \varphi$ у них снижается до 0,2-0,3 против 0,8-0,9 при номинальной нагрузке (то же относится к сварочным трансформаторам). Для снижения расхода реактивной энергии и поддержания требуемого $\cos \varphi$ на предприятии устанавливают компенсаторные конденсаторные установки, мощность которых задается поставщиком электроэнергии.

Выбор мощности силового трансформатора для строительной площадки

Общую потребность в электрической мощности (суммарную максимальную нагрузку) определяют по формуле:

$$S = 1,1 \left(\sum \frac{K_C P_C}{\cos \varphi_C} + \sum \frac{K_O P_O}{\cos \varphi_O} + \sum \frac{K_T P_T}{\cos \varphi_T} \right)$$

где S — общая необходимая мощность — кВА;

1,1 — коэффициент, учитывающий потери мощности в сетях;

$K_C, K_O, K_T \leq 1$ — коэффициенты спроса, учитывающие неполную загрузку, несовпадение по времени и по максимальным нагрузкам и КПД потребителей;

K_C — коэффициент спроса силовых потребителей;

K_O — то же, для освещения;

K_T — то же, для технологических нужд;

P_C — номинальная мощность (по паспорту) силовых потребителей — кВт;

P_O — мощность приборов освещения в кВт;

P_T — мощность на технологические нужды в кВт;

$\cos \varphi$ — коэффициент мощности соответственно для силовых потребителей, для освещения и технологических нужд.

Значение коэффициента спроса и коэффициента мощности электроустановок

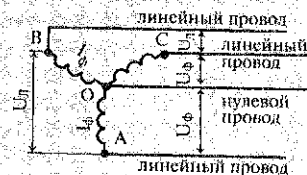
Потребители тока	K	cos φ
Грузоподъемные краны, лебедки	0,2	0,5
Компрессоры	0,7	0,8
Насосы и вентиляторы	0,7	0,8
Бетонорастворные узлы	0,5	0,55
Сварочные трансформаторы	0,35	0,4
Нагревательные приборы	0,8	0,95
Стыкосварочные машины	0,35	0,7
Механические мастерские	0,25	0,65
Ручной электроинструмент и переносные электроприборы	0,1	0,45
Освещение наружное	0,9	1,0
Освещение внутреннее	0,8	1,0

Системы трехфазного тока

Трехфазные системы переменного тока обеспечивают работу простых и надежных асинхронных двигателей и в 2 раза сокращают потери мощности при передаче тока по проводам. Разработал систему и двигатели в 1891 г. М.О. Доливо-Добровольский.

Системы соединения источников трехфазного тока

Соединение звездой



$$U_{\text{л}} = 1,73 U_{\text{ф}}$$

$$J_{\text{л}} = J_{\text{ф}}$$

Соединение треугольником



$$U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}$$

$$J_{\text{л}} = 1,73 J_{\text{ф}}$$

$U_{\text{ф}}$ — напряжение в обмотках (между линейным и нулевым проводом) — фазное; $J_{\text{ф}}$ — ток в обмотках — фазный; $U_{\text{л}}$ — напряжение между линейными проводами — линейное, тоже ток.

По номинальной мощности асинхронного двигателя определим *номинальный ток* J_H :

$$J_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi \cdot \eta_H}, \text{ где}$$

U_H — номинальное напряжение сети в В,
 $\cos \varphi = 0,85$ — среднее значение коэффициента мощности асинхронного двигателя при номинальной нагрузке,
 $\eta_H = 0,9$ — среднее значение коэффициента полезного действия асинхронного двигателя.

Зная J_H подбираем сечение кабеля по допустимому длительному току (продолжительность работы более 4 минут).

Для подключения кранов, передвижного и переносного оборудования применяют гибкие кабели — КРПТ (КГ), требуемого сечения и с необходимым количеством проводов.

КРПТ (КГ) — кабель переносной, тяжелый с медными жилами и резиновой изоляцией, в сечении кабеля 3 жилы рабочие и одна жила — нулевая.

Характеристика кабелей КРПТ 3+1

Сечение жил, мм ²	Длительный ток $J_{дл}$, А	Наружный диаметр, мм	Вес, кг/м
3×2,5+1×1,5	28	15,4	0,35
3×6+1×4	45	20,5	0,64
3×10+1×6	60	24,6	0,965
3×16+1×6	80	25,9	1,17
3×25+1×10	105	32,4	1,84
3×35+1×10	130	34,6	2,22
3×50+1×16	160	38,9	2,92
3×70+1×25	200	47,5	4,15

Защиту проводов (кабелей) от перегрузки по $J_{дл}$ см. на стр. 195—196.

Для электродвигателя мощностью 22 кВт:

$$J_H = \frac{22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,9} = 44 \text{ А}$$

Следовательно нужен кабель сечением 3 6+1 4 или 3 10+1 6.

Для повседневной практики допустимый длительный ток для проводов можно определять по формуле: $J_{дл} = k F$, где F — площадь сечения жилы в мм², k — коэффициент, определяемый по таблице. А/мм².

F, мм ²		2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
k	медь	10	9	8	6	5	4	4	3	3
	алюминий	8	7	6	4	4	3	2,5	2	2

Кабель для подключения сварочного трансформатора подберем по максимальному сварочному току при напряжении дуги 30 В и напряжении высокой стороны 380 В.

Трансформатор нужен для сварки ваннх стыков арматуры А-III электродами УОНИ-13/55У. По характеристике электрода диаметром 5 наибольшая сила тока 330 А. Примем $J_{св} = 350$ (во всех других случаях сварки протяженными швами при диаметре 5 мм сила тока не превысит 250 А).

Расчетная сила тока высокой стороны:

$$J_p = \frac{J_{св} \cdot U_{св}}{U_v \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H}$$

Коэффициент трансформации трансформатора $k = n_1/n_2$ — отношение числа витков первичной и вторичной обмоток, токи (напряжения) пропорциональны k .
 $\cos \varphi_H = 0,52-0,54$ и $\eta_H = 0,85-0,9$ — при номинальной нагрузке.

$$J_p = \frac{350 \cdot 30}{380 \cdot 0,52 \cdot 0,85} = 62,5 \text{ А}$$

Следовательно, трансформатор можно соединять трехжильным кабелем КРПГ 2 10+1 6, допускающим длительный ток 72 А (для двухжильных кабелей токовые нагрузки на 20% выше трехжильных).

Для сварных работ (низкая сторона) применяют одножильные кабели КРПТ и КРПГ (гибкий), облегченный гибкий кабель РГД с медными жилами, плотность тока не более 7-8 А/мм².

Характеристика сварочных кабелей

Сварочный ток, А	240	300	400
Площадь сечения, мм ²	25	35	50
Наружный диаметр, мм	15,5	16,5	19,4
Вес, кг/м. КРПТ	0,46	0,57	0,78
Наружный диаметр, мм РГД	13,4	15,7	17,4

Сварочные кабели сечением 35-70 мм² при временном наращивании можно соединять быстроразъемными соединителями СКР-31 (взамен скруток с обмоточной изоляцией).

Справочно: крутопадающая характеристика сварочного трансформатора — резкое уменьшение напряжения при уменьшении сопротивления сварочной дуги, благодаря чему сохраняется на требуемом уровне количество выделяемого тепла ($I^2 R t$).

Электрические аппараты напряжением до 1000 В

Рубильники и переключатели.

Р. и П. предназначены для замыкания и размыкания вручную электрических цепей переменного тока напряжением до 500 В после снятия нагрузки.

Пример обозначения: Р21, Р31 или П-21, П-31. Первая цифра обозначает число фаз; вторая — величину Р или П по току: 1 — 100 А, 2 — 250 А, 4 — 400 А, 6 — 600 А.

Плавкие предохранители, плавкие вставки.

П.п. служат для защиты оборудования и сетей от токов короткого замыкания и недопустимых длительных перегрузок при напряжении до 1000 В и номинальном токе до 1000 А.

П.п. имеют фарфоровый корпус с плавкой вставкой, заполненный кварцевым песком (время срабатывания — 10 сек при токе равном $J_{ном} = J_{10}/2,5$, см. стр.195).

Автоматы — автоматические выключатели.

А. одно- и трехфазные предназначены для защиты от токов короткого замыкания и перегрузок приемников энергии, для их включений и отключений. А. имеют 5 величин исполнения на номинальный ток от 50 до 600 А при напряжении до 500 В. Пример обозначения А. 4 величины: А-3134.

Магнитные пускатели.

М.п. предназначены для дистанционного управления асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором и другими приемниками тока. Имеют 6 величин исполнения по номинальному току и предельной мощности двигателя при напряжении 380 В.

Величина исполнения	I	II	III	IV	V	VI
Номинальный ток, А	10	23	40	56	115	140
Предельная мощность двигателя, кВт	4	10	17	28	55	75

Пример обозначения: ПМЕ-232 — второй величины в пылеводозащищенном исполнении; ПАЕ-546 — пятой величины, пылебрызгонепроницаемый, с тепловым реле и встроенными кнопками «Пуск» и «Стоп».

Тепловые реле.

Т.р. служат для защиты асинхронных двигателей от перегрузок, поставляются в блоке с пускателями или отдельно. Выполняются на токи от 3,2 до 600 А.

Пример обозначения: ТРП-25; ТРП-60 — соответственно на ток 25 и 60 А.

Реле максимального тока.

Р.м.т. применяют для защиты асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором от внезапных перегрузок при заклинивании механизмов оборудования. Срабатывают при токах от 1 до 100 А.

Пример обозначения: РТ-40/100 с пределом установок от 25 до 100 А.

Управляющие устройства.

Силовые кулачковые контроллеры серии ККТ-60А для управления асинхронными двигателями с фазным ротором мощностью от 5 до 50 кВт.

Магнитные контроллеры (комашкоконтроллеры) серии ТСД предназначены для тех же целей, но мощностью до 100 кВт при токах до 100 А. Применяются для большего

тран.	140	75
уменьше.		
сохраняется.	55	

Электрические

Рубильники и переключатели

Р. и П. предназначены для ручную электрических цепей напряжением до 500 В после снятия на

Пример обозначения: Р21, Р31 и т.д. первая цифра обозначает число фаз, вторая — ток: 1 — 100 А, 2 — 250 А, 4 — 400 А, 6 —

от асинхронных двигателей или от пускателя в блоке с пускателем или от тока от 3,2 до 600 А.

187

лей
боты.
тельная работа
грузкой в те
лжит. вклю-
10 минут.
г.

кВт, при	
30	К60
	18
	13

Некоторые сведения по электробезопасности

Термины и основные понятия

Глухозаземленная нейтраль — нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству.

Зануление в электроустановках напряжением до 1 кВ — преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока или с глухозаземленным выводом источника однофазного тока.

Изолированная нейтраль — нейтраль генератора или трансформатора, не присоединенная к заземляющему устройству.

Заземляющее устройство — совокупность заземлителей (электродов), находящихся в соприкосновении с землей, и заземляющих проводников.

Естественные заземлители — используемые для целей заземления, находящиеся в земле металлоконструкции и трубы (кроме газопроводов и топливопроводов).

Малое напряжение — номинальное напряжение не более 42 В между фазами и по отношению к земле, применяемое для обеспечения электробезопасности (постоянный ток 110 В).

Напряжение прикосновения — напряжение на корпусе электрооборудования, при пробое изоляции, к которому может прикоснуться человек.

Защитное отключение — мгновенное автоматическое отключение всех фаз за время не более 0,1 сек. при появлении напряжения на корпусе электрооборудования.

Категории помещений или условий работ по степени опасности поражения людей электрическим током.

Помещения, условия повышенной опасности — при наличии одного из условий:

- сырость и токопроводящая пыль,

Пример обозначения: ТРП-25, ТРП-60 — соответственно на ток 25 и 60 А.

Реде максимального тока.

Р.м.т. применяют для защиты асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором от внезапных перегрузок при заклинении механизмов оборудования. Срабатывают при токах от 1 до 100 А.

Пример обозначения: РТ-40/100 с пределом установок от 25 до 100 А.

Управляющие устройства.

Силовые кулачковые контроллеры серии ККТ-60А для управления асинхронными двигателями с фазным ротором мощностью от 5 до 50 кВт.

Магнитные контроллеры (командоконтроллеры) серии ТСД предназначены для тех же двигателей, но мощностью до 100 кВт при большом числе включений и для большего диапазона регулировки.

Режим работы электродвигателей

и их мощность на валу по режиму работы.

S1 — продолжительный — ПВ 100% — длительная работа с номинальной нагрузкой.

S2 — кратковременный — работа с ном. нагрузкой в течение — 10, 30, 60 и 90 минут.

S3 — повторно-кратковременный с продолжит. включения ПВ15, 25, 40, и 60% и времени 1 цикла 10 минут.

K30 — кратковременный режим — 30 минут.

Тип двигателя	Частота вращ об/мин	Мощность на валу, кВт, при				
		ПВ25	ПВ40	ПВ100	K30	K60
МНТ-411-6	950-975	27	22	14	22	18
МНТ-411-8	700-720	18	15	10	15	13

Некоторые сведения по электробезопасности

Термины и основные понятия

Глухозаземленная нейтраль — нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная непосредственно к заземляющему устройству.

Зануление в электроустановках напряжением до 1 кВ — преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока или с глухозаземленным выводом источника однофазного тока.

Изолированная нейтраль — нейтраль генератора или трансформатора, не присоединенная к заземляющему устройству.

Заземляющее устройство — совокупность заземлителей (электродов), находящихся в соприкосновении с землей, и заземляющих проводников.

Естественные заземлители — используемые для целей заземления, находящиеся в земле металлоконструкции и трубы (кроме газопроводов и топливопроводов).

Малое напряжение — номинальное напряжение не более 42 В между фазами и по отношению к земле, применяемое для обеспечения электробезопасности (постоянный ток 110 В).

Напряжение прикосновения — напряжение на корпусе электрооборудования, при пробое изоляции, к которому может прикоснуться человек.

Защитное отключение — мгновенное автоматическое отключение всех фаз за время не более 0,1 сек. при появлении напряжения на корпусе электрооборудования.

Категории помещений или условий работ по степени опасности поражения людей электрическим током.

Помещения, условия повышенной опасности — при наличии одного из условий:

- сырость и токопроводящая пыль,

- токопроводящие полы (металл, железобетон, земля),
- высокая температура (до $+35^{\circ}\text{C}$),
- возможность прикосновения к металлоконструкциям, соединенным с землей, с одной стороны, и к корпусам электрооборудования — с другой.

Особо опасные помещения, условия — особо сырые, с химически активной средой или имеющие два и более условий повышенной опасности.

Помещения, условия без повышенной опасности — помещения, в которых отсутствуют условия повышенной и особой опасности.

Считаются опасными для здоровья человека напряжения прикосновения:

- выше 12 В — для особо опасных,
- выше 36 В — для повышенной опасности,
- выше 65 В — для помещений без повышенной опасности.

Последствия, вызываемые проходящим через организм человека электрическим током.

Последствия зависят от времени прохождения тока, величины напряжения, сопротивления тела и мощности источника.

Электрическое сопротивление тела человека при сухой коже — от 10000 Ом и выше, при потной — расчетное сопротивление 1000 Ом.

В зависимости от величины тока, проходящего через человека, имеют место следующие воздействия и последствия:

- 5 мА (0,005 А) — болевые ощущения,
- 25 мА — судорожные сокращения мышц,
- 100 мА и время 1-2 секунды — наступает паралич дыхания и сердца.

Безусловно опасным принят ток 50 мА.

Время срабатывания плавких предохранителей (сгорания плавких вставок): от долей секунды до нескольких секунд и более.

Нормативное время срабатывания защитно-отключающих устройств — УЗО — 0,05 сек, т. е. автомат мгновенно отключает электрооборудование от сети при появлении по каким-либо причинам напряжения на корпусе.

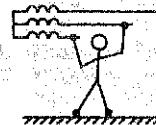
Безопасность персонала должна обеспечиваться в первую очередь применением надлежащей изоляции, двойной изоляции электрооборудования и электроинструмента, применением блокировки против случайного доступа к токоведущим частям, применением УЗО и малого напряжения, а также заземлением и занулением корпусов электрооборудования.

Защитное заземление (зануление) весьма существенно уменьшает воздействия и последствия однофазного касания при условии, что работник одет и обут в штатную спецодежду и обувь и в необходимых случаях применяет средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.

Наиболее опасно по последствиям двухполюсное прикосновение.

При двухфазном прикосновении ток от руки к руке определяется величиной полного линейного напряжения $U_L = 1,73 U_{\phi}$ и только сопротивлением человека (так как ток по направлению к земле будет незначительным).

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_L}{R_{\text{чел}}}$$



Сопротивление заземляющих устройств

По нормативам правил устройства электроустановок, ПУЭ издания 1998 г. **сопротивление заземляющего устройства** в установках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью с учетом использования естественных заземлителей, повторных заземлителей нулевого провода и заземления непосредственно у нейтрали генератора или

трансформатора должно быть не более 4 Ом при линейном напряжении 380 В и не более 8 Ом при $U_d=220$ В, при этом сопротивление у нейтрали не должно превышать 30 Ом; сопротивление повторных заземлителей в совокупности не более 10 Ом и каждого в отдельности не более 30 Ом.

При удельном сопротивлении земли ρ более 100 Ом·м допускается увеличение указанных выше норм на коэффициент $k=0,01\rho$.

Приближенные значения удельных сопротивлений грунта, Ом·м.

каменистый	500-800	сулинок	40-150
песок	400-700	глина	10-70
супесь	150-400	почва раст.	10-50

Например, для маловлажной супеси с удельным сопротивлением 300 Ом·м $k=0,01\rho=3$. Тогда сопротивление заземляющего устройства $R_z=4 \cdot 3=12$ Ом.

Сопротивление заземляющего устройства для заземления электрооборудования в сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1 кВ при мощности генератора или трансформатора 100 кВА и менее — 10 Ом, при большей мощности — 4 Ом.

При питании передвижного электрооборудования от передвижной электростанции с изолированной нейтралью сопротивление заземляющего устройства для заземления этого электрооборудования не более 25 Ом.

Подбор заземлителей заземляющего устройства.

Заземлителей (электродов) в заземляющем устройстве должно быть не менее 2, расстояние между ними должно быть в 1,5-2 раза больше глубины.

При длительном использовании заземляющего устройства следует учитывать, что верхний слой грунта толщиной до 0,7 м меняет свое удельное сопротивление при изменении влажности.

Глубина погружения заземлителей до 1,5—2,0 м. Предпочтительно использовать трубы $\varnothing 50-60$ мм со стенкой $\delta=3-3,5$ мм или уголки 50 50—60 60 со стенкой $\delta=4-5$ мм.

Для заземлителя из трубы $\varnothing 50$ сопротивление, $R_{TP}=0,9\rho/l$, где l — длина трубы в грунте в м, для уголка 50 50 4 — $R_y=0,93\rho/l$.

Приближенное значение ρ , Ом·м см. таб. на стр. 180.

В связи со снижением проводимости из-за взаимного экранирования близких заземлителей, вводится коэффициент использования электродов контурного заземления — η .

Значение η в зависимости от количества электродов и расстояния между ними — а в м.

Расстояние/глубина	Количество электродов, n				
	2	4	6	10	20
$a/l=1$	0,78	0,78	0,65	0,58	0,50
$a/l=2$	0,85	0,8	0,75	0,70	0,65

Количество заземлителей (электродов) в заземляющем устройстве с допустимым сопротивлением $|R_z|=4$ (10),

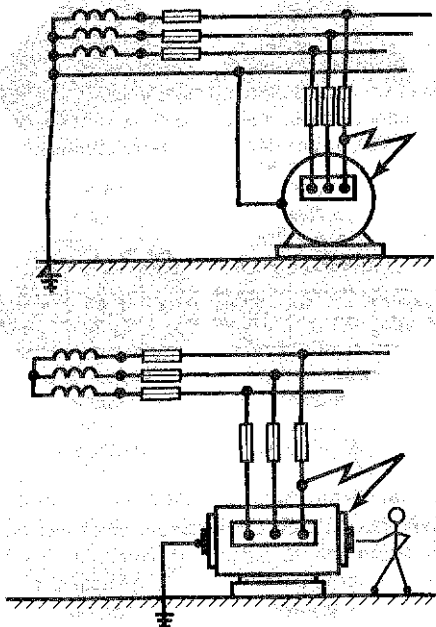
равно: $n = \frac{R_{TP}}{\eta \cdot [R_z]}$, если электрод из уголка, вместо R_{TP}

подставить значение R_y .

В установках до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью подлежат занулению при номинальном напряжении выше 42 В: корпуса электрических машин, трансформаторов, аппаратов, каркасы распределительных щитов, кроме оборудования с двойной изоляцией, подкрановые пути электрических кранов, металлоконструкции, могущие оказаться под напряжением.

В установках до 1 кВ с изолированной нейтралью то же оборудование подлежит заземлению.

В сетях с глухозаземленной нейтралью (четырёхпроводные сети) не допускается заземлять корпуса электрооборудования без их зануления.



Защитно-отключающее устройство (УЗО) применяют в качестве основной или дополнительной меры защиты от поражения током, если безопасность персонала не может быть обеспечена полностью защитным занулением.

Классы электротехнического оборудования (инструмента) по способу защиты человека от поражения электротоком.

0 — только рабочая изоляция и нет элементов заземления.

I — рабочая изоляция и есть элемент заземления.

II — имеет двойную (рабочую и защитную) изоляцию.

III — рабочее напряжение менее 42 В.

Выбор плавких вставок плавких предохранителей.

Назначение плавких вставок — защита электроустановок (сети) от перегрузки и короткого замыкания.

Характеристики плавких вставок:

$J_{ном}$ — номинальный ток плавкой вставки, при котором вставка может длительно работать без перегрева.

J_{min} — наименьший ток, расплавляющий вставку за 1-2 часа.

$$J_{min} \approx 1,3 \dots 1,5 J_{ном}$$

J_{10} — ток, при котором плавление вставки и отключение от сети происходит через 10 секунд после установления тока $J_{10} = 2,5 J_{ном}$.

$J_{кз}$ — ток короткого замыкания может превышать во много раз рабочий, минимальный ток КЗ должен быть: $J_{кз} > 3 J_{ном}$.

$J_{пуск}$ — ток при пуске асинхронного электродвигателя:

$$J_{пуск} = (4 \dots 7) J_p \text{ где } J_p \text{ — рабочий ток установки.}$$

α — коэффициент запаса вставки по пусковому току зависит от длительности пуска: $\alpha = 2,5$ — при пуске до 10 секунд, $\alpha = 1,8$ — при пуске более 10 секунд.

$$J_{ном} = \frac{J_{пуск}}{\alpha}$$

В осветительных сетях принимают $J_{ном} = J_p$
в силовых $J_{ном} = (2 \dots 3) J_p$

Допустимый ток проводов (кабеля) по длительному нагреву должен превышать номинальный ток вставки $J_{ном}$

для сетей освещения — $J_{дл} = 1,25 \cdot J_{ном} = 0,96 \div 0,83 \cdot J_{мин}$
 для силовых — $J_{дл} = 3 \cdot J_{ном}$.

Сечение проводов (кабеля) должно обеспечить проводимость, при которой потери напряжения в осветительных сетях будут не более 2,5%, в силовых — не более 6%.

Ток плавления проводников диаметром выше 0,15 мм можно определить по формуле $J_{пл} = m \cdot \sqrt{d^3}$ в А, где d — диаметр в мм, m — коэффициент, зависящий от материала.

	Медь	Алюминий	Железо	Никелин
m	80	59,2	24,6	40,8

Величины расплавляющего тока для медных проводников.

d, мм	0,15	0,20	0,25	0,35	0,49	0,69	0,8	1,0
$J_{пл}$, А	4,5	7	10	16,5	27	45	57	80

Квалификационные группы по электробезопасности, которые должны иметь работающие для выполнения своих профессиональных и должностных обязанностей:

V группа — для ответственного за безопасную эксплуатацию электрохозяйства организации при установках напряжением выше 1 кВ, в установках до 1 кВ, ответственный может иметь IV группу, аттестация ежегодно в обоих случаях.

Электроустановкой называют совокупность электрооборудования (машин, аппаратов, линий) вместе с помещениями и сооружениями, в которых оно установлено.

IV группа — для инженера по технике безопасности, имеющего право контролировать электроустановки, при стаже его работы более 3 лет.

IV группа — для старшего дежурного персонала, старших электромонтеров.

III группа — для дежурного электротехнического персонала, имеющего право самостоятельного присоединения к сети потребителей, для машинистов кранов и передвижных электростанций, допущенных к эксплуатации электрооборудования, для электрослесарей, обслуживающих грузо-подъемные краны.

II группа — электромонтеры-стажеры, электросварщики, машинисты грузоподъемных кранов, мотористы передвижных электростанций.

I группа — стропальщики, персонал, работающий на станках и оборудовании с электроприводом, с переносным электроинструментом.

Лицо ответственное за электрохозяйство аттестуется квалификационной комиссией в составе главного инженера или руководителя организации (председатель) с участием представителя энергонадзора.

Проверка знаний работников II-IV групп производится комиссией в составе ответственного за электрохозяйство, а представитель энергонадзора может принимать участие по своему усмотрению.

Персонал II-IV групп аттестуется ежегодно, с выдачей (продлением) удостоверения.

Персонал I группы после первичного присвоения группы с записью в журнал проверки знаний по технике безопасности должен проходить инструктаж не реже 1 раза в квартал.

Лица, виновные в нарушении правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок, могут переводиться на нижеоплачиваемую работу на срок до 3 месяцев, с восстановлением на прежней должности только после проверки знаний по электробезопасности и получения удовлетворительной оценки.

Основные защитные средства в установках до 1 кВ.

Название защитного средства	Испытательное напряжение	Срок испытаний
Перчатки диэлектрические (5 размеров шириной от 135 до 155 мм) толщиной 1,2-1,3 мм	2,5 кВ	1 раз в 6 месяцев
Инструмент с изолированными рукоятками	2 кВ	1 раз в год
Указатели напряжения до 500 В	1 кВ	1 раз в год

Дополнительные защитные средства в установках до 1 кВ.

Название защитного средства	Испытательное напряжение	Срок испытаний
Диэлектрические галоши	3,5 кВ	1 раз в год
Диэлектрические коврики	3,5 кВ	1 раз в 2 года
Изолирующие подставки	40 кВ	1 раз в 2 года
Пояса предохранительные	400 кгс	1 раз в 6 месяцев

Характеристики диэлектриков

(включая воздух) по пробивной напряженности (пробивной прочности) и диэлектрической проницаемости — ϵ .

E — пробивная напряженность электрического поля, кВ/мм,

$E = \frac{U}{e}$ или $e = \frac{U}{E}$, где U — напряжение (разность потенциалов), e — толщина зазора (толщина изоляции).

Диэлектрик	Воздух сухой	Электрокартон	Резина мягкая	Береза сухая	Полихлорвинил
ϵ	1	3-5	3-6	3-4	3,1-3,5
E , кВ/мм	3	8-12	15-20	30	30-50

Из приведенной выше формулы следует, что при возрастании напряжения до указанных в таблице величин пробивной напряженности E , при толщине диэлектрика 1 мм, происходит его пробой. Чтобы этого не происходило следует увеличить его толщину.

Толщина резины диэлектрических перчаток на напряжение 1 кВ — 1,2 мм обеспечивает более чем 18-кратный запас по пробивной прочности.

К вопросу минимальных расстояний

Согласно ПТЭ электроустановок потребителей, расстояние от токоведущих частей до заземленных постоянных ограждений при напряжениях переменного тока промышленной частоты и постоянного тока должно быть:

до 6 кВ — 0,17 м [1,0] до 50 кВ — 0,50 м [1,5]
 до 10 кВ — 0,23 м [1,0] до 100 кВ — 1,0 м (4)
 до 20 кВ — 0,30 м (2)[1] до 250 кВ — 1,5 м (5)

Расстояния в квадратных скобках [] даны по нормам Министерства энергетики и электрификации 1986 г., в круглых скобках () — по ГОСТ 12.1.013-78 для сравнения и анализа.

По межотраслевым правилам по охране труда ПОТ РМ-016-2001 минимальное расстояние от токоведущих частей до механизмов и рабочих машин при работе в электроустановках:

от 1 до 35 кВ — 1 м, 60-110 кВ — 1,5 м,
 150 кВ — 2 м, 220 кВ — 2,5 м.

При работе в охранной зоне ВЛ минимальное расстояние по горизонтали или вертикали от рабочего органа машины до ближайшего провода, находящегося под напряжением:

до 1 кВ — 1,5 м, 1-35 кВ — 2 м, 35-110 кВ — 3 м,
110-220 кВ — 4 м, 220-400 кВ — 5 м.

От контактного провода городского электротранспорта — не менее 1,0 м при наличии ограничителя (упора).

Охранные зоны воздушных линий ЛЭП

Охранная зона ВЛ ЛЭП — ограничена расстояниями от крайних проводов по горизонтали, внутри которых запрещена стоянка машин и механизмов, складирование материалов, а также работа строительных машин без разрешения эксплуатирующей ВЛ организации и без наряда-допуска.

до 1 кВ — 2,0 м, при 110 кВ — 20,0 м,
1-20 кВ — 10,0 м, 150-220 кВ — 25,0 м,
при 35 кВ — 15,0 м, до 500 кВ — 30 м.

Напряжение в контактных проводах:

городского электротранспорта — 550-600 В постоянного тока,

- железнодорожного, на постоянном токе — 2,7-4 кВ,
- на переменном токе — 21-29 кВ.

На ВЛ до 1 кВ провода на низковольтных изоляторах.

На ВЛ от 6 до 10 кВ — высоковольтные изоляторы на удлиненных крюках.



На ВЛ от 35 кВ и выше провода на гирляндах, один изолятор на 10-15 кВ напряжения.

Прибор для измерения расстояний до токоведущих проводов без снятия напряжения, при Н=3,5-15 м с погрешностью 1%, НПЦ «Электробезопасность», г. Киров, массой менее 0,5 кг с элементами питания.

Охранные зоны подземных кабельных ЛЭП

Охранная зона кабельных ЛЭП ограничена вертикальными плоскостями, отстоящими от крайних кабелей на расстоянии 1 м. В пределах охранной зоны не допускается производить каких либо земляных работ без письменного согласия владельца кабельной ЛЭП.

Условные обозначения и коды устройств, применяемые на электросхемах:

Генератор переменного тока		Трансформатор силовой	
Электродвигатель асинхронный трехфазный		Трансформатор тока — ТА	
Электродвигатель постоянного тока		Амперметр	
Лампа освещения		Вольтметр	
Лампа сигнальная		Катушка индуктивности	
Предохранитель		Диод п/п (выпрямитель)	
Резистор (сопротивление)		Конденсатор	
Магнитный пускатель, контактор		Катушка пускателя, реле	
Выключатель кнопочный однофазный замыкающий		Реле тепловое	
Выключатель кнопочный трехфазный замыкающий		Реле тока — KA	
Выключатель кнопочный размыкающий		Реле напряжения — KV	
		Трехфазный выключатель, автомат — QF	
		То же, не автомат — QS	

Обозначение асинхронных крановых электродвигателей на примере двигателя 4МТН225М8 мощностью 30 кВт при 720 об/мин., 4-номер серии, М-машина, Т-трехфазная, Н — класс изоляции (В, F, H), 225 — высота оси вращения (112, 132, 160, 200, 225, 280, 355 мм), М — условный размер по длине (S, M, L, LB), 8 — число полюсов (4, 6, 8, 10).

Некоторые сведения по охране труда (ОТ), термины и определения

ОТ — система законодательных актов и мероприятий, обеспечивающих сохранение жизни, здоровья и работоспособности работника.

ОТ включает правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические и иные разделы и мероприятия.

Техника безопасности (ТБ) — один из разделов охраны труда.

ТБ — система организационно-технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов.

Безопасность труда (БТ) — условия труда, при которых воздействие на работающего опасных и вредных факторов исключено или не превышает предельно допустимых значений.

Основной принцип, которым должен руководствоваться руководитель (работодатель) — принцип признания и обеспечения приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности предприятия.

Обязанности должностных лиц по охране труда

На директора (работодателя) возлагается общее руководство работой по обеспечению действия на предприятии системы **ОТ**, в том числе:

- директор своим приказом поручает уполномоченным лицам проведение обучения, инструктирования и проверки знаний работников по нормам и правилам **ОТ** и **ТБ**, а также доведение до сведения работника под расписку, при приеме на работу или назначении на новую должность, инструкции с основными требованиями по охране труда;

- принимает меры по обеспечению предприятия квалифицированными кадрами;

- обеспечивает финансовыми и материальными ресурсами

- выполнение мероприятий по **ОТ**, включая приобретение литературы по **ОТ** и **БТ**, с тем, чтобы на участке мастера, механика, прораба, руководителя отдела был в наличии комплект действующих инструкций для работников по всем профессиям и видам работ на данном участке;

- осуществляет контроль за деятельностью должностных лиц по обеспечению **БТ**.

На **главного инженера** возлагается непосредственное руководство **ОТ**, в том числе:

- организация разработки, утверждение и внедрения ППР, регламентов, технологических карт с элементами инженерной подготовки безопасного производства работ, инструкций по **ОТ**

- организация обучения и проверки знаний по **ОТ**;

- организация контроля за соблюдением технологической дисциплины, СНиП и требований по **ОТ**;

- составление перечня мест производства и видов работ, которые должны выполняться работниками только по наряду-допуску.

На **мастеров и производителей работ** возлагается непосредственная работа по **ОТ** и **БТ** на объекте или в зоне их ответственности, в том числе:

- проведение первичных, повторных, внеплановых и целевых инструктажей по **БТ**, включая неформальные беседы и обучение рабочих на положительных примерах и случаях нарушения правил **ОТ** и **БТ**;

- организация работы на объекте по ППР, регламентам, технологическим картам с применением строительной оснастки, строительных машин, транспортных средств и средств коллективной защиты работающих, с предварительным ознакомлением рабочих с указанной выше документацией;

- контроль за выполнением работающими правил и инструкций, правильным использованием средств индивидуальной защиты и инструмента;

- обеспечение порядка и чистоты на рабочих местах и в зоне ответственности, предупреждение и принятие мер по удалению с объекта лиц в нетрезвом состоянии и посторонних лиц;

- незамедлительное принятие необходимых мер в случаях, когда создается угроза жизни и здоровью людей;

Инженер по ОТ (ранее инженер по технике безопасности) назначается на должность при наличии специального образования по ОТ или стажа работы по ОТ, работает под руководством гл. инженера, выполняет его или директора оперативные поручения, проводит вводный инструктаж работникам, выполняет текущую и перспективную работу по ОТ по должности, включая подготовку предложений по планам и мероприятиям по улучшению условий ОТ и разделу ОТ коллективного договора.

Уполномоченный по ОТ трудового коллектива (ранее общественный инспектор), избираемый коллективом на срок 2 года и более, после обучения на курсах при территориальных органах по труду осуществляет контроль за соблюдением законных прав и интересов работников в области ОТ.

Работник имеет право на обучение, инструктаж и проверку знаний по правилам, нормам и инструкциям по ОТ, после чего он обязан их соблюдать и правильно применять коллективные и индивидуальные средства защиты.

В случае невыполнения администрацией участка указаний по ОТ, за исполнение которых работник расписался в журнале инструктажа, в случае возникновения непосредственной опасности для его жизни и здоровья при выполнении работы, либо поручения ему тяжелых, вредных, опасных работ, не предусмотренных трудовым договором, работник имеет право на отказ от работы.

Работник обязан немедленно сообщить непосредственному руководителю о любом несчастном случае, происшедшем

на производстве, о признаках профзаболевания, а также о ситуации, которая создает угрозу жизни и здоровью людей.

Виды инструктажей по безопасности труда

Вводный - всем работникам, принятым на постоянную или временную работу, включая командированных и студентов.

Первичный на рабочем месте.

Повторный - для рабочих не реже 1 раза в полугодие (СНиП-12-03-2001 п.5.10 и ГОСТ 12.0.004-90 п.7.3.1).

Внеплановый - по причине изменения технологии, нормативов, нарушения работающими ТБ, по требованию органов надзора, при перерывах в работах повышенной опасности более 30-ти дней и остальных - более 60-ти дней.

Целевой - по причине выполнения разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями работника по специальности, выполнение работ по наряду-допуску.

Мастерам и прорабам не следует экономить время для проведения качественного конкретного и квалифицированного инструктажа рабочих по ОТ и крайне желательно для освежения собственных знаний и чтобы лишний раз убедиться в том, что можно обеспечить инструктируемому условия БТ, самому прочитать инструкции вместе с рабочими от начала и до конца.

Во избежание нежелательных последствий следует чаще практиковать проведение целевых инструктажей рабочим-специалистам комплексных бригад.

При приеме на работу рабочих, имеющих перерыв в работе по профессии с повышенной опасностью более 1 года и по остальным более 3-х лет необходимо для допуска их к самостоятельной работе провести с ними теоретическое и практическое обучение по БТ по 20-ти часовой программе с привлечением опытных специалистов и высококвалифицированных рабочих.

Периодичность проверки знаний по ОТ руководителей и инженерно-технического персонала фирм.

- 1 раз в три года - директор, гл. инженер и их заместители, гл. механик, гл. энергетик, инженер по ОТ.

- 1 раз в год линейный персонал (мастера, прорабы, механики) инженеры технических служб и др. работники по списку, утверждаемому директором.

Проверку следует производить после специальной подготовки (краткосрочные семинары, беседы, консультации) с предупреждением причастных не позднее, чем за 15 дней.

Справочные данные для подбора и использования предохранительных поясов по ГОСТ Р 50849-96 (взамен ГОСТ 12.4.084-86)

Тип Аа, Ба — безимочные, с кольцом стропа сбоку на поясе, с амортизатором (А, Б — то же, но без амортизатора); **Ба** — с портупеей через плечо, с гнездами и сумкой на поясе для инструмента. Тип Г — лямочный, спасательный для работы в колодцах и емкостях, с кольцом стропа на лямках на спине, строп с петлей без карабина.

Тип Ва (В) — с плечевыми лямками, с кольцом стропа на спине, для работы на высоте и в колодцах.

Тип Да (Д) — с плечевыми и набедренными лямками, с кольцом стропа на лямках на груди, позволяет работать на вертикальных и наклонных плоскостях в подвесном режиме с ручным и механизированным инструментом при выполнении отделочных и крепежных работ.

Размер поясов в зависимости от диапазона регулировки длины ремня по объему талии (периметр в мм):

S — короткий — 740-1040; М — средний — 940-1240;

L — длинный — 1140-1440.

Длина фала 1200-1600 мм (2000). Строп состоит из фала и карабина, для огневых работ — фал из цепи.

Испытание предохранительных поясов перед выдачей в эксплуатацию и 1 раз в 6 месяцев.

- амортизатор испытанию не подвергают;
- строп — грузом 400 кгс, если пояс с амортизатором, и 700 кгс, если амортизатора на поясе нет;
- пряжку с ремнем — грузом 300 кгс.

При инструктаже работника следует указывать тип применяемого пояса, его размер, место (способ) крепления карабина, при этом опора или элемент, к которой крепятся карабин (петля, отверстие, деталь конструкции, строп) должна иметь прочность не менее 1500 кгс.

Когда требуется ограждать проходы и рабочие места на высоте.
СНиП-III-4 - 80* п.2.26

Во всех случаях рабочие места и временные проходы к ним ограждают временными ограждениями, если высота от земли, настила или перекрытия — 1,3 м и более, и расстояние от границы перепада по высоте менее 2,0 м, кроме:

- случая выполнения работ верхолазами, когда установка ограждений невозможна, затруднена или нецелесообразна (время работы менее 30 мин) и работник использует для работы предохранительный пояс, а для прохода страховочный канат (см. ниже);

- случая, когда ширина конструкции, используемой для прохода, равна 4,5 м и более.

Ширина проходов к рабочим местам должна быть не менее 0,6 м, высота в свету не менее 1,8 м. При угле 20° (1/3) проходы следует оборудовать трапами или лестницами с перилами.

Верхолазными считаются работы, выполняемые на высоте более 5 м от земли или рабочего настила, непосредственно с конструкций при их монтаже, когда основным средством, предохраняющим работника от падения с высоты, является предохранительный пояс. На верхолазные работы необходимо выдавать наряд — допуск.

Средства подмашивания (СП) —

средства коллективной защиты от падения с высоты (СКЗ)

Состав СП и их характеристики:

Леса — многоярусная конструкция для работы на разных горизонтах.

Подмости — одноярусная конструкция для работы на высоте по фронту работ на одном горизонте.

Площадка — навесная конструкция для работы на одном месте (на узле).

Вышка — передвижная конструкция для кратковременной работы на высоте.

Люлька — подвесная конструкция на гибком подвесе с перемещаемым по высоте рабочим местом.

Лестницы, переходные мостики, страховочные канаты, ограждения и настилы — СКЗ и составная часть СП.

Нагрузки, коэффициенты перегрузки и запаса, основные размеры СП.

Нормативная вертикальная нагрузка от 100 до 200 кг/м² — легкая и средняя; 250 кг/м² — тяжелая.

Коэффициенты перегрузки:

- от людей и материалов — 1,2

- от собственной массы — 1,1

Коэффициенты запаса:

- по давлению на грунт — 3,0

- по прочности каната троса для подъема людей — 9,0

- подвески из стального каната — 7,0

- подвески из стержней — 4,0

- на опрокидывание — 1,4.

СП должны иметь ровные настилы с зазором между досками не более 5 мм, отдельные доски настила должны выдерживать сосредоточенную нагрузку 130 кгс. Перила ограждений СП должны быть высотой не менее 1,1 м от настила и выдерживать горизонтальную и вертикальную нагрузку — 70 кгс, приложенную посередине (40 кгс для перил площадок и лестниц), расстояние между стойками перил не более 2,0 м.

Бортовая доска по периметру настила СП должна быть высотой не менее 0,1 м, расстояние между горизонтальными элементами ограждения не более 0,5 м, или ограждение должно иметь сетчатое или решетчатое заполнение.

Страховочные канаты (СК) — горизонтальные или под углом 7°(1/8) к горизонту должны иметь диаметр не менее 10,5—11,0 мм; разрывное усилие не менее 5600 кгс; СК должны быть натянуты на усилие от 100 до 400 кгс (для точек закрепления от 12 до 60 м), при этом свободный пролет СК должен быть не более 12 м, за счет подвешивания под него промежуточных опор, рассчитанных на вертикальную статическую нагрузку — 500 кгс.

Детали крепления и элементы конструкций, к которым закрепляют СК по концам, должны выдерживать расчетную горизонтальную нагрузку — 2800 кгс.

Провисание натянутого СК на длине 12 м должно быть не более 75 мм.

Лестницы (Л)

- **деревянные лестницы** допускаются высотой не более 5,0 м, при этом ступени (перекладчины) должны быть врезаны в тетивы, которые не реже, чем через 2 м должны быть соединены стяжными болтами; на нижних концах установлены несскользящие опоры.

Перед началом эксплуатации и далее, через каждые полгода, **деревянные Л.** испытывают нагрузкой 120 кгс, приложенной посередине ступени к лестнице, установленной под углом 70—75° к горизонту (наклон 3/1-4/1).

- **металлические Л.** высотой более 5 м с углом наклона более 75° должны иметь с высоты 2 м дуги ограждения с шагом 0,8 м с тремя продольными полосами, расстояние от ступени до дуги и ширина дуги — 0,7-0,8 м.

На вертикальных металлических Л, высотой более 10 м, через каждые 6—8 м должны устраиваться площадки для отдыха.

- **металлические Л.** высотой более 5 м с учетом наклона 70—75° должны иметь с обеих сторон перильное ограждение высотой по вертикали 0,9—1,4 м. Расстояние между тетивами металлических Л.—0,45-0,8 м, между ступенями 0,3—0,34 м, диаметр прутка ступеней 18—25 мм, (из трубы не более 35 мм).

Ступени должны вставляться в отверстия, просверленные в тетивах, и обвариваться по контуру. Расстояние от ступени вертикальной Л. до стены или конструкции не менее 150 мм. На металлических Л., с углом наклона 50–70° (1,2/1–3/1) рекомендуются плоские ступени или ступени из нескольких прутков, шириной не менее 150 мм, с шагом не более 200 мм, с перилами с обеих сторон. Дуговое ограждение металлических Л. рассчитывается на силу 120 кгс (100 кгс I,2), приложенную посередине по формуле $M=N \cdot L/7$, где $N=120$ кгс, L – пролет ступени, и учитывается частичная заделка ступени в тетивах.

Предельные нормы подъема и перемещения тяжестей вручную.

Для мужчин старше 18 лет—50 кг*, мужчин до 18 лет—16 кг.
Для женщин—10/7 кг**.

*- с учетом размера и формы груза, высоты, способа и частоты подъема предельная норма снижается до 25–40 кг.

** - 7кг при непрерывной работе по перемещению тяжестей в течение рабочей смены.

Границы опасных зон при перемещении грузов кранами или вблизи строящихся зданий и сооружений (ГОЗ)

ГОЗ определяют путем суммирования табличного значения отлета груза (предмета), проекции на землю его наименьшего габарита и величины наибольшего габаритного размера (СНиП 12-03-2001, приложение Г пункт Г.1).

Высота возможного падения груза (предмета), м	Расстояние отлета, м	
	при падении с крана	при падении со здания
до 10	4	3,5
до 20	7	5
до 70	10	7
до 120	15	10

Виды ограждений строительных площадок в населенных пунктах

Защитно-охранное ограждение — предназначено для предотвращения доступа посторонних и обеспечения охраны материальных ценностей, должно иметь высоту 2 м, сплошное заполнение, а в местах массового прохода людей иметь защитный козырек под углом 20° к горизонту, шириной на 50–100 мм шире тротуара.

Защитное ограждение — высота без козырька — 1,6 м, с козырьком 2 м. Заполнение сплошное или с промежутками 80–100 мм.

Защитное ограждение участков производства работ с панелями высотой 1,2 м.

Сигнальное ограждение с канатом и знаками безопасности на канате, со стойками высотой 0,8 м.

Нормы освещенности строительной площадки и рабочих мест

Нормы освещенности в таблице на стр. 200 даны для горизонтальной плоскости на уровне земли или уровне рабочих площадок.

Ниже приняты обозначения:

E_n (лк) — нормируемая освещенность; лк (люкс) — единица освещенности поверхности площадью в 1м² от равномерно распределенного светового потока в 1 люмен (единица потока световой энергии)

$P_{уд}$ (Вт/м²) — ориентировочная удельная мощность лампы для обеспечения нормированной освещенности E_n при прожекторах и светильниках с лампами:

ЛН — лампами накаливания;

ГЛН — галогенными лампами накаливания;

ДРЛ — ртутными газоразрядными;

ДРИ — ртутными с люминофорами.

Участки строительных площадок и виды работ	Ек. лк.	Руд. Вт/м ² разных ламп	Пояснение нормир. освещ.
Электродуговая сварка. Станочная заготовка арматуры, монтаж, сборки оборудования, механизмов с подгонкой деталей. Штукатурные и малярн. работы	50	15 - ЛН 10 - ГЛН 7,5 - ДРЛ 5 - ДРИ	Можно читать газетный шрифт
Сборка арматуры, стыковка, Установка опалубки, лесов, отражений. Бетонирование мостовых конструкций. Устройство гидроизоляции. Монтаж строит. конструкц.	30	9 - ЛН 6 - ГЛН 4,5 - ДРЛ 3 - ДРИ	Можно читать газетный шрифт напрягая зрение
Земляные работы Погрузка, выгрузка кранами Складские помещения	10	3 - ЛН 2 - ГЛН 1,5 - ДРЛ 1 - ДРЛ	Можно читать с трудом
Открытые склады Подходы к рабочим местам	5	1,5 - ЛН 0,75 - ДРЛ 0,5 - ДРИ	Газетный шрифт не читается
Общее освещение строительной площадки	2	0,7 - ЛН 0,4 - ДРЛ 0,25 - ДРИ	Видно, что под ногами

Требуемую освещенность E_p и требуемую удельную мощность $P_{уд}$ можно определить по формулам:

$$E_p = E_n \cdot K \quad P_{уд} = (0,16 \dots 0,25) E_n \cdot K,$$

где K — коэффициент запаса, зависящий от загрязненности помещения и сроков очистки светильников, $K=1,3-2,0$. При средней загрязненности (цеха сборки металлоконструкций) и

очистке 1 раз в 3 месяца $K=1,5$ (при значительном выделении пыли, дыма и копоти — очистка 2 раза в месяц).

Получет мощности P , Вт, для освещения площади S , м² $P=P_{уд} \cdot S$ позволяет перевести абстрактные “люксы” в повседневные “ватты” и быстро сориентироваться в ситуации при отсутствии люксметра.

Допускаемое напряжение осветительных приборов:

— прожектора и светильники общего освещения — 220 В
— местное освещение при высоте до светильника менее 2,5 м — 50 В и 220 В, если светильник в закрытом исполнении, в помещении без повышенной опасности

— переносные электрические светильники согласно ПОТ РМ-016-2001 п.10.4 в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных — не выше 50 В

— то же при работах в особо неблагоприятных условиях (в металлических резервуарах и т.п.) — не выше 12 В

Производственные шумы

и снижение их вредного воздействия на людей

Уровень шума, воздействующего на работающих в производственных помещениях, на машинах и строительной площадке, не должен превышать гигиеническую норму — 80–85 децибел (дБ — единица уровня звукового давления). Такой уровень шума позволяет на расстоянии 1,5 м от говорящего отчетливо слышать и понимать речь нормальной громкости.

Если же шум превышает допустимую норму, то следует изолировать, поглотить источник шума путем устройства звукопоглощающих кожухов и облицовки, установки глушителей, звукоизолирующих прокладок и экранов.

При неэффективности этих средств, для ограничения вредного воздействия шума, следует использовать средства индивидуальной защиты органов слуха: вкладыши противозумные (беруши) и противозумные наушники, эффективно защищающие от средне-частотного и наиболее вредного высокочастотного шума с уровнем до 110 дБ.

Основные требования безопасности при работе с резиновыми рукавами (шлангами)

1. Необходимо знать:

- рабочее давление и расход воздуха (газа) оборудования (инструмента), требуемый диаметр шланга в свету, соответствующий расходу и давлению;

- обозначение шлангов по назначению и виду работ по маркировке на шланге и сертификату, допускаемое рабочее давление, запас прочности и срок службы

2. С учетом п.1 применять шланги по их назначению, без превышения разрешенного давления, без механических повреждений (трещин, надрезов и вздутий), после продувки и проверки на герметичность рабочим давлением воздуха или газа.

3. При соединении шлангов использовать двухсторонние напилья, комуты требуемого диаметра и напильно-муфтовые соединения

Допускается обвязывать рукава мягкой отоженной стальной (вязальной) проволокой не менее, чем в двух местах по длине напилья. При натяге на напилья увеличение диаметра должно быть не более 5% для напорных шлангов и не более 15% у шлангов для газовой резки. Затяжка комутами не должна превышать 40% толщины стенки шланга.

4. Аккуратно обращаться, не делать заломов и петель, не допускать наезда на шланг колес автотранспорта и попадания на них масел, жиров и моторного топлива.

5. Для предохранения шлангов для газовой сварки и резки от обратного тока газов и прохода пламени при обратном ударе, применять обратные клапаны на входе газа в резак (см ниже) или резаки Норд-С, корпорации "Пламя" г Москва.

6. Длина шланга (от баллона до резака) для горючего газа и кислорода должна быть не менее 10 м и не более 30 м, от бабка бензореза до резака не более 10 м.

Рабочее давление компрессоров пнеумооборудования и инструмента

- передвижные компрессоры - 0,6-1,0 МПа (6-10 кгс/см²)

- раствороласосы - 0,6-1,0 МПа (в отд. случаях до 1,5 МПа)

- сверлильные машинки, отбойные молотки, гайковерты

- 0,4-0,6 МПа

- пневмокраскопульты - 0,2-0,6 МПа

- давление газа на выходе из редуктора:

кислород - 0,25-0,5 МПа; в отдельных случаях -

0,8-1,2 МПа

ацетилен - 0,02-0,12 МПа

пропан - 0,02-0,15 МПа

- давление на выходе из бабка бензореза - 0,2-0,3 МПа

Технические характеристики резиновых рукавов для газовой сварки и резки (Р.Г.С.)

Обозначение рукавов - классы и рабочее давление [Р]
I кл. - для горючих газов (ацетилен, пропан) [Р]=0,63 МПа (6,3кгс/см²)

II кл. - бензин А-72, керосин - [Р] = 0,63 МПа

III кл. - кислород - [Р] = 2,0 МПа.

Внутренний диаметр Р.Г.С. - 6,3-9-12 мм, наружный, соответственно 13-18-22,5 мм., средний срок службы - 1,5 года.

Р.Г.С. должны иметь запас прочности на разрыв при гидравлическом испытании равный 3 x [Р], иметь цвет наружного слоя: **красный** - I кл., **желтый** - II кл., **синий** - III кл.

Наружный слой Р.Г.С. может быть черным, но с двумя цветными рисками или полосами и маркировкой цветом соответствующим классу. В маркировке Р.Г.С. должны быть указаны: товарный знак, класс, внутренний диаметр, мм, дата изготовления (месяц, год), рабочее давление - МПа, номер, год стандарта.

Для резки стали толщиной до 100 мм можно использовать рукава внутренним диаметром: для кислорода - 9 мм, для пропана и ацетилена - 6,3 мм.

Обратные клапаны

для условного прохода 6,3 и 9 мм.

Для кислорода — ОКИ-1К-01 и ОКИ-1К-02

Для пропана и ацетилена — ОКИ-1Г-01 и 02

Наружный диаметр обратного клапана — 20 мм, длина — 75 мм, масса не более 110 г.

Напорные резиновые рукава (Н.Р.)

Н.Р. имеют следующие обозначения (классы) и рабочее давление — [Р].

Б (I) — бензوماстостойкий, для подачи моторного топлива
[Р] = 0,1–2 МПа,

ВГ (II) — для горячей воды с температурой $T = 100^{\circ}\text{C}$
[Р] = 1 МПа (10 кгс/см²)

Г (IV) — для сжатого воздуха [Р] = 1 МПа

Ш (VIII) — для шугатурного раствора и песка при пескоструйных работах — [Р] = 0,25–0,63–1,0–1,6–2 МПа

Пар 1 (X) — для насыщ. пара с температур. $T = 143^{\circ}\text{C}$ [Р] = 0,3 МПа

Пар 2 (X) — для насыщ. пара с температур. $T = 175^{\circ}\text{C}$ [Р] = 0,8 МПа

Проверка на герметичность:

Н.Р. Г(IV) давлением воздуха 1 х [Р], остальные классы — гидравлическим давлением 2 [Р].

Запас прочности Н.Р. при гидравлическом испытании:

Б (I) — 3 [Р];

ВГ (II) и **Г (IV)** — 5 [Р];

Ш (VIII) — 3 [Р];

Пар 1 (X) и **Пар 2 (X)** — 5 [Р]

Внутренний диаметр Н.Р. 10–12,5–16(18)–20–25–31,5–40–50–63–80–100–125 мм.

Мерная длина Н.Р. до 20 м. Срок службы не менее 18 месяцев. На конце каждого Н.Р. должна быть рельефная или краской четкая маркировка с указанием обозначения, длины, даты изготовления, штампа ОТК, товарного знака изготовителя.

Рабочие характеристики пневмоинструмента (количество оборотов, величина крутящего момента, частота и сила

ударов) и его производительность зависят от давления и фактической подачи (расхода) воздуха на штуцере (на входе) инструмента.

При длинных магистралях (труба или Н.Р.) и недостаточных (малых) диаметрах имеют место значительные потери напора (давления) и подачи воздуха на пути от компрессора к потребителю, в результате чего резко снижается эффективность работы пневмоинструмента (при 4,5 МПа на штуцере вместо 6,5 МПа по паспорту производительность снижается в три раза).

Рекомендуемые диаметры в свету Н.Р. длиной до 20 м для инструмента с расходом воздуха:

до 1,0 м³/мин — Ø 12 мм

до 2,0 м³/мин — Ø 16 мм

до 2,6 м³/мин — Ø 20 мм

Требуемый диаметр трубы (в свету), мм

воздушной магистрали при давлении на входе 0,6 МПа и падении давления на выходе на 0,01 МПа (без учета падения на поворотах, сужениях и вентилях)

Подача м ³ /мин	Диаметр в мм при длине трубы, м			
	100	200	300	500
до 5	49	58	64	67
до 10	67	76	80	86
до 20	86	94	104	110

Объем $U_{сб}$ воздухохраника, м³, в зависимости от подачи сжатого воздуха компрессором Q_k , м³/мин, можно определить по формуле:

$$U_{сб} = 1,6 \sqrt{Q_k}$$

На практике для 10 м³/мин — $U_{сб} = 5 \text{ м}^3$;

для 15–25 м³/мин $U_{сб} = 8 \text{ м}^3$;

для 25–40 м³/мин $U_{сб} = 10 \text{ м}^3$

Требования безопасности при работе с газовыми баллонами (Г.Б.)

- **запрещается** полностью расходовать газ из Г.Б., остаточное давление должно быть не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см²), для ацетилена не менее 0,05 МПа и не более 0,1 МПа.

- **не допускается** совместная перевозка и хранение Г.Б. с горючими газами и кислородом (кроме перевозки, как исключение, кислорода и 1 баллона с горючим газом, размещенным в отдельном вентилируемом шкафу, закрепленным снаружи салона ремонтной машины)

- **при хранении и перевозке Г.Б.** должны быть защищены от солнечных лучей, атмосферных осадков и попадания на них масел, жиров и моторного топлива; баллоны с горючим газом должны храниться в проветриваемом помещении во избежание образования взрывоопасных смесей при пропуске газа через вентиль

- **освидетельствование и гидравлическое испытание Г.Б.** пробным давлением – 1,5 [Р], (если заводом-изготовителем не установлено другое) производят наполнительные станции 1 раз в 5 лет с выбраковкой Г.Б. при уменьшении их массы на 7,5% и увеличении вместимости более чем на 1%. Проверку пористой массы ацетиленовых баллонов производят через 24 месяца, а испытание сжатым азотом при давлении 3,5 МПа 1 раз в 5 лет.

- **Г.Б. со сжатыми, сжиженными и растворенными** под давлением газами относят ко II классу опасных грузов.

Как опасный груз, на одном автомобиле разрешено перевозить 4 баллона с кислородом вместимостью 40 л., или 3 баллона с пропаном вместимостью 50 л., или пустые кислородные баллоны, числом более 4; на баллоны при перевозке должны быть надеты предохранительные колпаки.

В остальных случаях перевозка Г.Б. должна выполняться водителем, имеющим стаж работы более 3-х лет и свидетельство – допуск к перевозке опасных грузов II класса (после обучения по 40-часовой программе и аттестации в спец. организации), на оборудованном автомобиле, имеющем лицензию на перевозку опасных грузов.

Баллоны со сжатыми и сжиженными газами можно **перевозить** на бортовых автомобилях в следующих положениях:

- **в вертикальном** положении в спец. контейнерах и без них, но с обязательным ограждением от падения и прокладками между баллонами;

- **в горизонтальном** положении на деревянных брусках с гнездами под баллоны или с парными веревочными или резиновыми кольцами, толщиной не менее 25 мм.

Технические характеристики Г.Б.

- **кислородные Г.Б.** – для сжатого под давлением [Р]=15 МПа (150 кгс/см²) газа, окрас голубой.

- **ацетиленовые Г.Б.** с заполненной ацетоном угольной пористой массой для ацетилена, растворенного в ацетоне под давлением свыше 1,9 МПа, [Р]=2,5 МПа, окрас белый.

- **пропановые Г.Б.** – для сжиженного пропана [Р]=1,6 МПа, окрас красный.

Назначение Г.Б.	V в л	Объем газа м ³	Масса газа, кг	Баллон пустой, кг	Баллон с газом, кг
Кислород	40	6	8	64-67	72-75
Ацетилен	40	5,5(6,8)	6(7,4)	85(90)	91(97,4)
Пропан	50	10,6	21,5	19-22	40,5-43,5

Vв – гидравлическая (водяная) вместимость баллона, л.

В скобках данные баллона с литой пористой массой (ЛПМ), ОАО Уралтехгаз.

Ориентировочный расход кислорода, горючих газов и скорость реза при ручной резке листовой строительной стали С235 – С590

Толщина мм	Номер муфтингука diam. отвер.	Расход кислорода м ³ /час	Скорость реза мм/мин
8–15	№ 1 – Ø1,0мм	3–4	500–400
15–30	№ 2 – Ø1,5мм	4–6	400–300
30–50	№ 3 – Ø2,5мм	6–9	300–200

В таблице – расход кислорода чистой 99,5%, снижение чистоты на 1% увеличивает его расход на 30%, снижает скорость на 15%. Расход пропана 0,4–0,5 м³/час, ацетилен 0,5–0,75 м³/час, при резке ацетиленом расход кислорода меньше указанного в таблице на 15–20%.

О чем надо не забывать

разработчикам проектов производства работ

При разработке ППР не допускается заменять конкретные проектные решения по безопасности труда извлечениями из норм и правил безопасности труда и ссылками на них – они могут быть приведены только в качестве обоснования принятого решения. Должны быть указаны средства подмащивания, предназначенные для данного вида работ или отдельной операции, пути и средства подъема работников на рабочие места и для расстроповки длиномерной конструкции, указаны места и способ крепления предохранительного пояса на месте работ.

В случае выполнения работ в ночное время, в ППР указать способ освещения с нормируемой освещенностью для данной работы, места установки светильников на зданиях, сооружениях и оборудовании или предусмотреть для этого вышки, кронштейны, указать допустимое напряжение в зависимости от высоты подвеса и конструкции светильника.

Подробные требования к содержанию ППР смотреть в СНиП 12–03–2001, приложение Ж.

Грузоподъемные краны и съёмные грузозахватные приспособления

Термины и основные понятия

Грузоподъемность нетто, равная массе груза со стропами – характеристика башенных, мостовых и козловых кранов, а также стреловых самоходных выпуска до 2001 г.

Грузоподъемность на канатах – грузоподъемность миди – масса груза со стропами плюс масса крюковой подвески крана – характеристика стреловых кранов по правилам ПБ10-382-00, введенным с 10 января 2001г.

Масса крюковой подвески составляет от 1,0 до 1,8% от ее максимальной грузоподъемности.

Опорный контур крана с выносными опорами – контур по периметру, образованному линиями, проходящими по оси опорных домкратов, выносных опор (аутригеров), вдоль и поперек крана.

Опорный контур гусеничного крана – образуется линиями, проходящими по осям ведущих колес и ленинцев поперек крана, и линиями вдоль крана, проходящими по гребням катков (при двухреборчатых катках – по наружным ребордам).

Вылет – горизонтальное расстояние от оси вращения поворотной части крана до крюковой подвески.

Вылет от ребра опрокидывания – то же, но от линии, проходящей по одной из сторон опорного контура, до крюка.

Вылет полезный – то же, но от линии, соединяющей наружные края опорных подушек аутригеров, до крюковой подвески. Величину полезного вылета следует знать для работ с установкой крана на краю котлована, обрыва, для выгрузки грузов из транспортных средств на железнодорожном или пневмоходу.

Момент грузовой – произведение массы груза на вылет.

Момент грузовой, опрокидывающий – произведение массы груза на вылет от ребра опрокидывания.

Момент устойчивости — произведение массы крана, включая стрелу, на расстояние от ребра опрокидывания до центра тяжести крана, при данном вылете стрелы.

В массу гусеничного крана не включают траки гусениц, лежащие на земле.

Коэффициент запаса грузовой устойчивости (статический) — k_3 — отношение момента устойчивости к грузовому опрокидывающему моменту.

По нормам Госгортехнадзора $k_3 \geq 1,4(71\%)$ до 1993 г.

По европейским стандартам DIN/ISO $k_3 \geq 1,33(75\%)$.

Здесь в скобках указан процент использования величины удерживающего момента.

Максимальный груз — груз, соответствующий максимальной грузоподъемности крана.

Предельный груз — груз, равный максимально допустимому для подъема на данном вылете. При работе с предельными грузами, поднимаемыми (опускаемыми) на значительную высоту (глубину), следует соблюдать предельную осторожность, независимо от массы груза, во избежание опрокидывания крана.

Допускаемая (номинальная) грузоподъемность крана — табличное значение грузоподъемности в зависимости от вылета, схемы установки крана (на опорах или без опор), длины стрелы и массы противовеса на поворотной части.

Следует знать, что допускаемая грузоподъемность устанавливается не только по устойчивости крана, но и по конструктивной прочности его отдельных частей (опорноповоротного устройства, стрелового подмоста, прочности устойчивости стрелы на больших вылетах — малых углах наклона).

Подстреловой габарит — расстояние от вертикальной линии, проходящей через крюковую подвеску, до наружного габарита стрелы крана на расчетной высоте подъема крюка.

Подстреловой габарит определяет возможность подъема груза значительной ширины на расчетную высоту, при этом ширина груза должна быть менее подстрелового габарита во избежание повреждения стрелы.

Краны стреловые самоходные — группа кранов с общими требованиями по классу использования и группам режимов работы механизмов — автомобильные, на специальном шасси автомобильного типа, пневмоколесные, гусеничные, железнодорожные.

Некоторые соображения по выбору кранов

Краны с решетчатыми стрелами с гибким подвесом имеют более пологие грузовые характеристики и большие грузовые моменты по сравнению с кранами с телескопическими подпорными стрелами, вес которых превышает в 2–4 раза вес решетчатой стрелы одинаковой длины и грузоподъемности.

Для продолжительной работы на объекте **предпочтительны гусеничные краны**. Однако, надо знать, что гусеничный ход монтажным кранам обеспечивает не проходимость, а возможность работы без выносных опор и **передвижение с грузом массой до 80% от предельного**. Гусеничному крану для безаварийной работы в большей степени, чем пневмоколесному, требуется твердый грунт и настилы из железобетонных плит или из инвентарных стальных листов толщиной 25–40 мм по слою песка или щебня.

При движении гусеничного крана с предельным грузом, до 75% от общей массы крана и груза приходится на ленивец и на один следующий за ним каток на каждой гусенице. Это обстоятельство надо учитывать при устройстве основания под гусеничные краны.

Аутригерные краны передают через свои металлические подушки выносных опор давление 30–60 кг/см².

Для исключения продавливания грунта, имеющего, как правило, несущую способность 2–4 кг/см², нужно во много раз

увеличить площадь опирания за счет бруса, шпал, железобетонных или стальных плит.

Пневмоколесные краны имеют преимущество перед гусеничными при частых перемещениях на значительные расстояния в пределах объекта, хотя проигрывают им в связи с ограниченными возможностями при работе без выносных опор.

Автокраны и краны на шасси автомобильного типа предназначены для работы на рассредоточенных объектах, нужны при частых выездах с одного объекта на другой и к местам погрузки и выгрузки грузов.

Телескопические краны весьма эффективны для разовых работ, связанных с подъемом грузов на большую высоту, для погрузки, выгрузки и работе на объектах с малой продолжительностью крановых работ.

Практическая грузоподъемность импортных телескопических кранов составляет от 60 до 75% от указанной фирмой максимальной, реализовать которую на практике не представляется возможным из-за малого вылета, развитого опорного контура и небольшой длины основной стрелы.

Для сооружения пролетных строений из монолитного бетона весьма эффективны новые мобильные башенные краны с кареткой на стреле, небольшой от 1 до 4 т грузоподъемности с вылетом от 30 до 40 м, высотой подъема крюка от 15 до 25 м, без кабины машиниста, управляемые крановщиком с переносного пульта.

Некоторые сведения из правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов

ЦРБ-278-94* и ПБ10-382-00.

По сравнению с действовавшими до 1994 г., в новых правилах значительно (в 1,15–1,55 раз) снижены коэффициенты запаса прочности крановых канатов в зависимости от места их работы на основе новой классификации режимов работы крановых механизмов и кранов в целом.

Канаты лебедок грузоподъемных кранов должны удовлетворять условию: $S \leq \frac{F_0}{Z_p}$, где S — максимальное натяжение каната, кгс; F_0 — разрывное усилие каната в целом, кгс; $F_0 = 0,83 F$, F — суммарное разрывное усилие проволочек каната; Z_p — минимальный коэффициент запаса прочности по виду кранов.

Для всех кранов, кроме стреловых самоходных, коэффициент запаса Z_p устанавливается по группе режима работы крановых механизмов в зависимости от режима нагружения (величины и частоты нагружек) и класса использования механизма (срока службы и интенсивности работы).

С 1994 г. Группа режима	По ГОСТ 25835-83 Режим работы крана	С 1994 г. Z_p	До 1994 г. К
M3	1М-легкий	3,55	5,0
M4	2М-средний	4,0	5,5
M5	3М-тяжелый	4,5	6,0
M6	4М-весьма тяжелый	5,6	6,0

Для вантов (растяжек) стрел

M3 - $Z_p=3,0$ К=3,5	M5 - $Z_p=4,0$ К=3,5
M4 - $Z_p=3,5$ К=3,5	M6 - $Z_p=4,5$ К=3,5

Для стреловых самоходных кранов коэффициент запаса Z_p зависит от группы классификации кранов в целом — А и классификационной группы механизмов — М.

A1 — краны для общих грузоподъемных операций с крюком, не предназначенные для непрерывной работы;

A3 — краны для работ средней интенсивности с грейфером, крюком и магнитом;

A4 — контейнерные и грейферные краны тяжелого режима работы.

Для грузовых канатов				Для стреловых канатов			
A	M	Z _p	K	A	M	Z _p	K
A1	M3	3,55	5,0	A1	M2	3,35	5
A3	M4	4,0	5,5	A3	M3	3,55	5
A4	M5	4,5	6,0	A4	M3	3,55	5

Для вантов $Z_p=3,0$ для всех A и M.

$Z_p=9,0$ для канатов лебедок для подъема людей.

Коэффициент запаса торможения K_T механизмов подъема груза и стрелы составляет по нормам до 1994 г. для режимов работы крана:

легкого - 1,5; среднего - 1,75; тяжелого - 2,0; весьма тяжелого - 2,5

Новыми правилами для всех классов и групп режимов работы механизмов установлен $K_T \geq 1,5$.

Большую часть строительных кранов малой и средней грузоподъемности относят к среднему режиму по старым нормам или классу A3 и группам режимов M4, M3.

Краны большой грузоподъемности, как правило, относятся к легкому режиму, грейферные краны — к тяжелому.

Снижение коэффициента запаса позволяет изготовителям увеличить нагрузки на канаты и поднять грузовые характеристики. Однако, при этом повышается ответственность всех причастных к эксплуатации кранов за четкое исполнение регламентов, правил и инструкций с учетом уровня и качества грузоподъемной машины, конкретного завода-изготовителя.

В инструкции по эксплуатации стреловых самоходных кранов указаны требования к рабочим площадкам. Как правило, площадки должны быть твердыми грунтовыми (укатанными, утрамбованными) или с асфальтовым покрытием, допускающими удельное давление 8–10 кг/см². Если естественное основание не отвечает этим критериям, то следует под ходовую часть — при перемещении крана

с грузом — или под аутригеры укладывать стальные или железобетонные плиты. Стальной инвентарный настил, толщиной 25–30 мм под гусеничные краны и 20–25 мм — под пневмоколесные, обладает большой укрышностью (на 1 м² площади вес от 150 до 235 кг, против 375–625 кг/м² для плит толщиной от 15 до 25 см), более удобен (практически заползти с грунтом, строповка за отверстия, легко подвинуть, соединить при необходимости, быстро укладывается и снимается) и долговечен (в МО-114 эксплуатируется более 15 лет).

Кран должен устанавливаться на все выносные опоры независимо от угла поворота стрелы.

При установке крана вблизи несрабскрепленного котлована, ближайшие выносные опоры должны отстоять от линии его контура по дну не менее расстояния, равного 1,5–2,0 его глубины при песчаных, непрочных грунтах, и 0,7–1,0 глубины при прочных глинистых.

При наличии креплений в ППР должно быть указано допускаемое расстояние от выносных опор крана до бровки котлована.

Техническое освидетельствование кранов

1. **Частичное** (без испытаний грузом) — 1 раз в год с осмотром и проверкой механизмов, конструкций и приборов по перечню согласно п.7.3.9. ЦРБ-278-94* (с изменениями и дополнениями от 23.05.2001) или по п.9.3.9 ПБ10-382-00.

2. **Периодическое полное** — 1 раз в три года, для редко используемых — 1 раз в пять лет, с проведением статического (груз 1,25P) и динамического (груз 1,10P) испытаний.

3. **Внеочередное полное** — после монтажа на новом месте, реконструкции, капремонта, установки нового стрелового оборудования, замены крюка и по требованию инспекции.

После замены канатов — проверка правильности запясовки и надежности крепления концов каната, обтяжка рабочим грузом, запись в паспорте крана.

При технических освидетельствованиях кранов с электроприводом должна обязательно производиться проверка состояния изоляции проводов, заземления, приборов защиты от поражения током, замеры сопротивлений оборудования.

Съемные грузозахватные приспособления (стропы, цепи, траверсы, клещи, захваты) после изготовления подлежат испытанию грузом 1,25Р (Р — номинальная грузоподъемность), далее при эксплуатации периодический осмотр:

стропов — 1 раз в 10 дней;

траверс, клещей, захватов, цепей, тары — 1 раз в месяц.

Надзор и обслуживание,

кратко обязанности должностных лиц

1. **Директор** обязан обеспечить содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии и обеспечить безопасные условия их работы системой мер безопасности (п.7.4.1 ЦРБ-278-94*), а также обеспечить снабжение ИТР и персонала правилами, инструкциями и руководящими указаниями.

2. **Главный инженер** выполняет обязанности лица, ответственного по надзору за безопасной эксплуатацией грузоподъемных машин по перечню в п.7.4.3 правил, включая контроль за порядком выделенного и направления стреловых самоходных кранов на объекты.

3. **Главный механик** несет ответственность за содержание грузоподъемных машин в исправном состоянии по перечню в п.7.4.6, включая периодическую проверку знаний обслуживающего персонала.

Аттестация при назначении и периодическая проверка знаний главного инженера и главного механика производится в комиссии под председательством инспектора котлонадзора, один раз в три года.

Необходимо особо отметить указания п.7.4.21 и п.7.4.22, по которым следует, что работник по списку персонала, обслуживающего краны, вновь принятый на работу, пере-

шедший из другой организации, или работник своей организации, имевший перерыв в работе по специальности более 1 года, подлежит прохождению повторной проверки знаний в комиссии мостотряда до допуска к самостоятельной работе.

Производитель работ, мастер — назначается лицом, ответственным за безопасное производство работ кранами (далее по тексту ОБПРК), после проверки знания им правил и инструкций.

Согласно ПБ10-382-00 первичная проверка (аттестация) и периодические проверки знаний механиков, мастеров и прорабов 1 раз в три года производится с участием инспектора госгортехнадзора.

ОБПРК выполняет обязанности, указанные в п.7.4.8 правил и в инструкции ЦРБ-287, руководствуется разделом 7.5 (производство работ) правил и приложениями, инструкциями ЦРБ-288, ЦРБ-294 и ЦРБ-296 (для стропальщиков и крановщиков) и обязан отдавать распоряжения по службе.

В перечисленных выше документах нужно особо отметить следующие обязанности ОБПРК, а также перечень того, что он должен знать и уметь делать:

- должен знать грузовые характеристики кранов, находящихся в его ведении;

- должен назначать на работу стропальцев и не допускать к обслуживанию кранов необученный и неаттестованный персонал (работник с просроченным документом или принятый на работу и имеющий документ другой организации — см. выше на стр. 228-229 — считается неаттестованным);

- ни при каких условиях не должен допускать пронос груза над людьми, зная, что подача сигнала не освобождает ни его самого, ни машиниста крана от уголовной ответственности при падении груза в этом случае;

- должен лично руководить работами: выполняемыми совместно двумя или более кранами, при перемещении грузов, на которые не разработана схема строповки, выполняемыми в охранной зоне ВЛ электропередачи, при выгрузке (погрузке) грузов из полувагонов;

- должен указывать крановщику и стропальщикам место выгрузки, порядок и габариты складирования грузов, оставляя зазоры безопасности и проходы шириной 0,7–1,0 м;

- должен показать крановщику место установки крана в охранной зоне ВЛЭП согласно наряду-допуску.

- не допускать выполнения монтажных работ на высоте при скорости ветра 15 м/с и более, а при монтаже конструкций с большой парусностью при скорости 10 м/с.

Следует знать, что в качестве стропальщиков могут допускаться монтажники и талевальщики, обученные по профессиональной инструкции стропальщика и получившие удостоверение на право работы.

Для зацепки грузов, имеющих петли, бадей, ковшей, контейнеров могут быть допущены рабочие основных профессий, обученные по сокращенной программе стропальщика, после проверки знаний в комиссии предприятия.

Проверка знаний рабочих основных профессий, допущенных к управлению грузовыми машинами, управляемыми с пола, и к зацепке к ним груза должна производиться раз в три месяца.

Проект производства строительно-монтажных работ должен быть выполнен в объеме, дающем ответы на все вопросы п.7.5.20д ЦРБ-278-94* и приложения Ж СНиП 12-03-2001. С ППР следует ознакомить под роспись всех причастных.

На наиболее сложные, опасные погрузо-разгрузочные работы, включая работы с полувагонами, должны быть разработаны **регламенты (технологические записки)**, в которых указываются меры против опрокидывания транспортных средств из-за нарушения их равновесия при погрузке и выгрузке.

Практические рекомендации производителю работ при работе с кранами

1. **До зацепки максимального** или предельного груза надо лично убедиться в том, что кран стоит на расчетном вылете. Для этого крюк без груза установить над расчетной точкой установки груза, затем с этим вылетом повернуть стрелу и над землей сделать замер вылета рулеткой и сравнить с показаниями шкалы. Если вылет превышает расчетный, добиться передвигки крана; при этом не следует слепо доверять крановщику и его чересчур самоуверенным заявлениям до начала работы.

2. **До первого подъема** максимального или предельного груза на большую высоту или над обрывом крайне желательно проверить фактическую устойчивость крана с этим грузом.

Для этого груз оторвать от земли на 15–20 см и постепенно увеличивать вылет до расчетного и далее до начала вывешивания крана (отрыва противоположных опор на 1–2 см от подушек), измерить полученный вылет.

Превышение этого вылета над расчетным и есть запас устойчивости, которым вы располагаете. Знание его добавит вам и крановщику уверенности при выполнении ответственного подъема и маневра с грузом на высоте.

3. **Если кран имеет сильную и слабую плоскости** грузовой устойчивости, то желательно установить его так, чтобы подъем груза начинать в слабой плоскости, а последующий поворот с высоко поднятым грузом производить в сильную плоскость.

4. **Наибольшая устойчивость** крана соответствует положению стрелы на угол (на 1 аутригер), но надо знать, что нагрузка на этот угол (аутригер) будет максимальной.

Если кран установлен на слабом основании (конструкциях), то следует поворот с грузом производить на минимально возможном вылете, а затем, после того как стрела будет примерно посередине между двумя аутригерами, произвести

увеличение вылета до расчетного. Нагрузка на Л. аутиригер будет составлять 1/2 максимальной.

5. Не производить подъем груза из горизонтального в вертикальное положение за тельди, установленные таким образом, что вначале происходит их изгиб из плоскости в одну сторону, а затем выравнивание — изгиб в другую — это чревато обрывом тельди (проверено на практике).

6. При замене грузового или стрелового каната необходимо проследить, чтобы конец каната, устанавливаемый в клиновую втулку, был промыт от смазки и был сухим, чтобы угол клина соответствовал углу наклона втулки, после втулки следует поставить 1 жимок для страховки (случай выдергивания каната из втулки имеет место).

7. На монтаже и в других случаях при нагрузке на крюк крана близкой к номинальной, угол между стропами на однорогом крюке должен быть не более 90° .

8. Демонтируемые элементы сложной конфигурации с не вполне определенным центром тяжести строповать «на удач» с дополнительным 1,5 запасом на перегруз стропов.

Конструкция и типы стальных канатов

В грузоподъемных машинах и съемных грузозахватных приспособлениях применяют канаты двойной свивки (отдельные проволоки свиты в пряди, а из шести прядей вокруг органического (о.с.) или металлического (м.с.) сердечника свит канат).

Прядь состоит, в зависимости от конструкции каната, из 19, 25, 36 или 37 проволок одного или разных диаметров, которые располагаются в 2–3 слоя вокруг центральной проволоки.

Свойства каната (прочность, гибкость, долговечность и его назначение) зависят от типа свивки его прядей. Если слои в пряди пересекаются, то проволоки имеют точечное касание (ТК), если проволоки верхнего слоя навиты параллельно проволокам нижнего, то имеет место линейное касание (ЛК).

Канаты типа ТК наиболее гибкие, но при работе с движением по блокам и барабанам имеют в 1,5–2 раза меньшую долговечность по сравнению с канатами типа ЛК.

Допускаемый диаметр блока для этих канатов $D \geq 18 \cdot d_K$, где d_K — диаметр каната.

Канаты типа ЛК-О — наиболее прочные и износостойкие, но вместе с тем и самые жесткие, имеют проволоки одинакового диаметра по слоям пряди.

Для них $D \geq 30 \cdot d_K$.

Канаты типа ЛК-Р с проволоками разного диаметра в последнем слое, более гибкие, чем ЛК-О, пригодны для работы на кранах (стационарных, самоходных) с большими блоками и барабанами.

$D \geq 24 \cdot d_K$

Канаты типа ЛК-РО — повышенной гибкости с 36 проволоками разного и одинакового диаметров в слоях пряди против 19 шт. у канатов типа ЛК-Р.

$D \geq 20 - 22 \cdot d_K$

Канаты типа ЛК-З с тонкими проволоками заполнения между слоями, имеют хорошую гибкость, но более других боятся агрессивной среды.

$D \geq 22 - 24 \cdot d_K$

При использовании канатов для работы на блоках и барабанах диаметром менее указанных выше их долговечность значительно снижается, увеличивается износ. Чем больше диаметр блока, тем дольше срок службы каната (машины тяжелого режима работы должны иметь большие блоки).

Диаметры блоков для более прочных канатов с металлическим сердечником (м.с.), применяемых при многослойной намотке каната на барабан, должны быть на 3–5% больше, чем для канатов с органическим сердечником (о.с.).

Назначение канатов

Канат типа ЛК-Р ГОСТ 2688-80 конструкции 6 19+1 о.е. можно применять на всех краях, кроме стреловых самоходных, электроталией и лебедок с малыми барабанами.

Канат ЛК-РО ГОСТ 7668-80 конструкции 6 36+1 о.е. и ГОСТ 7669-80, 6 36+1 м.е. — основные типы канатов для стреловых самоходных кранов и изготовления стропов.

Канат комбинированного типа ТЛК ГОСТ 3079-80, 6 37+1 о.е. можно ставить на стреловые самоходные краны и изготавливать из него стропа.

Канат ЛК-З ГОСТ 7665-80, 6 25+1 о.е. или ГОСТ 7667-80 6 25+1 м.е. можно ставить на все края, не работающие на открытом воздухе и в агрессивной среде.

Пример условного обозначения каната

Канат 22-Г-Л-Л-Н-1670 (170) ГОСТ 7668-80

22 — диаметр каната, Г — грузовой (если ГЛ — грузовой-людской), Л — канат нормального качества, марки Л (если В — канат высокого качества, есть канаты марки П), Л — левой крестовой свивки, может быть правая; если свивка односторонняя, то ставит символ О, Н — нераскручивающийся, 1670 (170) — с маркировочной группой по временному сопротивлению разрыву 1670 Н/мм², (170 кгс/мм²), может быть 1570 (160) и 1770 (180).

Символ С в обозначении каната — проволоки с цинковым покрытием для средних агрессивных условий работы.

Крановые канаты по ГОСТ 7668-80 по каталогу 2001 г.

Череповецкого сталепрокатного завода

По этому ГОСТу завод выпускает канаты 31 размера, диаметром от 8,1 до 63 мм. Ниже приведены характеристики 26 канатов, в правой колонке даны допускаемые нагрузки на строп [N] из каната наибольшей маркировочной группы с коэффициентом запаса 6 и при угле подвеса 0°.

Канаты Ø8,1-22 мм по трем маркировочным группам 160-170-180 кгс/мм²

Диаметр, мм	Вес, кгс/м	Прочность каната в целом, кН			[N], тс
		160	170	180	
8,1	0,254	-	-	37,0	0,63
9,7	0,384	49,8	53,0	56,0	0,95
11,5	0,51	66,7	71,0	75,1	1,3
13,5	0,7	90,6	96,3	101,5	1,7
15	0,81	104,5	111,5	116,5	2,0
16,5	1,05	135,5	144,0	150,0	2,55
18	1,25	161,5	171,5	175,5	3,0
20	1,52	197,5	210,0	215,0	3,65
22	1,83	237,5	252,5	258,5	4,4

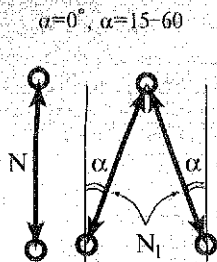
Канаты Ø25,5-39,5 мм завод выпускает только по двум группам 160 и 170 кгс/мм²

Диаметр, мм	Вес, кгс/м	Прочность каната, кН		[N], тс
		160	170	
23,5	2,13	277,0	294,0	5,0
25,5	2,50	324,0	344,0	5,83
27	2,80	364,5	387,5	6,6
29	3,22	417,5	444,0	7,55
31	3,65	475,0	505,0	8,6
33	4,15	540,5	574,5	9,75
34,5	4,55	592,0	629,5	10,7
36,5	4,97	646,0	686,5	11,7
38	5,50	717,5	762,0	12,95
39,5	6,10	791,5	841,0	14,3

Канаты Ø 8,1-36,5 мм могут изготавливаться из оцинкованной проволоки.

Канаты Ø42-63 мм завод выпускает одной маркировочной группы — 160 кгс/мм²

Диаметр, мм	Вес, кгс/м	Прочность каната, кН	[N], тс
43	7,1	919,5	15,6
46,5	8,4	1090	18,5
50,5	9,94	1290	22,0
53,5	11,15	1455	24,75
56	12,05	1560	26,5
60,5	14,25	1855	31,5
63	15,20	1970	33,5



Определение расчетного натяжения стропов в зависимости от угла наклона к вертикали и количества ветвей (количество стропов на грузе) — k .

$$N_1 = \frac{N}{k} \cdot m$$

N_1 — расчетная нагрузка на строп под углом α .

α	0°	15°	20°	25°	30°	45°	60°	У
м	1,0	1,04	1,06	1,1	1,16	1,41	2,0	1,20



У — строповка удавкой (скоба не показана), м — показывает увеличение усилия в стропях с увеличением угла α .

При зацепке груза за 4 петли четырьмя петлевыми стропами (пауком) расчетную нагрузку на каждый строп принимать делением на три, а не на 4, ПБ10-382-00 п.2.19.2.

На складах металла и металлоцехах для зацепки металлопроката и других грузов с острыми прочными кромками целесообразно использовать цепные стропы из цепей

грузовых по ГОСТ 2319-81. Ниже в таблице дана разрушающая нагрузка и допустимая нагрузка на строп с $k_3=4$ при угле подвеса 0° в зависимости от калибра-диаметра прутка.

Калибр d, мм	Нагрузка разруш., тс	Вес цепи, кгс/м	[N], тс	[N]Строп Юнтган, тс
10	4,0	2,25	1,0	2,8
13	6,6	3,8	1,65	4,8
16	10,2	5,8	2,55	7,2
20	16,0	9,0	4,0	10,3*
23	20,0	12	5,0	14,0**
26	25,2	15	6,3	19

* — цепь калибра 19. ** — цепь калибра 22.

Цепные стропы фирмы «Юнтган», применяемые на копровых установках для зацепки свай удавкой, имеют в 3 большую грузоподъемность, легкие, удобные, долговечные.

Стропы из синтетических волокон для строповки грузов с гладкой чистой поверхностью или с хрупкими кромками.

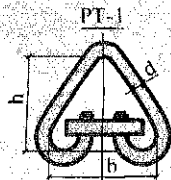
Канроновые канаты повышенной категории по ГОСТ 10293-77

Длина окружности, мм	Диаметр, мм	Нагрузка разрушающаяся, тс	Вес каната, кгс/м	Строп $k=8, \alpha=0^\circ$, тс
35	11	2,0	0,08	0,25
50	16	4,2	0,16	0,52
60	19	5,9	0,23	0,74
70	22	8,0	0,30	1,0
80	26	10,4	0,40	1,3
100	32	15,9	0,64	2,0

Канат крученный полиамидный по ТУ 15-08-021-89 имеет практически такие же характеристики.

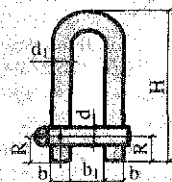
Габаритные размеры разъемных скоб-подвесок для науков, по которым можно уточнить их грузоподъемность, прежде чем заводить в скобу стропа.

[P], тс	d, мм	h, мм	b, мм	G, кгс
5	32	240	260	8,5
10	48	325	355	22,4
12,5	50	360	390	30,0
16	55	395	425	41,1



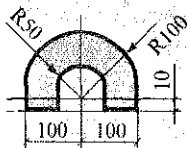
Скобы для стальных канатов с резьбовым штырем

[P], тс	1,5	3	5	6,3	10	12,5	16	20	25	30
d, мм	22	35	45	50	55	60	65	75	80	90
d ₁ =b, мм	16	24	28	32	40	45	50	65	65	70
b ₁ , мм	25	40	50	60	65	80	90	100	110	120
H, мм	105	150	185	210	250	290	320	360	400	440
R, мм	20	30	35	40	50	55	60	65	70	80
G, кг	0,6	2	4	6	11,5	14	18	27	37,5	49,5

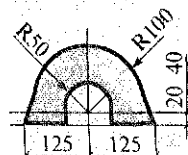


Штыри — Ст 30,
скобы — Ст 3.

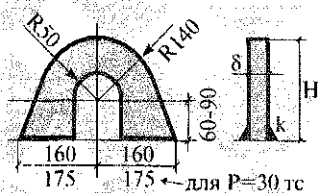
Монтажные проушины на элементах металлоконструкций



P, тс	1,0	2,0	3,0
delta, мм	10	12	14
H, мм	110	110	110
k	8	8	8



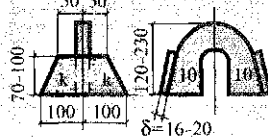
P, тс	5,0	10,0
delta, мм	16	20
H, мм	120	140
k	10	12



P, тс	15	20	25	30
delta, мм	25	30	30	30
H, мм	200	210	220	230
k	14	16	P30	P30

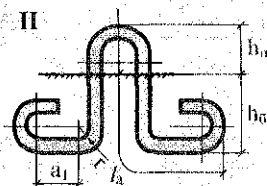
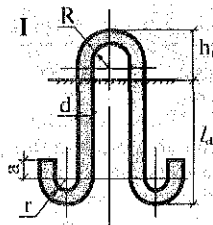


P30 — проушины грузоподъемностью 25 и 30 т приваривать с двухсторонней разделкой кромок под сварку.



Листовые проушины рассчитаны на силу в плоскости проушины или при ее отклонении из плоскости не более 30°, при больших горизонтальных составляющих следует по торцам проушины приварить два ребра по эскизу.

Строповочные петли на железобетонных конструкциях



Петли I типа — свободно размещаемые в изделии, петли II типа — для стесненных условий размещения.

d, мм	6-18	20-22	25-32
h _n	60+d	80+d	120+d
l	30d (25d) см. ниже		
h _г	20d (15d) см. выше		

$l_a = 30d$ и $h_d = 20d$ — при прочности бетона в момент подъема за петли от 100-200 кг/см², см. таб. на стр. 241.

$l_a = 25d$ и $h_d = 15d$ — при прочности бетона в момент подъема за петли свыше 200 кг/см², см. стр. 241.

Размеры строповочных петель

d, мм	6-12	14-18	20-22	25-32
R, мм	30	30	40	60
r, мм	20	30	40	60
a, мм	30	50	70	100
a ₁ , мм	75	115	155	230

Допускаемые нагрузки на 1 петлю из арматурной стали А-I

d, мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	28	32
P, тс	0,1	0,3	0,7	1,1	1,5	2,0	2,5	3,1	3,8	4,9	6,1	8,0

По таблице № 46 «Руководства по проектированию железобетонных конструкций из тяжелого бетона». Стройиздат, 1978 г.

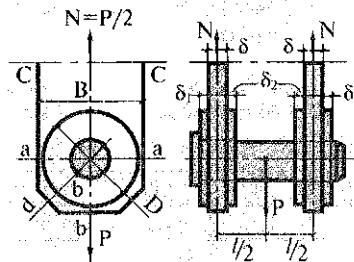
В расчете петли учтены коэффициент динамики $k_d = 1,5$ и коэффициент, учитывающий изгиб петли, $k = 1,5$.

Общий запас прочности петли по отношению к прочности двух стержней того же диаметра по пределу текучести >4,8, по пределу прочности >7,6. Вместе с тем, случаи обрыва петель имеют место в связи с грубыми нарушениями при защите грузов за петли.

Прочность бетона на портландцементе в зависимости от температуры и сроков твердения

Срок в сут. кал	Прочность бетона в % от R ₂₈ при температуре бетона в градусах С								
	10	15	20	25	30	35	40	50	60
1							35	45	50
1,5							45	55	60
2		25	30	35	40	45	60	70	80
3	25	33	39	45	50	55			
5	38	50	55	60	65	70			
7	48	60	68	75	80	85			
15	70	82	90	95	97	100			
28	90	100							

Расчет шарниров и проушин съемных грузозахватных приспособлений



Назначим площадь проушины по сечению С-С.

$$\frac{N}{F_{с-с}} \leq [\sigma_0]$$

Допускаемые напряжения $[\sigma_0]$ и $[\sigma_H]$ принимать для данного расчета с коэффициентом запаса 1,7-2,0 от предела текучести, см. стр. 37.

По изгибающему моменту $M = \frac{P \cdot l}{4}$ определим момент сопротивления вала $W = \frac{M}{[\sigma_H]}$

Подберем диаметр вала $d = \sqrt[3]{\frac{32}{3,14} W} = 2,17 \sqrt[3]{W}$, см. стр.64

Далее по формулам $\frac{1,4 \cdot N}{F_{a-a}} \leq [\sigma_0]$ и $\frac{N}{F_{b-b}} \leq [\sigma_0]$

проверим проушину по ослабленному сечению $a-a$ с учетом шайб. F_{a-a} — площадь нетто по $a-a$,
 F_{b-b} — площадь сечения ниже вала.

Если $d_1 = d$, проверим напряжение смятия по формуле

$$\frac{N}{d \cdot (\delta_1 + \delta_2)} \leq [\sigma_{см.ц}] \quad d_1 - \text{диаметр отверстия в проушине, а}$$

$$d - \text{диаметр отверстия в шайбах.}$$

Если $d_1 > d$ — по формуле $\frac{N}{d \cdot (\delta_1 + \delta_2)} \leq [\sigma_{см.ц}]$.

При этом необходимо, чтобы $d_1 - d \leq 5$ мм (случай, когда отверстие в проушине образовано резаком, а шайбы — точеные).

$[\sigma_{см.ц}] = 0,75[\sigma_0]$ — допускаемое напряжение смятия цилиндрических тел при плотном касании.

$[\sigma_{см.ц}] = 1300$ кгс/см² — для неподвижных соединений.

$[\sigma_{см.ц}] = 700-900$ кгс/см² — для соединения траверс с крюком.

$[\sigma_{см.ц}] = 400-600$ кгс/см² — для подвижных соединений.

Для диаметров валов более 100 мм необходимо снижать $[\sigma_{см.ц}]$ на коэффициент k .

d вала	110	120	130	140	150
k	1,05	1,10	1,15	1,2	1,25

Образование ветли на конце стального каната

1. Защелкой (счалкой)

d каната, мм	до 15	16-25	28-60
Число проколов	4	5	6

2. Постановкой сжимов (жимков), шаг 6d

d каната, мм	10-16	17-25	26-40	41-63
Число сжимов, шт	3	4	5	6
d скобы сжима, мм	10-12	16-20	20-30	30-36

3. Сравнение концов каната счалкой и при изготовлении кольцевых (универсальных) стропов.

Длина счалки $l \geq 40d$ где d — диаметр каната. Счалка концов грузовых канатов для прохода по блокам — $250-500d$.

Правила установки лебедок

1. Лебедку следует установить так, чтобы вал барабана находился под прямым углом к линии соединяющей середину отводного блока и середину барабана лебедки.

2. Для равномерной многослойной намотки каната на гладкий барабан лебедки необходимо, чтобы расстояние от вала отводного блока до оси барабана было не менее 20 его ширин. Если это условие невыполнимо, следует ограничить ширину барабана или дать возможность блоку отклоняться или скользить по валу под действием переменяющегося по барабану каната.

3. Канат на лебедках с электроприводом должен наматываться на барабан сверху, в ручных лебедках — снизу.

Требования к сварным образцам при испытании на загиб

для допуска сварщиков к ремонту крановых конструкций и изготовлению съемных грузозахватных приспособлений

Угол загиба $\geq 120^\circ$

не менее 80°

не менее 60°

— для углеродистой стали,
 — для низколегированных сталей при толщине до 20 мм,

— при толщине образцы > 20 мм.

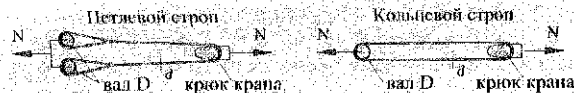
Указания руководящих документов

по изготовлению, эксплуатации и маркировке грузозахватных приспособлений (стропы, траверсы, захваты).

РД 10-33-93 п.2.1.10 Отклонение длины ветвей используемых для комплекта одного стропа (одного грузозахватного приспособления для зацепки груза) не должно превышать - 1% (см. также ГОСТ 25573-82, п.3.14.)

РД 10-33-93 прил.3 п.1.3. Рекомендации по снижению допустимой нагрузки на ветвь в зависимости от диаметра вала, штыря или скобы, огибаемых стропом многоугольного использования.

$D/d=1 \Delta N=50\%$, $D/d=3 \Delta N=28\%$, $D/d=5 \Delta N=0\%$,
 $D/d=2 \Delta N=35\%$, $D/d=4 \Delta N=20\%$, D - диаметр вала
 ΔN - снижение нагрузки; d - диаметр каната



Петлевой строп в местах перегиба (на петле) имеет двойной запас прочности по сравнению с кольцевым, поэтому рекомендации по снижению нагрузки в большей степени относятся к кольцевым стропам.

РД 10-33-93 Таб. п.1.37.



Размер петли стропа

$d=9-14\text{мм}$ $L=25d$
 $d=15-23\text{мм}$ $L=20d$
 $d=24-42\text{мм}$ $L=15d$

ПБ 10-382-00 п.2.19.3, коэффициент запаса прочности стропов из стальных канатов - не менее 6.

ГОСТ 25573 п.3.5. и п.3.10. Коэф. запаса прочности соединительных элементов и захватов (крюков, карабинов, скоб) стропов по отношению к разрушающей нагрузке не менее 5.

Материал деталей стропов (крюки, скобы, звенья) - Ст20 для умеренного климата и 15ХСНД, 09Г2С для холодного.

ПБ 10-382-00 п.3.1.24, Грузозахватные приспособления после их изготовления испытывать нагрузкой с $K=1,25$ от паспорт-

ной грузоподъемности.

РД 10-33-93 п.2.1.4. Расчёт трех и четырех ветвевых стропов при отсутствии гарантии равномерности распределения нагрузки между ветвями производить исходя из условия, что груз удерживается только двумя ветвями.

ПБ 10-382-00 п.2.19.2. Для стропа с числом ветвей более 3-х, воспринимающих расчётную нагрузку, учитывают в работе не более 3-х ветвей.

РД 10-33-93 - прил. 3 п. 1.4. При строповке груза с его затяжкой петлей канатного стропа (на удав) рекомендуется снижать его грузоподъемность на 20%.

ПБ 10-382-00 п 9.3.25 Осмотр стропов производить ежедневно, кроме редко используемых, которые осматривают при выдаче в работу.

Обозначение канатных стропов.

по ГОСТ 25573-82, введён с 01.01.1984г.

СКП-4/5000-21,5 ГОСТ 3079-80-180

СКК-8/6000-22 ГОСТ 7668-80-170

СКП и СКК - строп канатный петлевой или кольцевой;

4 и 8 - грузоподъемность стропа в тс;

5000 и 6000; и 21,5 и 22 - длина и диаметр в мм

ГОСТ30-79-80 тип ТЛК-6х37+ОС,

ГОСТ7668-80 тип ЛК-РО 6х36+ОС

180 и 170 - маркировочная группа каната стропа кгс/мм².

Определение силы тяги канатного полиспаста.

Усилие Q , тс тягового или грузового полиспаста в зависимости от числа рабочих нитей - n при известном усилии S или грузоподъемности лебедки S , тс $Q=S/k$, или при известном Q $S=Qk$.

При роликах полиспаста на подшипниках качения и одном отводном блоке брать k_1 , без отводных - k_0 .

n	8	9	10	11	12	13	14	15	16
k_1	0,136	0,122	0,111	0,102	0,095	0,088	0,082	0,077	0,072
k_0	0,133	0,120	0,109	0,100	0,093	0,086	0,081	0,076	0,071

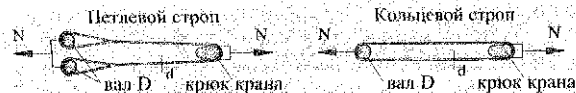
Указания руководящих документов

по изготовлению, эксплуатации и маркировке грузозахватных приспособлений (стропы, траверсы, захваты).

РД 10-33-93 п.2.1.10. Отклонение длины ветвей используемых для комплекта одного стропа (одного грузозахватного приспособления для зацепки груза) не должно превышать - 1% (см. также ГОСТ 25573-82, п.3.14.)

РД 10-33-93 прил.3 п.1.3. Рекомендации по снижению допустимой нагрузки на ветвь в зависимости от диаметра вала, штыря или скобы, огибаемых стропом многообразного использования.

$D/d=1 \Delta N=50\%$, $D/d=3 \Delta N=28\%$, $D/d=5 \Delta N=0\%$,
 $D/d=2 \Delta N=35\%$, $D/d=4 \Delta N=20\%$, D - диаметр вала
 ΔN - снижение нагрузки d - диаметр каната



Петлевой строп в местах перегиба (на петле) имеет двойной запас прочности по сравнению с кольцевым, поэтому рекомендации по снижению нагрузки в большей степени относятся к кольцевым стропам.

РД 10-33-93 Таб. п.1.37.



Размер петли стропа
 $d=9-14\text{мм}$ $L=25d$
 $d=15-23\text{мм}$ $L=20d$
 $d=24-42\text{мм}$ $L=15d$

ПБ 10-382-00 п.2.19.3. коэффициент запаса прочности стропов из стальных канатов не менее 6.

ГОСТ 25573 п.3.5. и п.3.10. Коэф. запаса прочности соединительных элементов и захватов (крюков, карабинов, скоб) стропов по отношению к разрушающей нагрузке не менее 5.

Материал деталей стропов (крюки, скобы, звенья) - Ст20 для умеренного климата и 15ХСНД, 09Г2С для холодного.

ПБ 10-382-00 п.3.1.24. Грузозахватные приспособления после их изготовления испытывать нагрузкой с $K=1,25$ от паспорт-

ной грузоподъемности.

РД 10-33-93 п.2.1.4. Расчет трех и четырех ветвевых стропов при отсутствии гарантии равномерности распределения нагрузки между ветвями производить исходя из условия, что груз удерживается только двумя ветвями.

ПБ 10-382-00 п.2.19.2. Для стропа с числом ветвей более 3-х, воспринимающих расчетную нагрузку, учитывают в работе не более 3-х ветвей.

РД 10-33-93 - прил. 3 п. 1.4. При строповке груза с его зажатой петлей канатного стропа (на удав) рекомендуется снижать его грузоподъемность на 20%.

ПБ 10-382-00 п.9.3.25. Осмотр стропов производить ежедневно, кроме редко используемых, которые осматривают при выдаче в работу.

Обозначение канатных стропов.

по ГОСТ 25573-82, введен с 01.01.1984г.

СКП-4/5000-21,5 ГОСТ 3079-80-180

СКК-8/6000-22 ГОСТ 7668-80-170

СКП и СКК - строп канатный петлевой или кольцевой;

4 и 8 - грузоподъемность стропа в тс;

5000 и 6000 и 21,5 и 22 - длина и диаметр в мм

ГОСТ30-79-80 тип ТЛК-6х37+ОС,

ГОСТ7668-80 тип ЛК-РО 6х36+ОС

180 и 170 - маркировочная группа каната стропа кгс/мм².

Определение силы тяги канатного полиспаста.

Усилие Q , тс тягового или грузового полиспаста в зависимости от числа рабочих нитей - n при известном усилии S или грузоподъемности лебедки S , тс $Q=S/k$, или при известном Q $S=Qk$.

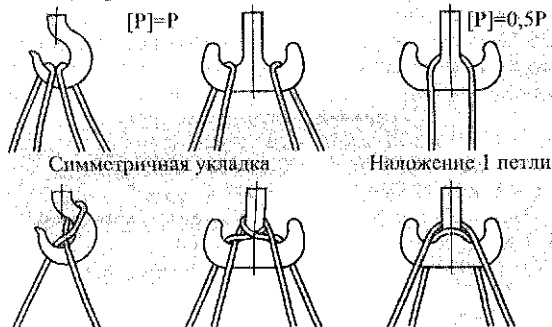
При ройках полиспаста на подшипниках качения и одном отводном блоке брать k_1 , без отводных - k_0 .

n	8	9	10	11	12	13	14	15	16
k_1	0,136	0,122	0,111	0,102	0,095	0,088	0,082	0,077	0,072
k_0	0,133	0,120	0,109	0,100	0,093	0,086	0,081	0,076	0,071

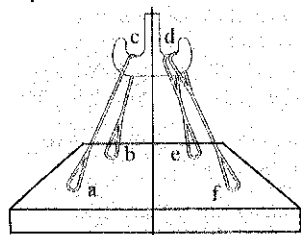
Способы наложения канатов на крюки.

Чалочные канаты при полной расчетной нагрузке следует укладывать симметрично на однокрюгий или на оба рога двурогого крюка, без перехлеста и взаимного обжатия для сохранения формы каната.

В способах строповки с преднамеренным использованием перехлеста чалочных канатов, чтобы исключить их передергивание на крюке и возможное опрокидывание груза, грузоподъемность стропов надо уменьшать на 25 + 30%.



Строповка с защемлением канатов на крюке $[P] = 0,7 + 0,75 P$



Система строповки, обеспечивающая продольную и поперечную устойчивость монтажного блока и равномерную нагрузку на каждую ветвь.

Для создания проектных наклонов блока на монтаже в стропа ed и df встраивают тянущие гидрозиландры с помощью которых можно производить укорочение или удлинение этих ветвей под нагрузкой.

Канатные узлы для такелажных работ.

Прямой или восьмерка



Прямой



Рифовый



Беседочный



Удавка (плотничный)



Удавка с нахлесткой



Вязка в коуш



Вязка в петлю



Соединение стального каната. На концах по два сжима с каждой стороны.

Соединение пеньковых и капроновых канатов при постоянном натяжении, без рывков.

Разновидность прямого узла, применяют, когда требуется быстрое развязывание.

Образование незатягивающейся петли на концах пеньковых и капроновых канатов. Легко и просто развязывается.

Подъем легких длиномерных предметов пеньковыми или капроновыми канатами

Подъем грузов большой длины в вертикальном положении при вязке пеньковыми или капроновыми канатами.

Удлинение стального или текстильного каната, оканчивающихся коушем или петлей. Соединение канатов разного диаметра. Тонкий канат должен перекрестываться и зажимать себя.

Нормы браковки канатных и ценных стропов.

Строп из стального каната двойной свивки бракуется при числе видимых обрывов проволок на длине стропа: 3d — более 4; 6d — более 6; 30 d — более 16 обрывов, где d — диаметр каната.

Цепной строп бракуется при удлинении звена цепи на 3% и уменьшении диаметра сечения звена более 10% от первоначального размера вследствие износа. Осмотр стропов следует производить каждые 10 дней, кроме редко используемых (ПБ10-382-00 п.9.3.25 и прил. 15).

Браковка стальных канатов, работающих на барабанах и блоках

Находящиеся в работе канаты бракуются:

1. При числе обрывов проволок на длине одного шага свивки наиболее изношенного участка каната, превышающем 10% от общего числа проволок в канате (шаг свивки — расстояние по длине каната от первой до седьмой по счету пряди). В ограниченно применяемых канатах односторонней свивки, а также в канатах крестовой свивки, предназначенных для подъема людей, допустимое число обрывов не более 5%. При подсчете обрывов на канатах типа ЛК—Р, ЛК—РО, ЛК—З (см. стр. 233), имеющих в сечении проволоки разного диаметра, обрыв тонкой проволоки принимать за единицу, толстой за 1,7.

2. При поверхностном износе или коррозии достигшей более 40% от первоначального диаметра проволоки. В канатах типа ТК имеет место также внутренний износ — подрез проволок в местах их пересечения с точечным касанием, поэтому не следует использовать их на блоках и барабанах.

3. Канат бракуется при обрыве одной пряди.

4. При износе проволок составляющем от 10 до 30% с числом обрывов на длине шага свивки уменьшенным соответственно на 15-50% по сравнению с нормой по п. 1.

Некоторые сведения по перемещению транспортных и строительных машин, оборудования и конструкций.

Автомобильные дороги.

В зависимости от интенсивности движения и назначения, автодороги подразделяются на шесть категорий, отличающихся расчетной скоростью движения, продольными уклонами (подъемами), шириной полос движения и их числом, типом дорожной одежды и допускаемой осевой нагрузкой.

Наименование параметра	Категория дороги				
	Ia	Ib, II	III	IV	V
Расчетная скорость, км/час	150	120	100	80	60
	80	60	50	40	30
Максимальный продольный уклон, %	3	4	5	6	7
Ширина полосы — В, м	3,75	3,75	3,5	3	—
Число полос — n	4-8	4-8	2	2	—
Ширина проезжей части, м	$V \times n$	$V \times n$	7	6	4,5
Ширина обочины, м	3,75	3,75	2,5	2	1,75

Расчетная скорость — в числителе указана основная скорость, в знаменателе — скорость для трудных участков горной местности;

Продольный уклон — в числителе указан основной уклон, в знаменателе — уклон на трудных участках горной местности.

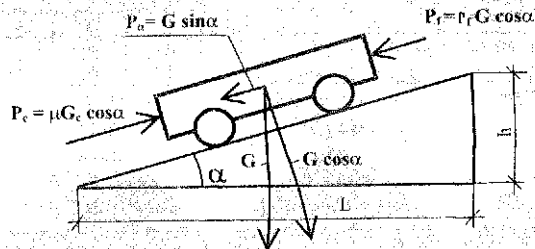
Покрытие на дорогах I - III кат. может быть асфальтобетонное или цементобетонное, на IV кат. — асфальтобетонное или щебеночное (гравийное) гудронированное, на V кат. — грунтовое, укрепленное вяжущими материалами.

Толщина покрытия на дорогах I - IV кат. от 24 см до 18 см, марка бетона цементобетонных покрытий от 400 до 300 кгс/см² соответственно.

Зная характеристики дороги и массу машины (поезда) можно определить силы сопротивления движению и необходимую силу тяги и мощность тягача, определить предельную массу груза для данного тягача на этой дороге.

Сопротивление движению.

Сопротивление движению в общем случае состоит из силы сопротивления качению, зависящей от типа покрытия дороги и его состояния, силы сопротивления подъему, силы сопротивления воздуха и силы инерции при разгоне. В первом приближении достаточно определить первые две силы, если принять, что движение равномерное (сила инерции равна нулю) со скоростью не более 30 — 40 км/час (при этом сопротивление воздуха весьма мало).



Уклон дороги в процентах % — $h/L \cdot 100$,
в тысячных (промилле) ‰ — $h/L \cdot 1000$.

Для гусеничных машин уклон дороги указывают в градусах — α .

1. Сила сопротивления качению колес $P_f = p_f G \cos \alpha$,

где p_f — кгс/т, удельное сопротивление качению (перемещению), на колесах — p_{fk} , на гусеницах — p_{fg} , зависит от типа и состояния покрытия или дороги, состояния грунта, типа шин и давления в них. G — т, масса машины.

Для уклонов до 18% (10°) можно считать $\cos \alpha \approx 1,0$ и $P_f = p_f G$.

Тип покрытия или дороги	p_{fk} кгс/т	p_{fg} кгс/т
Цементно- или асфальтобетонное	15—25	30—35
Сухая укатанная грунтовая дорога	25—35	40—50
Плотный грунт	70—100	70—80
Рыхлый грунт, песок	300—350	100—150

250

2. Сила сопротивления от угла подъема $P_a = p_a G$,

где p_a кгс/т — удельное сопротивление подъему в зависимости от уклона (угла α):

α	$1^\circ 45'$	$2^\circ 20'$	$2^\circ 50'$	$3^\circ 25'$	4°	$4^\circ 35'$	$5^\circ 10'$	$5^\circ 45'$	$6,50'$	10°
%	3	4	5	6	7	8	9	10	12	18
p_a	30	40	50	60	70	80	90	100	119	174

Значение тригонометрических функций \sin , \cos , tg для данного и других случаев.

функция	10°	15°	20°	25°	30°	45°	60°
\sin	0,174	0,259	0,342	0,423	0,5	0,707	0,866
\cos	0,985	0,966	0,940	0,906	0,866	0,707	0,5
tg	0,176	0,268	0,364	0,466	0,577	1,0	1,732

3. Сила тяги по сцеплению с дорогой ведущих колес машины

$$P_c = \mu G_c \cos \alpha,$$

где μ — коэффициент сцепления с дорогой, колеса μ_k или гусеницы μ_g , величина которого зависит от типа покрытия или поверхности движения, типа протектора колеса и его износа, типа гусеничных траков (плоские, с гребнями, тракторные), см. таблицу.

G_c — тс, сцепной вес машины. Для $\alpha \leq 10^\circ \cos \alpha = 1,0$ $P_c = G_c$.

Тип покрытия или дороги	μ_k	μ_g
Цементно или асфальтобетонное	0,6—0,7	0,3—0,4
Сухая укатанная грунтовая дорога	0,5—0,6	0,35—0,7
Плотный грунт	0,4—0,5	0,3—0,6
Рыхлый грунт, песок	0,3—0,4	0,2—0,3

Величина коэффициента сцепления для мокрого покрытия или грунта снижается в 1,5—2,0 раза и более.

4. Сила тяги машины по двигателю и трансмиссии

$$P_d = \frac{M_k i_{TP}}{r_k} \eta$$

где M_k — кгс м, максимальный крутящий момент двигателя (при соответствующих ему оборотах n_0 , равных 0,6—0,7 оборотов при максимальной мощности двигателя).

251

$i_{тп} = i_k \cdot i_p \cdot i_0$ — передаточное число трансмиссии (у отечественных авто тягачей $i_{тп} = 42,44 \div 98,46$).

i_k — соответствующее скорости движения пч коробки передач (0,66 ÷ 7,73)

i_p — пч раздаточной коробки (1,23 ÷ 2,28)

i_0 — пч главной передачи (5,49 ÷ 8,21)

η — коэффициент полезного действия большинства грузовых автомашин — 0,8 ÷ 0,85

r_k — m , статический радиус колеса (0,5 диаметра минус 30-60 мм — осадка под грузом).

5. Скорость движения машины $V = \frac{0,377 n_0 r_k}{i_{тп}}$, км/час, где n_0 — число оборотов в мин. при

максимальном крутящем моменте при длительной мощности равной 0,7 ÷ 0,8 максимальной.

Мощность в л.с. при максимальном M_k равна $N_0 = \frac{M_k n_0}{716,2}$

а максимальная $N_{max} = N_0 / 0,75$

1 лс = 0,735 кВт, или 1 кВт = 1,36 лс.

Для реализации силы тяги по двигателю $P_d > P_f + P_{\alpha}$ и $P_d \leq P_c$

Для трогания с места, разгона и преодоления участков дороги с повышенным сопротивлением (разбитых или скользких) необходимо иметь запас тяги (мощности) в одном тягаче или использовать двойную тягу.

Ниже в таблице приведены максимальные значения P_d и P_c и скорость V , им соответствующая, для тягачей и строительных машин.

Механизм передвижения гусеничных экскаваторов, свабойных установок и кранов обеспечивает им подъем на расчетный угол от 10° до 26°, поэтому при движении по горизонтальной площадке они имеют запас силы тяги P_d , указанный в таблице.

Сила тяги по сцеплению P_c определена с коэффициентом сцепления μ :

для гладких траков — гус. гл. — 0,35;

для траков с гребнями — гус. гр. — 0,45;

для тракторных — гус. тр. — 0,7 у бульдозера и 0,5 у экскаватора.

Наименован. машины	Колесная формула	G_c т	P_d тс	P_c тс	V км/час	N/n лс/об	M_k/n_0 кгс м об
Краз-6443	6x6,2	28	16,2	16,8	3,2	320 2100	114 1500
Краз-255 Б	6x6,1	20*	12,2	12	3,3	240 2100	90 1500
МАЗ-64229	6x4,2	18	7,7	10,8	6,7	320 2100	114 1500
К-701 кол. трак.	4x4	18*	16,7	12,6	2,9-3,8	270 1900	115 1300
Б170 М бульдозер	гус. тр.	16,9	17,1	11,85	2,6-3,6	180 1250	118 800
ЭУ-4225 экскаватор	гус. тр.	25,5	11,2	12,8	2,8	130 1700	64,5 1200
РДК-250-3	гус. гл.	44,5	11,6	15,5	1,2	130 1700	64,5 1200
КН-180-3 Хитачи	гус. гл.	46,9	17,6	16,4	0-1,8	150 2000	60 1400
ДЭК-631 А	гус. гл.	83,5	17,4	29,2	0,5	130 1700	64,5 1200
РМ-23 Юнгтан	гус. гр.	47,3	21,4	21,3	0-1,5	260 2000	110 1400
НС-843НД Либхер	гус. гр.	56,2	24,6	25,3	0-1,6	448 1800	220 1200
КС-8165	гус. гл.	130	33,8	45,5	0,5	240 2100	90 1500
НС-883НД Либхер	гус. гр.	110	43,8	49,5	0-1,3	609 1900	275 1300

* G_c — у Краз — 255Б с пригрузом — 8 т, у К-701 — 4,5 т.

У седельных тягачей Краз — 6443 и МАЗ — 64229 сцепной вес G_c указан с грузом на седле, при этом осевая нагрузка у первого — 6+2 11 т. и 6+2 9 т. у второго.

В колесной формуле 6 6,1 и 6 6,2 первая цифра обозначает число колес, вторая — число ведущих, цифра после запятой: 1 — все колеса однооскатные; 2 — задние ведущие оси двухоскатные.

В технических характеристиках автотягачей обычно указывают полную массу поезда, с которым на дорогах с 3% уклоном машина может держать устойчиво скорость не менее 35 км/час. Если условия и режим движения позволяют меньшую скорость, то массу поезда можно существенно увеличить.

На практике, колесные тягачи при скорости свыше 40 км/час не имеют запаса по мощности при буксировке прицепов-тяжеловесов.

Буксировка плавучих средств и систем на реках и водоемах.

Характеристика речных и озерных буксиров

Мощность лс/кВт	90 66	150 110	300 221	600 442	800 589	1200 882
Осадка, м от и до	0,55 0,65	0,9 1,4	1,4 1,6	1,6 1,8	1,9 2,0	2,2 2,4
Сила тяги, тс от и до	0,95 1,0	1,4 1,6	3,0 3,5	6,8 7,3	8,0 10,0	11,5 14,0

Сила тяги указана при полной мощности и нулевой скорости буксира, закрепленного к причалу (тяга на швартовах).

При рывке приращение тягового усилия достигает от 3-х до 8-и раз (в зависимости от массы буксира и плавсистемы) по сравнению с силой тяги на швартовах. Ориентировочно сила тяги буксира равна $T_0 = \Delta T N$ кгс, где $\Delta T = 8-13$ кгс/лс — удельная сила тяги; N — мощность, лс.

Характеристика барж-площадок и понтонов КС-63 в составе плавкоутов

Номер проекта	Гри тс	L м	B м	h м	O м	P тс/м ²	G т
943	600	57,3	12	2	1,4	2	180
81109	1100	71,4	14,2	2	1,6	10	360
P163	3000	77,5	17,2	4,2	3,2	10	755
КС-63	26	7,2	3,6	1,8	1,3	1,8	6

L , B и h — длина, ширина и высота борта; O — осадка при полной грузоподъемности; P — допустимая удельная нагрузка на палубу от самоходной гусеничной техники; G — масса снаряженной, порожней баржи.

На барже «Проект 81109» палубный настил толщиной 12 мм допускает движение колесной техники с нагрузкой на ось: односкатной — 10 тс/ось, двухскатной — 14 тс/ось.

Спец. баржа «Проект P163» имеет собственную систему балластировки с насосами 3-250 м³/час, электростанцию 2-50 кВт, имеет торцевые звезды шириной 11,3 м, допускает движение с нагрузкой 25 тс/ось и перевозку тяжеловесов с единичной массой до 700 т.

Обшивка палубы, бортов и днища понтонов — 4 мм; допускаемая нагрузка по всем углам пересечения бортов со шпангоутами — 25 тс.

Характеристика силы ветра

Обозначение и число баллов Бофорта	Скорость м/сек	Давление кгс/м ²
Слабый	3	4 + 5
Умеренный	4	6 + 8
Свежий	5	9 + 10
Сильный	6	11 + 13
Крепкий	7	14 + 17
Очень крепкий	8	18 + 20
Штормовой	9	21 + 24
Сильный штормовой	10	25 + 28

Начинать перемещение плавсистемы с пролетным строением следует при ветре со скоростью не более 5 м/сек и продолжать до 10 м/сек. При скорости ветра более 10 м/сек плавсистему необходимо закреплять неподвижно на якоря.

Скорость и расчетное давление ветра (скоростной напор) при расчетах тяговых средств принимают:

при перевозке наплаву — 10 м/сек — 12,5 кгс/м².

при продольной и поперечной навигации пролетов — 15 м/сек — 25 кгс/м²

при расчете якорей-присоев, якорных канатов и киповых планок — 20 м/сек — 50 кгс/м².

Киповые планки — направляющие устройства с барабанами (роульсами) на вертикальной оси и стонорами. Якорный канат обносится на роульсе в два-три оборота, с тем, чтобы при застопоренном положении роульса предохранить лебедку от перегрузок при ветре большой силы. Допускаемое горизонтальное усилие на киповую планку — 30 тс.

Сопротивление перемещению плавсредств.

$$T_c = T_d + T_f + W,$$

T_d — лобовое сопротивление воды

T_f — сопротивление трения воды о днище и борта.

W — сопротивление от расчетного давления ветра интенсивностью 12,5 кгс/м².

$$T_d = 50 \varphi B \Delta h V^2 K_{об}, \text{ кгс} \quad T_f = f (B + 2\Delta h) L V^2, \text{ кгс}$$

$$W = 12,5 \Sigma F, \text{ кгс},$$

где B , L , Δh — ширина, длина и осадка баржи или плавкоута, м.

φ — коэффициент обтекаемости, для скошенных и скрученных очертаний носовой части $\varphi = 0,75$, для прямоугольных $\varphi = 1,0$

f — коэффициент трения, для металлических поверхностей $f = 0,17$

V — скорость движения воды относительно плавсредства

$V = V_{nc} \pm V_p$, где V_p — скорость течения воды в реке, для рек Европейской части России $V_p = 0,5-0,6$ м/сек или 1,8–2,16 км/час (при наводке в 2–2,5 раза выше);

V_{nc} — скорость движения плавсредства в водоеме при отсутствии течения, которую принимают $V_{nc} = 0,8-1,4$ м/сек или 3–5 км/час;

$K_{об}$ — коэффициент, учитывающий волнение воды, $K_{об} = 1,2-1,5$, при этом большее значение для широких водоемов и рек;

ΣF — сумма ветровых площадей надводной части плавкоута (баржи), обстройки и пролетного строения (для сквозных пролетных строений с коэффициентом сплошности 0,2–0,6).

Силу тяги буксиров или лебедок при расчетном ветре 12,5 кгс/м² принимают с коэффициентом запаса 1,2–1,3.

$$T_{об} \geq (1,2-1,3) T_c$$

Следует иметь в виду, что при скорости движения плавсредства 3–5 км/час сила тяги буксира составляет примерно 90% от силы тяги на диваривах, сопротивление воды невелико, не более 10–15% от сопротивления при скорости 10–15 км/час и основное сопротивление, до 2/3 от общего, для плавсредства с пролетным строением на высокой обстройке, дает ветер расчетной интенсивности. При скорости течения воды в реке более 1–1,2 м/сек плавкоуты из понтонов КС-63 оборудуют обтекателями.

Сопротивления от сил трения при навигации пролетных строений.

1. По рельсам на салазках на пластичной смазке (по солядолу)

$$N_T = 1,3 f_1 P, \text{ где}$$

1,3 — коэффициент перегрузки для тягового устройства

f_1 — коэффициент трения скольжения, $f_1 = 0,06-0,08$ (при трогании с места 0,08–0,1) при удельном давлении 80–120 кг/см², (условие невыдавливания смазки) и принимаемой в расчетах ширины головки рельса не более 2 см.

P — здесь и далее вес конструкции с коэффициентом перегрузки — 1,1

$$\text{при } f_1 = 0,08 (0,1) \quad N_T = 0,104 P (0,13P)$$

2. По устройствам скольжения с полимерными материалами (нафтлен, фторопласт)

$$N_T = 1,3 f_2 P.$$

При плюсовой температуре и удельном давлении 80–120 кг/см², $f_2 = 0,06-0,07$ (при трогании с места 0,07–0,09),

при морозе f_2 увеличивается в 1,5 раза,

$$\text{при } f_2 = 0,07 (0,09) \quad N_T = 0,09 P (0,12P).$$

3. При перемещении по рельсам на катках

$$N_T = 1,1 \cdot \frac{k f_1}{R} P$$

$k = 2$ — коэффициент, учитывающий местные неровности рельсов, перекос катков, непараллельность накаточных путей и другие причины повышения сопротивления,

f_1 — коэффициент трения качения катка по рельсу. Для катка, колеса диаметром не более 300 мм $f_1 = 0,04$

R — радиус катка, см

Для наиболее часто применяемых катков — $\varnothing 100$ и $\varnothing 120$ мм.

$$N_{T10} = 0,018P \quad \text{и} \quad N_{T12} = 0,015P$$

4. При перемещении на тележках с подшипниками качения, включая балансирные каретки (рульеры)

Сопротивление движению при диаметре колес (роликов) 350–360 мм с учетом коэффициента перегрузки 1,2

$$N_T = 0,015P,$$

как на катках $\varnothing 120$ мм и уменьшается до $N_T = 0,01P$ при увеличении диаметра колес до 900 мм.

Силу тяги толкающих домкратов и тяговых полиспастов для преодоления расчетных сил трения, ветра, уклона принимают с дополнительным коэффициентом запаса 1,25 на непредвиденный случай.

Скорость передвижки

на устройствах скольжения и на катках 0,3–0,4 м/мин на тележках и каретках 0,5–1,0 м/мин на плаву от 1,5–2,0 м/мин вначале до 0,5 м/мин в конце заводки плавсистемы в пролет.

Допускаемое удельное давление на РОЧи, используемые в устройствах для передвижки, для выравнивания давления 100–120 кгс/см².

Грузоподъемность колеса накаточной тележки или рольера от 25 до 45 тс.

Допускаемая нагрузка на одно пересечение катка $\varnothing 100$ и $\varnothing 120$ мм с головкой рельса — $q_{10}=4$ тс и $q_{12}=5$ тс, с дутьем №55 соответственно $q_{10}=8$ тс и $q_{12}=9$ тс.

В последнее время успешно применяются для передвижки карточки скольжения фирмы Eberspächer (Германия) с фирменной смазкой, дающие в паре с полированными листами из нержавеющей стали пониженный коэффициент трения, $f = 0,025 \pm 0,035$, практически одинаковый для положительной и отрицательной температуры воздуха.

Карточка — плитка с размером 200×500, 300×400, 300×500 и толщиной 14 мм состоит из двух стальных листов $\delta=3$ мм, трех слоев эластомера (резины) толщиной 2–3 мм и слоя тефлона (фторопласта) толщиной 1 мм с одной стороны, весит соответственно 5,5; 6,5 и 8,2 кг. Допускаемое давление на карточку — 150 кг/см², рекомендуемое — обеспечивающее длительную работу антифрикционного слоя (тефлона) — 130 кг/см².

Полированный лист толщиной, как правило, 2 мм должен иметь чистоту обработки не ниже 9 класса, шероховатость поверхности Ra 0,16±0,32 мкм, не соблюдение этого требования, как показывает практика, значительно увеличивает коэф. трения, так же как износ и загрязнение пар трения.

Среднее значение коэф. трения при продольной передвижке пролетных стропов на карточках скольжения «Eberspächer» с силиконовой смазкой даны ниже:

— Мост через Волгу в Кинешме — 2002 г., неразрезное пролетное строение длиной 1100 м с пролетами 132 и 154 м, общая масса 12600 т, $f = 0,035 \pm 0,045$.

— Эстакада в Москве — 2003 г., длина 850 м, пролеты от 45 до 135 м, масса 6500 т, $f = 0,03 \pm 0,04$.

— Эстакада в С-Петербурге у станции Шушары — 2004 г., неразрезное железобетонное пролетное строение, сооружаемое методом циклической продольной передвижки, длина 480 м, пролеты от 21 до 42 м, масса 10400 т, $f = 0,025 \pm 0,03$, при давлении на карточку 100–120 кг/см².

Коэффициенты трения сухих материалов и деталей

- стальная рифленая плита по бетону (ЦПН) — 0,60±0,75
- колесо локомотива по рельсу — 0,29±0,35
- дерево по дереву — 0,45±0,60

Число катков под перекаточной кареткой — n , при числе рельс — m и коэффициенте неравномерности 1,25 равно

$$n = 1,25 \frac{P}{q m}$$

**Оборудование, используемое для навивки
пролетных стропений
Лебедки**

Обозначение	P тс	V м/мин	Øк мм	K м	N/n кВт/об	G кг
ТЛ-8Б	5	1,8	22	220	3/1410	1625
ЛК-8	8	6,38	28	200	12/1350	2010
ЛЭЦ-12	12	13,2	32,5	200	45/715	5300
ТЛ-7А	5	18,6	22	250	15/715	2400

V — скорость навивки каната на I-ом слое, на последнем (4–5) скорость выше в 1,3–1,4 раза;

K — канатоемкость барабана; G — масса лебедки с канатом.

Лебедки ТЛ-8Б, ЛЭЦ-12, ТЛ-7А производства НТЦ «Редуктор» Санкт-Петербург.

Толкающие гидравлические домкраты

Обозначение	P _{рх} /P _{ох} тс	Ход см	L/L ₀ см	F см ²	Раб. д. МПа	G кг
ДФ-175/1120	175	112	162	612	28,5	810
Мостотреста	320/250	210	518/452	804	40	3800
ЦС 500Г/1000	500/135	100	298/270	715	70	1200
Эбершпехер	1000/650	200	494/400	2550	40	7500

P_{рх}/P_{ох} — усилие рабочего и обратного хода, L/L₀ — размер габаритный и по осям проушин. Для скорости навивки 0,3–0,4 м/мин домкраты Мостотреста должны быть оснащены насосной станцией с подачей не менее 18–20 л/мин при давлении 28–40 МПа (электродвигатель 15–22 кВт) из расчета на один домкрат. Насосная станция фирмы Эбершпехер — 78 л/мин при 40 МПа, 55 кВт — обеспечивает ход 2 домкратов со скоростью 0,15–0,25 м/мин.

**Подъем, опускание и установка пролетных стропений
на опорные части гидравлическими домкратами**

Для обеспечения успеха и безопасности работ грузоподъемность домкратов должна превышать на 30% приходящуюся на них нагрузку с учетом давления на пролетное стропение ветра силой 6 баллов (12 м/сек) интенсивностью 21 кгс/м². Должна быть проверена расчетом устойчивость поднимаемого (опускаемого) домкратами пролетного стропения при поперечном перекосе между узлами опирания 0,01 и давлении ветра 18–20 кгс/м². При усилении скорости ветра свыше 12 м/сек работы прекращают и пролет подклинивают на страховочных клетках.

Подъем (опускание) пролетного стропения производят путем поочередного подъема (опускания) его концов на опорах, при этом разность отметок опорных узлов в продольном и поперечном направлениях должна быть не более 0,005 расстояния между опорными узлами (5 мм/м), перекося домкрата не более 0,005 ширины его основания, свободный ход поршня без страховки полуколыцами, стопорными гайками или клиньями на клетках — не более величины допускаемого поперечного перекося и не более 15 мм.

Опускание пролетного стропения на опорные части производят залогом по 40–60 мм, предварительно убрав на эту величину предохранительные кольца.

Во избежание заклинивания домкрата должна быть обеспечена вертикальная передача нагрузки на домкрат, а общий выход поршня не должен превышать 0,3–0,5 высоты домкрата или его ход, указанный в его характеристике.

Домкраты на каждой опоре должны иметь централизованное управление, позволяющее регулировать режим работы каждого или группы в целом. На голову домкрата во всех случаях укладывать фанерную прокладку (не доски), фанеру под основание домкрата — если он опирается на металл.

Грузовые винты

Г.в. используются в домкратах, в элементах подмостей для регулирования высоты и раскручивания, в винтовых стяжках и распорках при развантовке и монтаже пролетных строений.

Обжатие деревянных клеток из шпал или бруса может достигать от 3 до 10% их высоты; для уменьшения потерь рабочего хода домкратов от обжатия в каждом ряду клетки брус или шпалы должны быть одной толщины (для этого их следует заранее рассортировать, написать мелом на торце толщину и соответственно использовать).

Напряжение смятия в пересеченных элементах клетки из сосны не должны превышать 20–25 кг/см², а под домкратами должны быть пакеты из рельсов или оребренных двутавров, общей площадью обеспечивающей передачу наружки от домкратов на клетки с давлением не более 25–30 кг/см².

При опускании пролетного строения с высоты 2 м и более следует использовать стальные инвентарные песочницы из набора швеллерных полуколец, соединенных болтами по высоте и диаметру. Грузоподъемность песочницы – 200 и 500 тс при диаметре соответственно 90 и 140 см и допустимом давлении на песок 50 кг/см².

Домкраты гидравлические для вертикального подъема

Грузоподъемность, тс	50/75	50	63	100	200	500
Ход, мм	50	100	250	155	155	200
Высота, мм	105	220	420	325	370	680
Диаметр наружный, мм	160	160	230	190	260	475
Диаметр поршня, мм	128	125	100 и 125	110 и 150	150 и 210	200 и 350
Масса, кг	21	19,6	65	57	116	850

Домкраты ДГ-63 с ручным насосом на корпусе и со страховочной гайкой. В домкратах грузоподъемностью 63, 100, 200 и 500 тс две рабочие полости, площадь их суммировать. Рабочее давление у всех домкратов 40 МПа. На домкратах 100, 200 и 500 тс применять страховочные полукольца. Малогабаритный домкрат Н=105 мм имеет грузоподъемность 50 тс при 40 МПа и 75 тс при 60 МПа.

Параметры	Винтовые домкраты				Винтовые стяжки			
	3,2	6,3	10	16	3,2	6,3	10	16
Грп. Р, тс								
Ход Н, мм	230	280	320	350	500	500	600	900
Тип резьбы	Трапецидальная				Метрическая с крупным шагом			
Диаметр d, мм	36	50	60	75	24	36	42	52
Шаг S, мм	6	8	8	10	3	4	4,5	5
dcp, мм	33	46	56	70	22,05	33,4	39,1	48,75
dвн, мм	29	41	51	64	20,75	31,67	37,13	46,6
f _α	0,058	0,055	0,045	0,045	0,043	0,038	0,037	0,033
L, см	от 60	80	100	120	60	80	100	120
	до 70	100	120	150	70	100	120	150
N, кгс	от 30	60	85	140	25	60	85	135
	до 25	45	70	115	22,5	45	70	110

N – усилие на конце рычага длиной L, определено по формуле

$$\text{для домкрата} - N_d = \frac{P \times d_{cp}}{2 \times L} (f_a + f_p + f_0)$$

$$\text{для стяжки} - N_c = \frac{P \times d_{cp}}{L} (f_a + f_p)$$

при значениях f_p – коэффициент трения в резьбе: трапецидальной – $f_p = 0,10$ (0,12); метрической – $f_p = 0,18$
 f_0 – коэфф. трения под гайкой или головкой винта $f_0 = 0,16$ (0,14)

Значения обоих коэффициентов указаны при смазанных поверхностях трения; при отсутствии смазки сопротивление увеличивается на 25–30% и более.

f_a — коэффициент сопротивления в зависимости от угла подъема резьбы

$$f_a = \frac{S}{3,14d_p} \quad d_{cp} \approx \frac{d+d_{ин}}{2}$$

d_{cp} и $d_{ин}$ — средний и внутренний диаметры резьбы

$$d_{ин} = d - 1,0825S$$

Внутренний диаметр винта определяют:

$$d_{ин} = \sqrt{\frac{4P}{3,14[\sigma]}} \quad \text{где } [\sigma] = (0,4-0,5)\sigma_T$$

При наличии помимо осевой силы P , также кручения, его учитывают увеличением P на коэффициент 1,3.

Материал винтов домкратов, как правило, Ст30-Ст45, в винтах подмостей при малых нагрузках, чаще всего, Ст20.

Число витков в гайке должно быть не менее 7-8 и не более 10 (дальнейшее увеличение числа витков бесполезно).

Метрическая резьба с большим шагом имеет большую несущую способность, чем трапецидальная. При одинаковой нагрузке и диаметре, высота метрической гайки на 30-35% меньше трапецидальной, зато трение в метрической резьбе на 50% и более выше (см. стр 263).

В среднем, усилие рабочего на рычаге принимают $N_1 = 15-30$ кгс, соответственно этому и табличному значению N определяют число рук для вращения винта (гайки) при максимальной осевой нагрузке на винт P .

Классы прочности резьбовых деталей

Стальные винты, болты и шпильки изготавливают 12 классов прочности, обозначаемых двумя цифрами. Например: 4.6; 5.6; 6.6; 8.8; 10.9; 12.9, где первое число, умноженное на 10, показывает временное сопротивление в кгс/мм², произведение первого числа на второе дает значение предела текучести в кгс/мм² материала, из которого изготовлена резьбовая деталь. Детали классов 4.8; 5.8; 6.8; 6.9 не рекомендуется применять для ответственных конструкций, так как они изготавливаются из кипящих сталей и сталей пониженной и нестабильной прочности.

Стреловые самоходные краны

В справочник включены новые краны и краны-ветераны, успешно применяемые в ОАО «Мостотрест» сегодня и имеющие перспективу дальнейшей работы, несмотря на планомерное обновление парка грузоподъемных машин.

Грузовой момент кранов от 45 до 2000 тсм и в порядке его возрастания краны расположены в книжке по типам: автомобильные, на шасси автомобильного типа, пневмоколесные, гусеничные, железнодорожные и полуприцепные.

Эскизы кранов, выполненные в масштабе, с небольшим числом необходимых деталей, позволяют использовать их как образец на чертежах по производству работ.

На эскизах даны размеры опорного контура с привязкой к оси вращения, координаты шарнира стрелы и размер ее поперечного сечения, необходимые для определения расчетного вылета и подстрелового габарита и далее по таблице определения допустимой грузоподъемности и высоты подъема на этом вылете. Даны габаритные размеры кранов в рабочем и транспортном положении.

В тексте и таблицах приняты следующие обозначения:

$G_{рп}$ — максимальная грузоподъемность в тс,

$M_{гр}$ — максимальный грузовой момент в тсм,

G — масса крана и в скобках распределение массы крана по осям (нагрузка на ось) в тс,

P — допустимая грузоподъемность на вылете a , в т,

a — вылет крюка от оси вращения в м,

H — высота подъема крюка в м,

L — длина стрелы в м.

В настоящее время на отечественные стреловые краны устанавливаются микропроцессорные ограничители нагрузки типа ОНК-140, которые выдают информацию о массе груза, вылете, высоте подъема, длине стрелы и допустимой

грузоподъемности. В режиме координатной защиты они включают светодиоды по числу ограничений и отключают механизмы крана по их достижении. Точность информации этих приборов — 2,5-3,5%, погрешность по массе груза — до 5%.

Для сопоставления и оценки качества и надежности приведены данные по способу выдвижения телескопических стрел гидравлических кранов и ограничения по этой операции, режимы работы (использования) кранов и механизмов, коэффициенты запаса устойчивости — $k_{зп}$, максимальные нагрузки на выносные опоры, ресурс работы крана в часах.

Приведены требования к несущей способности грунта при работе на месте и при передвижении крана с грузом на крюке. У импортных кранов дана грузоподъемность — на канатах, что означает, что из допускаемой грузоподъемности следует вычесть массу крюка.

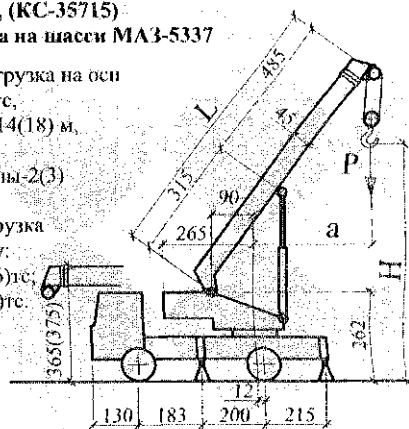
В инструкции по эксплуатации производители импортных кранов предупреждают, что ограничители момента нагрузки (ОМН) регистрируют автоматически не все факторы. Так, размер базы выносных опор и количество противовесов надо вводить вручную; не регистрируется состояние или несущая способность грунта рабочей площадки. Поэтому ввод исполненных или ложных данных, а также неправильные действия машиниста могут привести к аварии даже при наличии автоматики. Наличие ОМН не снимает ответственности с машиниста и производителя работ за последствия. Поэтому они должны знать и не нарушать крановую инструкцию, строго руководствоваться правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов и здравым смыслом.

**Краны КС-3577-4, (КС-35715)
Ивановского завода на шасси МА3-5337**

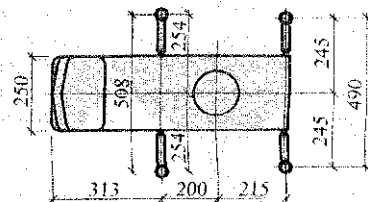
G=15,5 (17,0) т. нагрузка на оси
6,1+9,4 (6,1+10,9) тс.
Гри=14 (16) тс, L=14(18) м.
Mгр=44,8 (48) тсм,
Число секций стрелы-2(3)

Максимальная нагрузка
на выносную опору:
переднюю - 20(20,6)тс;
заднюю - 15,4(17,4)тс.

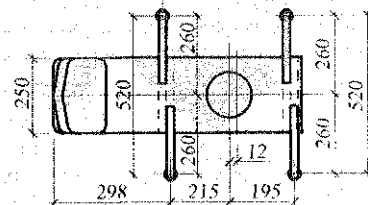
Зона работы 240°
(сзади и сбоку).



ОК КС-3577-4



ОК КС-35715



Грузовысотные характеристики

L=8 м				L=10 м				L=12 м			
a	P	(P)	H	a	P	(P)	H	a	P	(P)	H
3	14	16	8,7	3,6	7	11	10,6	4,4	5	8	12,3
3,2	14	15	8,5	4	7	10,3	10,2	5	5	6,8	12,0
4	10,8	11,5	7,8	5	7	7,8	9,5	6	5	5,35	11,2
5	8,2	8,3	6,8	6	5,4	5,9	8,6	7	4	4,3	10,5
6	6,2	6,25	5,5	7	4,2	4,6	7,5	9	2,7	2,85	8
7	4,7	4,8	2,7	9	3	3	3,4	11	2	-	4
L=14 м				L=16 м				L=18 м			
a	P	(P)	H	a	P	(P)	H	a	P	(P)	H
5	4	6,15	13,8	5,5	-	5	16	6	-	4	18,2
7	4	4,15	12,8	7	-	3,9	15,3	8	-	2,95	17,2
9	2,7	2,75	11,2	10	-	2,1	13,3	11	-	1,6	15,1
11	2	1,85	8,8	13	-	1,2	9,5	14	-	0,95	7,5
13	1,5	1,3	4,5	15	-	0,9	5	17	-	0,6	5,3

В скобках указана грузоподъемность КС-35715 на канатах, т.е. включая массу крюка 200 кг. Выдвижение секций стрелы допускается с грузом не более 2,5 т на крюке. Средняя секция стрелы выдвигается гидроцилиндром с ходом 5,0 м, верхняя - канатной системой.

Кран КС-35719 завода г. Галич Костромской обл. с двухсекционной стрелой L=14 м, с поворотными аутригерами с размером опорного контура 4,15x5,0 м, G=15,4 т и Mгр=48 тсм имеет повышенную по сравнению с краном КС-3577-4 грузоподъемность на ближних вылетах и одинаковую на дальних:

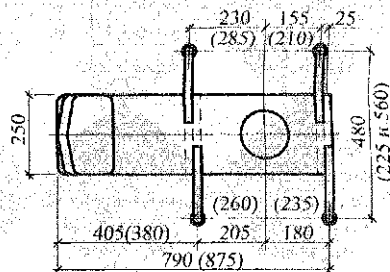
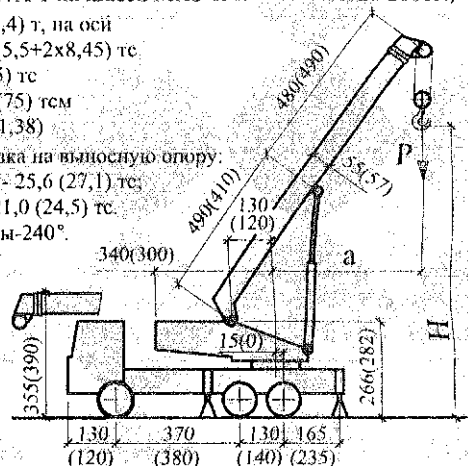
Стрела	L=8 м	L=10 м	L=12 м	L=14 м
a1/a2	3,2/7	3,6/9	4,4/11	5/13
P1/P2	15/4,7	8/3	6,3/2	4,5/1,5

Работа крана без выносных опор **Запрещена!**

КС-4572А на шасси КамАЗ-53213 г. Галич 1993 г.
(КС-45717А-1 на шасси МАЗ-63038 г. Иваново 2001г.)

G=20,6 (22,4) т, на оси
4,6+2x8,0 (5,5+2x8,45) тс
Гри=16 (25) тс
Mгр=60,8 (75) тсм
Кзу=1,52 (1,38)

Мах нагрузка на выносную опору:
переднюю - 25,6 (27,1) тс;
заднюю - 21,0 (24,5) тс.
Зона работы-240°.



Кран КС-55713-1 на шасси КамАЗ-53215. Mгр=25x3,2-80 тсм и Гри=25 тс имеет грузовую характеристику близкую к харак. КС-45717А-1, несколько меньшую после вылета 5 м.

Грузовые характеристики

КС-4572А Грп - нетто (груз + стропа)

L=9,7 м			L=15,7 м			L=21,7 м		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
3.2	16	9.8	4.3	10	16	6.5	5	21.7
3.8	16	9.6	6	6.5	15.2	8	3.5	21
4	15	9.5	7	4.8	14.6	10	2.3	19.8
5	10.5	8.8	8	3.8	13.8	12	1.6	18.4
6	7.1	7.8	10	2.5	12	14	1.1	16.6
7	5.2	6.5	12	1.75	9.4	16	0.7	14.2
8	4.25	4.5	14	1.2	4.8	18	0.5	10.8

Телескопирование стрелы от 9,7 до 15,7 м с грузом до 4 т, от 15,7 до 21,7 м - груз до 3т.

КС-45717А-1 и КС-45717К-1(КаМАЗ-53215) Грп - на канатах

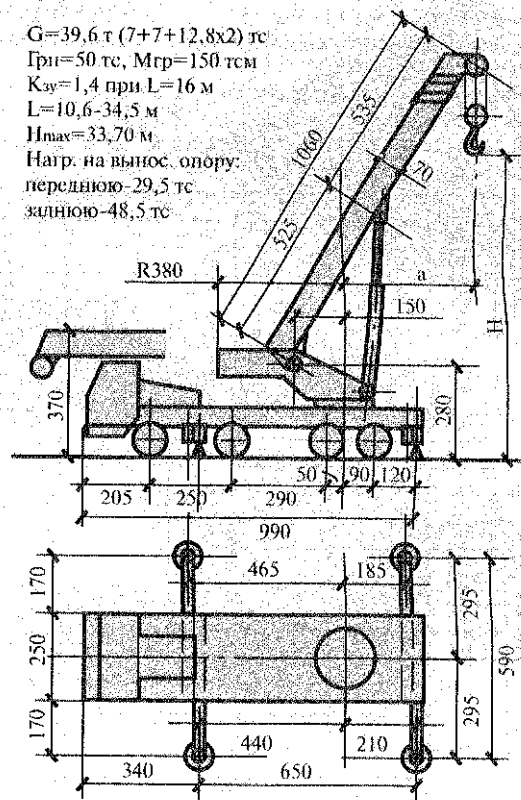
L=9,0 м			L=15,0 м			L=21,0 м		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
3	25	9.5	3.8	13.75	15.6	6	6.05	21.1
3.5	20	9.2	5	11.55	15.1	7	5.45	20.8
4	17	8.9	6	8.55	14.6	8	4.35	20.3
5	13	8	8	5.15	13.2	10	3	19.2
6	9.65	6.9	10	3.60	11.3	12	2.25	17.8
7	7.55	5.2	12	2.65	8.5	16	1.40	13.5
7.7	6.35	2.9	13.7	2.15	3.1	18	1.05	10

Массу крюковой подвески - 250 кг добавлять к массе груза. Телескопирование стрелы от 9 до 21 м с грузом до 3т. Возможна работа на опорах без их выдвижения (ОК 2,25x4,95 м) со стрелой 9 м a=3,2 м P=5,7 тс, a=7 м P=1,4 тс. Макс. подъем преодолеваемый краном 25% (14°), см характ. LTM 1060.

Режим работы крана А1, подъема груза М3, стрелы М2, телескопа М2, поворот стрелы М1. Срок службы - 10 лет при 1,5 обменной работе. Ресурс до капремонта - 7300 часов.

КС-6473 "Краяя"-1994 г.

G=39,6 т (7+7+12,8x2) тс
Грп=50 тс, Мгр=150 тс
Кзг=1,4 при L=16 м
L=10,6-34,5 м
Hmax=33,70 м
Нагр. на вынос. опору:
переднюю-29,5 тс
заднюю-48,5 тс



Кран — КС-6473 на шасси МЗКТ-6923

Работа только на выносных опорах.

Зона работы 360°. Выдвижение секций стрелы с грузом — не более 12 т при длине $L=10,6$ м, 10,5 т при $L=21$ 26,5 м, но не более 50% соответствующей вылету табличной грузоподъемности.

Выдвижение стрелы гидроцилиндром с ходом 8,0 м и канальной системой.

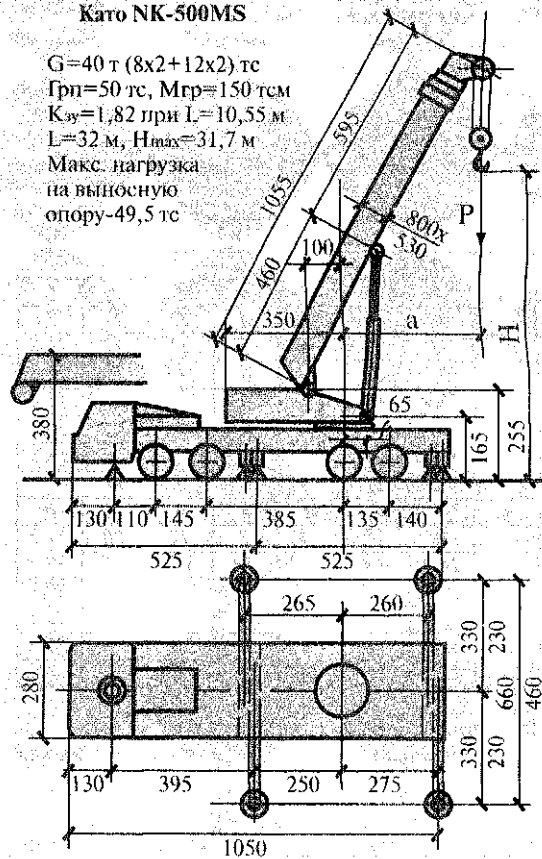
В таблице указана грузоподъемность нетто, включает только массу груза и стропов.

$L=11,2$			$L=16$			$L=21$		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
3	50	10,7	5	24	15,7	5	21	21,1
3,5	41	10,4	6	18,1	15,2	7	13	20,3
4	33	10,2	8	11,5	14	9	8,6	19,3
5	23,5	9,5	10	7,7	12,2	12	5,1	17,2
7	14,5	7,4	12	5,5	9,7	15	3,1	14
9	8	3,7	14	2,5	4,6	18	1,6	8,9

$L=26,5$			$L=34,5$		
a	P	H	a	P	H
6	11	26,5	8	6,6	33,3
8	9	25,8	10	5,7	32,7
10	6,6	25	12	4,1	31,9
12	4,4	23,9	16	2,3	30
16	2,5	21	20	1,2	27,3
20	1,2	16,6	24	0,5	23,6

Като NK-500MS

$G=40$ т ($8 \times 2 + 12 \times 2$) тс
 $G_{гр}=50$ тс, $M_{гр}=150$ тсм
 $K_{эу}=1,82$ при $L=10,55$ м
 $L=32$ м, $H_{max}=31,7$ м
 Макс. нагрузка на выносную опору—49,5 тс



Кран на шасси автомобиля НК-500MS ф. Каго

Грузовые выносные характеристики.

В таблице — грузоподъемность миди (на канатах) включает массу груза, крюковой подвески и стропов.

Масса крюка $P=50$ тс — 500 кг, крюк $P=12$ тс — 250 кг

P — для ОК 5,25x6,60+ПО, зона работы 360° ;

P_1 — для ОК 5,25x4,60+ПО, зона работы 360° ;

при ОК 5,25x6,60 без ПО — зона работы 230° сзади и сбоку.

ПО — передняя выносная опора.

$L=10,55$				$L=17,70$			
a	P	P_1	H	a	P	P_1	H
3	50	32	10,5	4	27	24	17,6
4	36	32	10	5	27	22	17,2
5	30,5	22	9,4	6	22,9	16	16,8
6	25,2	16	8,6	8	15,3	9,5	15,8
7	18,8	12	7,6	10	10,4	6,2	14,4
9	12,4	7,6	4,8	12	7,4	-	12,5
$L=24,85$				$L=32,00$			
a	P	P_1	H	a	P	P_1	H
6	18	16	24	8	12	10	31,2
8	14,7	9,4	23,8	10	9,7	6,7	30,6
10	10,15	6,1	22,8	12	7,35	-	29,8
12	7,5	-	21,8	18	3,5	-	26,3
16	4,35	-	18,6	24	1,55	-	20,5
20	2,55	-	14	28	0,85	-	14

Выдвижение стрелы с грузом — 5 т.

3 гидроцилиндра с ходом 7,15 м, по одному на каждой секции.

Габаритный мобильный кран Либхер LTM 1060/2-2002г

$G=40$ т (4x10) тс с противовесом 3,9 т.

Перевозимым на кране постоянно.

Полный противовес 12,0 т.

из секций 3,9+2,4+2,7+3,0 т.

$\Gamma_{пр}=51$ тс $a=3$ м $L=14,5$ м

$M_{гр}=30 \times 6=180$ тсм $L=10,9$ м

Максимальная нагрузка на

выносную опору — 50 т

(груз 30 т $a=6$ м).

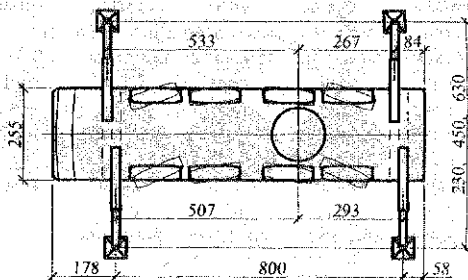
Масса крюковых подвесок:

$P=40$ т - 400 кг - 7 нитей

$P=16$ т - 240 кг - 3 нити

канат $\varnothing 17$ мм, натяжение 5,7 т

Колесная формула 8 x 6.



Грузовые характеристики ЛТМ 1060/2

даны для ОК 8,0х6,3 м. Зоны работы 360°, включают массу крюка. Р - Грп в тс с противовесом 3,9т, Р₁ - с противов. 12 т.

а	L=14,5 м			L=21,6 м			L=25,2 м		
	Р	Р ₁	Н	Р	Р ₁	Н	Р	Р ₁	Н
3,5	45	46	17,1	37,5	37,5	24,7	-	-	-
4,5	37	38,5	16,6	31,5	33	24,4	27,8	27,8	28,1
6	25,6	29,8	15,8	20,4	27,2	23,8	20,5	25,7	27,6
8	16,8	21,7	14,1	15,2	20,2	22,9	14,1	19,7	26,9
12	8,1	12,3	6,8	8,8	11,4	20,1	8,5	12,1	24,7
а	L=28,8 м			L=32,4 м			L=42,0 м		
	Р	Р ₁	Н	Р	Р ₁	Н	Р	Р ₁	Н
4,5	24,5	24,5	31,8	-	-	-	-	-	-
6	18,4	22,5	31,4	17,8	19,8	35,1	-	-	-
8	13,6	18,5	30,7	12,4	17	34,5	10,1	10,1	44,6
12	8,2	10,8	28,9	7,8	10,9	32,9	6,6	8,2	43,4
20	3,4	5,8	22,2	3,2	5,4	27,3	2,6	4,9	39,5

Избегать телескопирования стрелы с грузом, максимальный телескопируемый груз - 21,2 т.

Крану ЛТМ 1060/2 разрешена работа на опорах без их движения, ОК 8,0х2,3 м при L≤18 м Грп=13 т а=3,5 м, работа на колесах, без опор Грп=5,9 т а=4 м и передвижение с грузом до 8 т в положении стрелы назад на ровной, твердой площадке с допуском давлением 16 кг/см².

Максимальный преодолеваемый подъем до 60 % (30°).

Сила тяги по двигателю Р_д=165х87,15х0,9/0,65=19900 кгс.

Сила тяги по сцеплению с дорогой Р_с=(3х12)0,6=21600 кгс.

N/p=367лс/2100об/мин Mk/no=165кгс/м/1400об/мин

цр=5,35х1,547х10,53=87,15

Режим работы крана - А1, оборудования: подъем груза - М3,

стрелы - М2, телескоп - М1, поворот - М2.

Срок службы 16 лет при 1,5 сменной работе.

Като НК-750VS-L

G=62,4 т (8,3х3+12,5х3) тс

Грп=70 тс, Мгр=280 тс/м

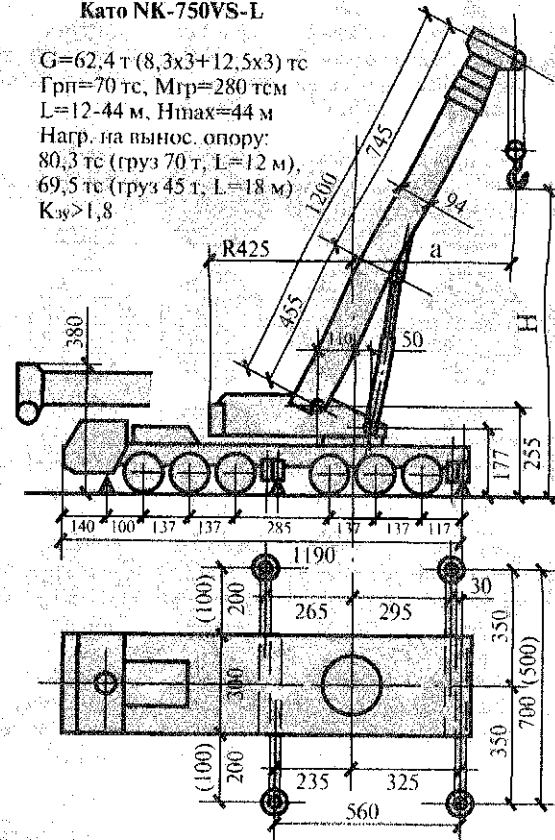
L=12-44 м, Нmax=44 м

Нагр. на вынос. опоры:

80,3 тс (груз 70 т, L=12 м),

69,5 тс (груз 45 т, L=18 м)

K_к>1,8



Грузовысотные характеристики НК-750-VS-L-1985 г.

Зона работы с передним домкратом — 360° , без переднего домкрата — только сзади и сбоку в зоне 240° . Грузоподъемность миди. Масса крюков: 70 тс — 1000 кг; 35 тс — 500 кг; 6 тс — 250 кг. Высота подъема крюка без учета прогиба стрелы: P — для ОК 560x700; P_1 — для ОК 560x500.

Выдвигать стрелу с грузом при углах наклона не менее 80° , при массе груза не более: 28 т — $L=12-18$ м; 22 т — $L=18-24$ м; 17 т — $L=24-30$ м; 14 т — $L=30-36$ м; 11 т — $L=36-40$ м; 7,5 т — $L=40-44$ м.

$L=12$ м				$L=18$ м			
a	P	P_1	H	a	P	P_1	H
4	70	50	11,2	5	45	45	17,2
5	56	45	10,8	6	40	30,5	16,9
6	45	30	10	7	34	22,5	16,5
7	37	22	9,2	8	30	17,5	16
8	30	17	8,3	9	24	14	15,3
9	24	13,5	7	10	20	11,5	14,6
$L=24$ м				$L=30$ м			
a	P	P_1	H	a	P	P_1	H
5	35	35	23,7	5	27	27	29,7
6	32,5	31	23,4	7	23,5	23	29,2
8	25	17,5	22,5	9	19	14	28,4
10	20	11,5	21,7	11	15,5	9,5	27,8
12	14	8	20,3	16	8	4	25
14	10	5,5	19	20	4,5	2	21,6

$L=36$ м			
a	P	P_1	H
6	22	21,5	35,6
8	20	17,5	35
10	16	11,5	34,4
15	9	5	32,4
20	4,5	2	29,5
24	2,8	-	26

$L=40$ м			
a	P	P_1	H
7	18	18	39,4
11	14	10	38,4
16	8	4,5	36,5
20	5	2	34,2
24	3,2	1,0	31,4
28	1,8	-	28

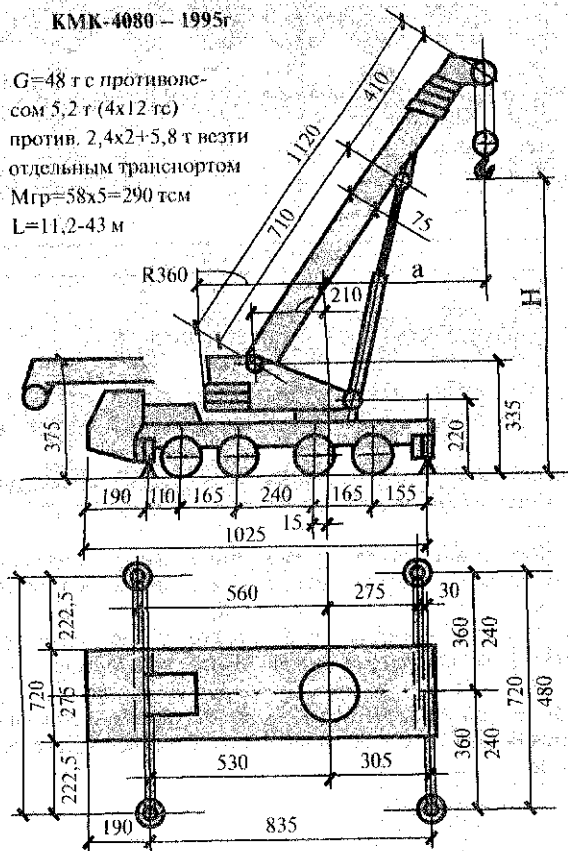
Стрела $L=44$ м								
a	8	11	14	16	20	24	28	30
P	12	12	9,7	8,2	5,4	3,4	2,1	1,6
P_1	12	10,4	6,4	4,8	2,6	1,3	-	-
H	43,3	42,5	41,5	40,7	38,7	36,3	33,2	31,5

Гусёк $L=9,5$ м на стреле $L=44$ м имеет при $a=11$ м $P=6$ тс и $H=53,3$ м. Расчетное натяжение каната 6 тс, запасовка на 60-70 тс — 12 нитей, на 48 тс — 8 нитей, груз до 35 тс — 6 нитей.

Фирма Като предупреждает, что главное назначение механизма телескопирования стрелы заключается в быстром изменении длины стрелы без нагрузки, что нежелательно постоянно выдвигать и втягивать стрелу с поднятым грузом во избежание преждевременного износа скользящих элементов стрелы и, тем более, нельзя телескопировать стрелу с грузом при пологой стреле, когда во много раз увеличивается нагрузка на скользящие плиты, противодействие перемещению секций и износ.

КМК-4080 — 1995г

$G=48$ т с противовесом 5,2 т (4x12 тс) против 2,4x2+5,8 т везти отдельным транспортом
 $M_{гр}=58 \times 5=290$ тсм
 $L=11,2-43$ м



Кран КМК-4080 ф. Крупн-Грозе

Грп=80 тс — престижная — только при установке на стрелу дополнительных блоков.

Грп=60 тс — практическая, при 10-кратной запасовке; натяжение каната — 6,2 тс.

В таблице грузовысотных характеристик указана грузоподъемность миди (на канатах), которая включает массу крюка. Масса крюков: 60 тс — 800 кг; 45 тс — 650 кг; 18 тс — 325 кг.

P ; P_1 ; P_2 ; P_3 — грузоподъемность (тс) при опорном контуре 8,35x7,20 и 8,35x4,80 м с противовесами 15,8 и 5,2 т.

Стрела $L=11,2$ м ОК 8,35x7,20; зона работы — сиди в секторе 60°

a	3	4	5	6	7	8	Противовес
P	80	68	58	47,5	40	33	15,8 т
P_1	80	67,5	53	42,5	31	24	5,2 т

$L=11,2$ м. Зона работы 360°						$L=19$ м. Зона работы 360°					
ОК 8,35x7,20	ОК 8,35x4,80	ОК 8,35x7,20	ОК 8,35x4,80	ОК 8,35x7,20	ОК 8,35x4,80	ОК 8,35x7,20	ОК 8,35x4,80	ОК 8,35x7,20	ОК 8,35x4,80	ОК 8,35x7,20	ОК 8,35x4,80
a	P	P_1	P_2	P_3	H	a	P	P_1	P_2	P_3	H
3	65,5	65	59	57,5	10,4	4	51,5	51,5	47,5	46	18,3
4	55	54	48,5	47,5	9,9	5	44,5	44,5	40	30,5	18
5	46,5	45,5	41	33	9	6	39	37,5	32	20,5	17,5
6	40	39	34	22	8	7	34	29	24	15	17
7	35	31	26	16,5	7	8	30	22	19	11	16,5
8	31	24	20	13	5,4	9	25,5	18	15	8,5	15,8
						10	21	14,5	12	6,5	15

P — Грп (тс) при опорном контуре 8,35x7,20 м с противовесом 15,8 т;

P_1 — то же с противовесом — 5,2 т;

P_2 — Грп (тс) при опорном контуре 8,35x4,80 м с противовесом 15,8 т;

P_3 — то же с противовесом — 5,2 т.

L=27 м. Зона работы 360°						L=30,9 м. Зона работы 360°					
OK 8,35x7,20			OK 8,35x4,80			OK 8,35x7,20			OK 8,35x4,80		
a	P	P ₁	P ₂	P ₃	H	a	P	P ₁	P ₂	P ₃	H
5	32	32	32	32	26,4	6	23	23	23	21,5	30,2
7	26	26	25	16	23,8	8	22	20	20	12	29,6
9	21	18,5	16	9	25	10	17	15	13	7	29
11	17,5	13	11	6	24	12	14	10,5	9	4,5	28
13	14	9	8	3,5	22,8	14	12	7	6,5	3	27
15	10,5	6	5,5	2	21,3	22	4,5	1,6	1,4	-	20

L=34,90 м. Зона работы 360°						L=43 м. Зона работы 360°					
OK 8,35x7,20			OK 8,35x4,80			OK 8,35x7,20			OK 8,35x4,80		
a	P	P ₁	P ₂	P ₃	H	a	P	P ₁	P ₂	P ₃	H
8	17	17	17	12,5	33,8	7	11	11	11	11	42,3
10	15	15	13,5	8	33	10	11	11	11	9	41,6
12	13	11	9,5	5	32,3	14	11	9	8	4	40,2
14	11	8	7	3	31,3	16	9	6,5	6	3	38,8
18	7,5	4	3,5	-	28,9	22	6	3	2,5	-	36
24	3,9	-	1,1	-	23,6	28	3,2	-	0,9	-	31

Ресурс работы крана 32000 часов, 200-250 тыс. км до I капремонта. Режим крана А1, оборудования: груз М3, стрела М2, поворот М2, выдвижение секций М1.

Следует избегать выдвижения стрелы с грузом при малых углах ее наклона и по состоянию элементов скольжения секций, груз не более 5 т.

Нагрузка на выносную опору — 53 тс.

LTM 1090/2 Либхер Эхинген (Германия) - 2002г

G=48 т (4x12) тс в т.ч. противовес 3 т.

Противовес возимый отдельно - 17 т.

Mгр=49,5x6=297 тсм L=11,7 м

Максимальная нагрузка на выносную опору - 80 тс

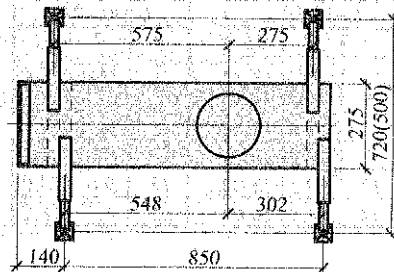
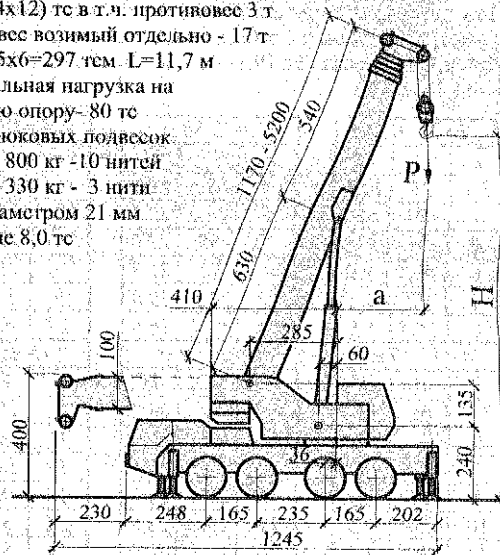
Масса крюковых подвесок

P=70 тс - 800 кг - 10 нитей

P=22 тс - 330 кг - 3 нити

Канат диаметром 21 мм

натяжение 8,0 тс



Грузовые характеристики в таблице даны для ОК 8,5x7,2 м с противовесом 20 т, включают массу крюка. При парусности груза до 6 м², не превышающей массу груза в т, допускается работа крана при скорости ветра до 12,8 м/с на стрелах L=19,1-45,1 м (до 14,3 м/с на стрелах L=11,7-15,4 м).

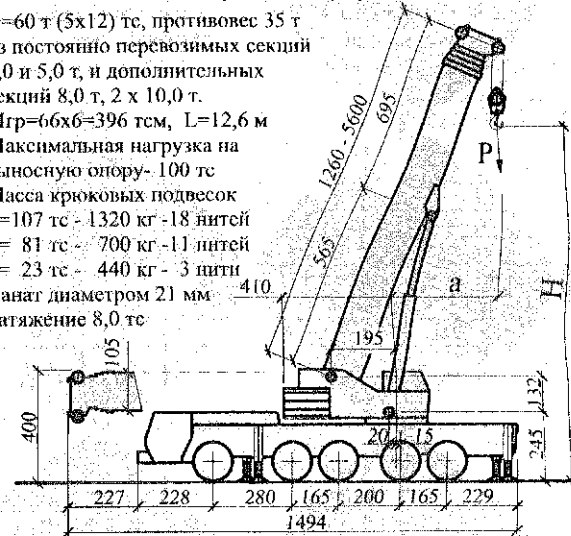
L=11.70 м		
a	P	H
3.5	75	11.0
4	69	10.5
5	59	10.0
6	49.5	9.0
7	42	7.5
8	35.5	5.5
L=15.40 м		
a	P	H
3.5	69	15.0
5	59	14.5
6	49	14.0
8	35	12.0
10	25.6	9.5
12	19.6	5.0
L=19.10 м		
a	P	H
3.5	60	19.0
5	50	18.5
7	40.5	17.5
9	29.1	16.0
12	19.2	13.0
14	14.8	10.0

L=22.80 м		
a	P	H
4	48.5	23.0
5	43.5	22.5
6	39	22.0
8	32	21.3
10	24.3	20.0
14	14.4	16.5
L=26.50 м		
a	P	H
4.5	41	26.5
6	35	26.0
8	28.5	25.3
10	23.4	24.3
12	18.2	23.0
16	11.5	20.0
L=30.20 м		
a	P	H
5	33.5	30.2
7	28.3	29.7
9	24.0	29.0
12	17.9	27.5
18	9.6	23.0
22	6.7	18.2

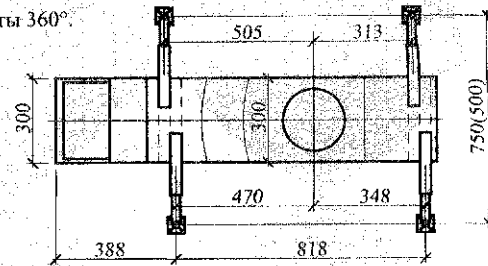
L=37.70 м		
a	P	H
6	23.4	37.7
8	20.6	37.2
10	17.8	36.5
16	11.8	33.8
20	8.3	31.0
24	6.8	27.7
L=45.10 м		
a	P	H
8	15.3	45.0
10	14.1	44.3
12	12.8	43.7
18	9.1	41.0
24	6.4	37.5
28	5.1	34.0
L=52.00 м		
a	P	H
9	10.2	51.7
12	9	51.0
18	7.1	48.7
24	5.6	45.7
30	4	41.5
36	2.6	35.8

ЛТМ 1120/1 Либхер Эхинген (Германия) - 1998г

G=60 т (5x12) тс, противовес 35 т из постоянно перевозимых секций 2,0 и 5,0 т, и дополнительных секций 8,0 т, 2 x 10,0 т.
 Mгр=66x6=396 тсм, L=12,6 м
 Максимальная нагрузка на выносную опору- 100 тс
 Масса крюковых подвесок
 P=107 тс - 1320 кг - 18 нитей
 P= 81 тс - 700 кг - 11 нитей
 P= 23 тс - 440 кг - 3 нити
 Каваг диаметром 21 мм - 410
 натяжение 8,0 тс



Зона работы 360°



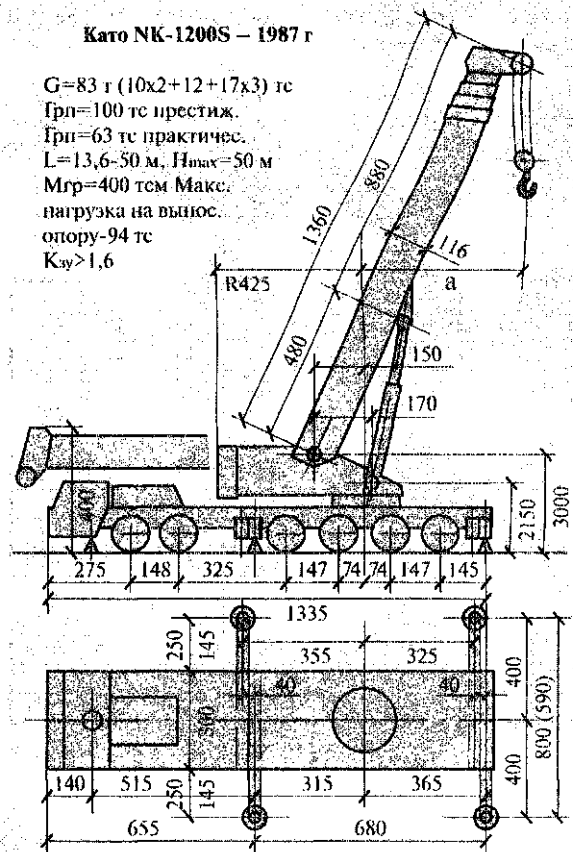
Кран может работать с противовесами 5, 7, 15, 25, 35 т.

Грузовые характеристики в таблице даны для ОК 8, 18x7,5 м, с прогибом весом 35 т, включают массу крюка.

Гри=120 тс на стреле 12,6 м, в положении назад, на вылете а=3 м, запасовке в 18 питей (с 2 доп. роликами).

Кран НК-1200S — 1987 г

G=83 т (10x2+12+17x3) тс
 Гри=100 тс престиж.
 Гри=63 тс практич.
 L=13,6-50 м, H_{max}=50 м
 Mгр=400 тсм Макс.
 нагрузка на вынос.
 опоры-94 тс
 K_ш>1,6



L=16.50 м		
а	Р	Н
3.5	92	16.1
4.5	82	16.0
6	66	15.4
8	48	14.0
10	36.5	12.2
14	24.8	5.2
L=20.50 м		
а	Р	Н
4	81	20.4
6	62	19.7
8	47	18.6
10	35.5	17.5
14	22.7	13.7
18	15.9	5.8
L=24.50 м		
а	Р	Н
4.5	66	24.4
7	49	23.5
10	35.5	22.1
14	23.5	19.3
18	15.8	14.9
22	11.7	5.8

L=32.50 м		
а	Р	Н
6	40	32.1
8	35.5	31.8
12	26.2	30.0
18	16.8	26.4
24	10.5	22.6
30	7.0	6.0
L=36.50 м		
а	Р	Н
7	32	36.0
10	27.9	35.3
16	19.1	32.5
22	12.1	28.2
28	8.0	21.6
34	5.5	6.8
L=40.50 м		
а	Р	Н
8	22.4	40.0
12	21.3	38.7
18	15.0	36.0
24	10.0	31.8
32	6.0	22.8
38	4.7	7.2

L=48.50 м		
а	Р	Н
9	15.8	48.0
16	13.6	45.7
24	9.2	41.7
32	6.0	35.4
40	4.0	25.0
46	2.8	7.7
L=52.50 м		
а	Р	Н
10	14.9	51.9
18	11.1	49.4
26	8.0	45.1
34	5.3	39.0
42	3.2	29.4
50	1.7	8.0
L=56.00 м		
а	Р	Н
12	11.8	55.0
20	8.9	52.2
28	6.7	48.0
36	4.5	41.7
44	2.7	32.6
52	1.4	15.6

Режим работы крана - А1, оборудования: подъем груза - М3, стрелы - М2, телескоп - М1, поворот - М2, передвижение - М1. Срок службы 15 лет при 1,5 сменной работе. Ресурс - 22500 ч.

Грузовысотные характеристики НК-1200С

Работа только на опорах. Зона работы 360° при установке переднего домкрата.

Грузоподъемность миди (на канатах).

Масса крюков: 100 т — 1050 кг — 15 нитей (для этого на стрелу требуется поставить 3 дополнительных блока); на 63 т — 650 кг — 8 нитей; на 45 т — 600 кг — 6 нитей; на 15 т — 330 кг — 2 нити.

P — Грп тс для ОК 680x800 см;

P_1 — Грп тс для ОК 680x590 см.

$L=13,6\text{ м}$				$L=20,4\text{ м}$			
a	P	P_1	H	a	P	P_1	H
4	100	91	13	5,5	50	50	19,7
5,5	72	70,5	12,3	6,5	50	49	19,2
6,5	59	48,5	11,7	7,5	44	37	18,7
7,5	49	36	10,5	8,5	39	29	18,2
8,5	42,5	28,5	10	9,5	36	23,5	17,7
9,5	37,5	23	8,3	10,5	31	19,5	17,2
$L=27,2\text{ м}$				$L=34\text{ м}$			
a	P	P_1	H	a	P	P_1	H
5,5	40	40	26,7	5,5	32	32	33,8
7,5	40	37	26,2	8,5	32	29	33
8,5	35,5	29	25,8	9,5	28,5	23,5	32,7
9,5	32	23,5	25,5	10,5	26	19,5	32,2
10,5	29	19,5	25	12	23	15	31,7
12	24	15	24	14	18	11	30,7

$L=40,9\text{ м}$			
a	P	P_1	H
5,5	26	26	40,7
9,5	26	23,5	40
10,5	23	19,5	39,7
12	20	15	39,2
14	17	11	38,5
16	13,5	8	37,6

$L=45,5\text{ м}$			
a	P	P_1	H
6,5	20	20	45,2
10,5	20	20	44,7
12	17,5	15,5	44
14	15	11,5	43,3
16	13	9	42,5
18	11	6,5	41,6

Стрела $L=50\text{ м}$										
a	7,5	9,5	12	14	16	18	20	24	30	36
P	15	15	15	13,5	11	10	8,5	6,5	3,5	2
P_1	15	15	15	12	9,5	7	5,5	3,5	1,5	-
H	49,7	49,2	48,5	48	47,3	46,5	45,5	43,5	39,3	34

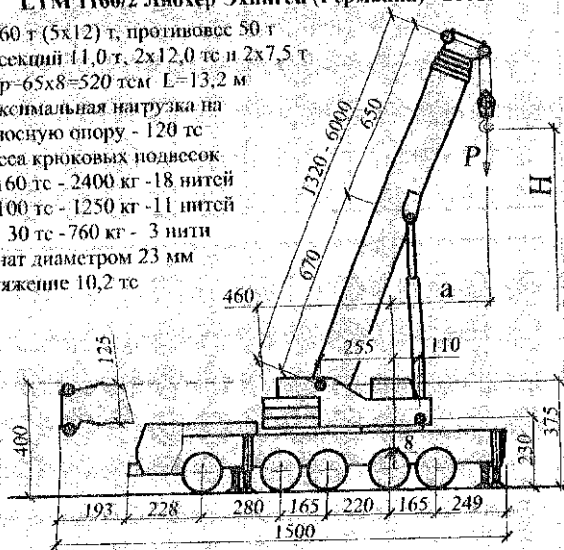
Максимальная высота подъема и Грп при установке на стрелу $L=50\text{ м}$ гуська $l=20\text{ м}$ — $H=68\text{ м}$, $P=4,7\text{ тс}$ на вылете $a=18\text{ м}$.

Выдвижение стрелы с грузом только при углах наклона стрелы не менее 80° (т.е. на минимальных вылетах) 30 т — $L=13,6-20,4\text{ м}$, 25 т — $L=20,4-27,2\text{ м}$, 20 т — $L=27,2-34\text{ м}$, 16 т — $L=34-40,9\text{ м}$, 12 т — $L=40,9-45,5\text{ м}$, 9 т — $L=45,5-50\text{ м}$. Выдвижение секций четырьмя гидроцилиндрами с ходом — 9,1 м, усилие выдвижения 2-4 секций — 66 тс, 5 секций — 43 тс при 245 Бар. Подъем стрелы двумя гидроцилиндрами с ходом 2,45 м, общее усилие 2 198 тс.

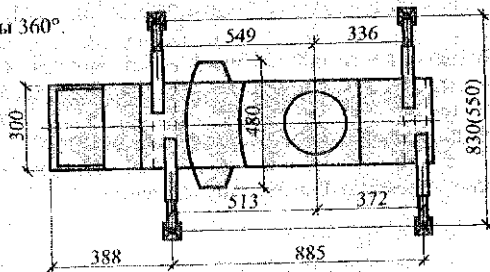
Работа без установки переднего домкрата в передней зоне, в секторе 150° не допускается.

ЛТМ 1160/2 Либхер Эхинген (Германия) - 2001г

С=60 т (5х12) т, противовес 50 т
 из секций 11,0 т, 2х12,0 т и 2х7,5 т
 Мгр=65х8=520 тсм L=13,2 м
 Максимальная нагрузка на
 выносную опору - 120 тс
 Масса крюковых подвесок
 Р=160 тс - 2400 кг - 18 нитей
 Р=100 тс - 1250 кг - 11 нитей
 Р= 30 тс - 760 кг - 3 нити
 Канат диаметром 23 мм
 натяжение 10,2 тс



Зона работы 360°.



Кран работает с противовесами 11, 23, 35, 50 т и без противовеса.

290

Грузовые характеристики в таблице даны для ОК 8,85х8,3 м, с противовесом 50 т, включают массу крюка.

Гри=160 тс на стреле 13,2 м, в положении назад, на вылете а=3 м, запаске в 18 нитей (с 2 доп. роликами).

L=17.50 м		
a	P	H
3.5	111	17.3
4.5	91	17.0
6	77	16.2
8	63	14.9
10	51	13.2
14	32.5	7.0

L=21.80 м		
a	P	H
4	94	21.7
6	73	21.0
8	59	20.0
10	50	18.8
14	33	15.2
18	23.2	8.4

L=26.10 м		
a	P	H
4.5	75	26.1
7	58	25.2
10	45	23.8
14	32.5	21.1
18	22.8	17.1
22	16.4	10.2

L=34.70 м		
a	P	H
5	52	34.8
8	41	34.0
12	29.3	32.4
18	20.4	28.9
24	14.6	23.3
30	9.5	13.3

L=39.00 м		
a	P	H
7	39.5	38.7
10	32	37.9
16	21	35.2
22	15.3	31.3
28	11.5	25.3
34	7.8	14.9

L=43.30 м		
a	P	H
8	33	42.9
12	25.1	41.7
18	17	39.0
24	12.7	35.2
32	9.1	27.1
38	6.2	16.3

L=52.00 м		
a	P	H
9	22.9	51.5
16	16.7	49.4
24	11.3	45.6
32	8.1	39.8
40	6	30.8
46	4.9	20.0

L=56.30 м		
a	P	H
10	18.5	55.7
18	13.6	53.3
26	9.7	49.4
34	7.1	43.7
42	5.3	35.2
50	3.8	21.3

L=60.00 м		
a	P	H
12	13.4	59.1
20	10.3	56.5
28	7.7	52.5
36	5.7	46.9
44	4.2	38.8
52	3.1	26.0

Режим работы крана - А1, оборудования: подъем груза - М3, стрелы - М2, телескоп - М1, поворот - М2, передвижение - М1. Срок службы 15 лет при 1,5 сменной работе. Ресурс - 22500 ч.

291

ЛТМ 1300/1 Либхер - 2000г

G=72 т (6x12) тс, противовесы 87,5(50) т
из секций 6x12,5 т и 2x6,25 т
M_{гр}=82x10=820 тсм

Максимальная нагрузка на выносную опору - 250 тс

"Крабовый ход" на 4-х осях

Масса крюков, подвесок

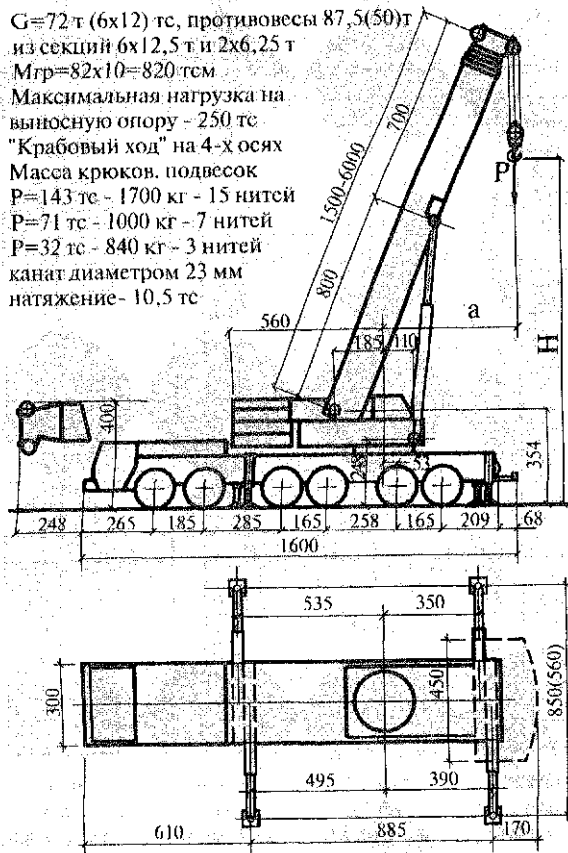
P=143 тс - 1700 кг - 15 нитей

P=71 тс - 1000 кг - 7 нитей

P=32 тс - 840 кг - 3 нити

канат диаметром 23 мм

натяжение- 10,5 тс



Грузовые характеристики ЛТМ 1300/1

В таблице - грузоподъемность миди (на канатах), включая массу крюка, для ОК 8,85x8,5 м и зоны работы 360°.

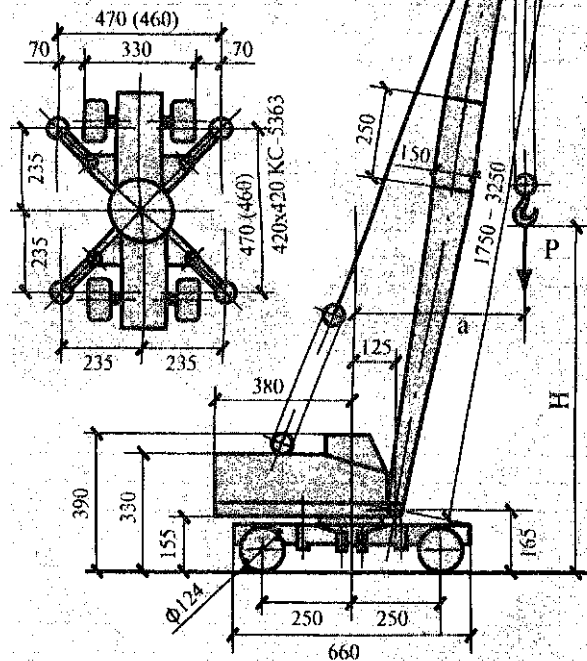
Г_{гр}=300 тс - на стреле 15 м, в положении назад, на вылете а=3 м, при запасовке в 32 нити; с противовесом 87,5 т

P - Г_{гр} тс при работе с против. 87,5 т; P₁ - с против. 50 т

L=20,20				L=35,70				L=51,20			
a	P	P ₁	H	a	P	P ₁	H	a	P	P ₁	H
4,5	152	150	20,2	6	90	90	35,7	9	46,5	46,5	50,8
6	129	120	19,5	10	67	67	34,4	14	37	37	49,5
8	102	91	18,2	14	52	49,5	32,7	20	27,7	27,7	47,1
10	82	71	17,3	20	38	30,5	29	26	21,6	19,7	43,8
12	67	58	15,5	26	27,5	20,5	23,1	34	16,2	13,5	37,2
16	49	42,5	10,1	32	20,6	14,5	12,1	42	12,7	9	27,1
L=25,40				L=40,90				L=56,40			
a	P	P ₁	H	a	P	P ₁	H	a	P	P ₁	H
4,5	152	149	25,5	7	73	73	40,8	10	37	37	56
6	128	120	25	10	60	60	40	18	27,2	27,2	53,7
10	81	71	23,2	16	41,5	40,5	37,7	26	20,2	20	49,9
14	56	47,5	20,6	22	31,5	26,4	34	34	15,2	12,8	44,2
18	42	36	16,7	30	21,8	16,5	26,5	42	11,8	8,2	36,1
22	32,5	27,3	9,5	38	15,8	10,9	10	52	9	4,7	17,7
L=30,50				L=46,10				L=60,00			
a	P	P ₁	H	a	P	P ₁	H	a	P	P ₁	H
5	121	121	30,8	8	58	58	45,8	12	30,5	30,5	59,1
8	93	91	28,8	12	46,5	46,5	44,8	20	23,5	23,5	56,3
12	67	59	28	20	30,5	29	41,4	28	17,5	17,5	52,5
18	42,5	36,5	24	28	21,8	18,1	36	36	13,5	11,6	47
24	29,6	23,6	17	36	16,2	12,6	27	44	10,6	7,5	39
28	25,6	18,8	7,2	44	11,8	8,7	5,8	52	8,6	4,8	27

КС-5363В (КС-5363А, КС-5363Б)

Грп=36 тс (25 тс) G=33 т
 Мгр=140,4 тсм 36 т х 3,9 м
 (Мгр=122,5 тсм 25 т х 4,9 м)
 Мгр=112,5 тсм 25 т х 4,5 м КС-5363



294

Основные характеристики КС-5363В (5363А и Б)

КС-5363В и Б могут работать с устройством повышения грузоподъемности — УПГ в виде дополнительного противовеса — 4,2 т на консоли к поворотной части, благодаря чему можно иметь Мгр=140 тсм.

При работе без выносных опор нагрузка на 1 колесо (1 баллон) — 9,6 тс. Возможно передвижение с грузом не более 14 т на стреле 15 м и не более 10,5 т на стрелах 17,5 и 20 м, в положении стрелы вдоль ходовой части на минимальном вылете на площадке с твердым покрытием или на грунте, допускающем удельное давление — 10 кг/см².

Максимальная нагрузка на выносную опору — 38,6 тс (34,4 тс КС-5363А). Нагрузка на ось в транспортном положении 14+19 тс при стреле, сложенной вдвое, и 15,5+17,5 тс при несложной стреле. Передвижение самоходом со скоростью от 1 до 19,5 км/час, скорость буксировки не более 20 км/час. Режим работы крана А1 (легкий), режим механизмов 1М (ГОСТ 25835), привод механизмов постоянного тока 220 В от своего дизель-генератора или от сети переменного тока 380 В при вращении генератора гонимым электродвигателем мощностью 30 кВт. Работа оборудования в максимальном режиме возможна при работе дизеля крана.

Расчетный ресурс работы крана до капремонта не менее 4000 часов.

Масса крюка на 36 тс — 0,38 т, запасовка 8 нитей, расчетное натяжение каната 4,89 тс, для Грп 25 тс — 6 нитей.

В таблицах указана грузоподъемность нетто (масса груза и стропов).

295

Грузовысотные характеристики КС-5363-(А, Б, В)
 P — Грп на выносных опорах; P₁ — Грп без опор.

Стрела 17,5 м			
a	P	P ₁	H
3,9	36	14	16,5
4	33	13	16,3
4,9	25	9,6	16,1
6	16	7,2	15,8
7	13	5,8	15,5
8	10,7	4,6	15,2

Стрела 17,5 м			
a	P	P ₁	H
9	9	3,5	14,7
10	7,7	2,7	14,3
12	5,7	1,5	13
14	4,2	0,8	11,3
15	3,3	0,6	10,1
15,9	3	-	9,5

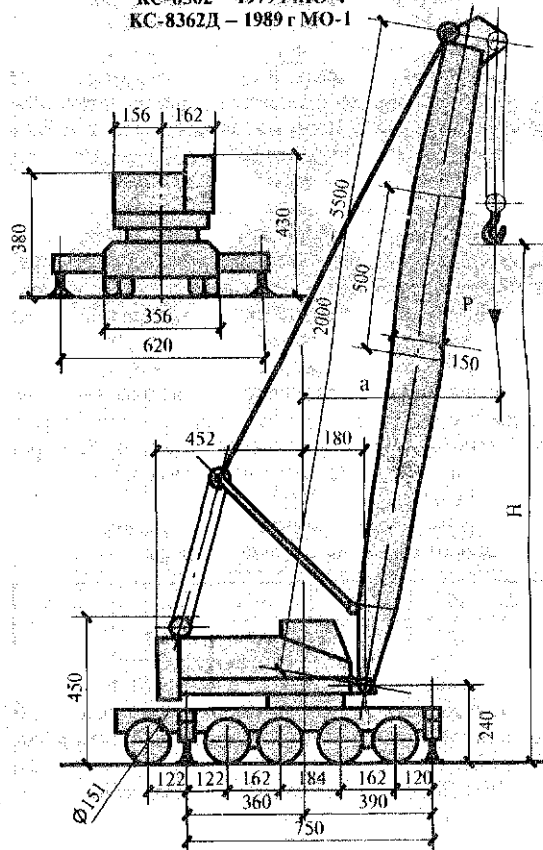
Значения в рамке — только для КС-5363В

Стрела 20 м			
a	P	P ₁	H
5,5	18	7,5	18,8
9,9	7,4	3,1	17,5
13,9	4,2	1,6	15
18	2	0,7	10,2

Стрела 22,5 м			
a	P	P ₁	H
5,4	18	7,2	20,3
11	6,2	2	18,4
15,6	3,3	0,9	15,6
20,1	1,5	-	11

a	L=25 м			L=30 м			L=32,5 м		
	P	H		a	P	H	a	P	H
6,5	12	22,2		7,5	8,4	27,5	7	8,8	30,5
12	4,4	20,5		14,2	2,7	25,6	15,2	1,8	28
17	2	17,2		20,3	1,0	21,7	21,8	0,5	24
Стрела 17,5 с УПП	a	4	4,9	8,8	12,4	15,9			
	P	40	30	13	6,9	3,8			
Стрела 32,5 с УПП	a	7	15,2	21,8	Грп нетто				
	P	10	3,4	1,5	Крюк 25 тс				

КС-8362 — 1979 г МО-4
 КС-8362Д — 1989 г МО-1



Основные характеристики КС-8362

Грп=100 тс, Мгр=600 тсм, Кзу=1,41, G=114 т (84+30 т противовес — 2 секции 14 и 16 т). Нагрузка на ось при транспортировании без стрелы и противовеса от 16 до 20 (20,8) тс — 3 передних оси однооскатные, две задних оси со сдвоенными баллонами. Нагрузка на ось в рабочем состоянии с противовесом 30 т, без груза — 33 тс. Нагрузка на 1 колесо (1 баллон) при работе без выносных опор — 15,6 тс, на сдвоенное колесо — 31,5 тс. Баллоны 16,00-24; 24-слойные с давлением 8 бар. Максимальная нагрузка на выносную опору — 111,2 тс. Возможно передвижение с грузом на стрелах L=15 и 20 м с противовесом 14 т, при положении стрелы вдоль ходовой части, по характеристике без опор на площадке с твердым покрытием, допускающим давление 10 кгс/см². Скорость движения самоходом 1-10 км/час, на буксире в транспортном положении — не более 19 км/час.

Режим работы крана и механизмов — легкий. Запасовка 100 тс крюка — 10 питей, расчетное натяжение каната — 11,7 тс. В комплекте крюки: 100-63-25 тс.

Максимальная грузоподъемность неуправляемого гуська l=20 м зависит от длины основной стрелы.

L м	20	25	30	35	40
Pтс	32	24	22	18	17

Привод механизмов постоянного тока 220 В от своего дизель-генератора или от сети переменного тока 380 В при вращении генератора гонным электродвигателем мощностью 55 кВт.

Кран КС-8362Д работает только по характеристике — на опорах, стрела L=20 м из двух секций.

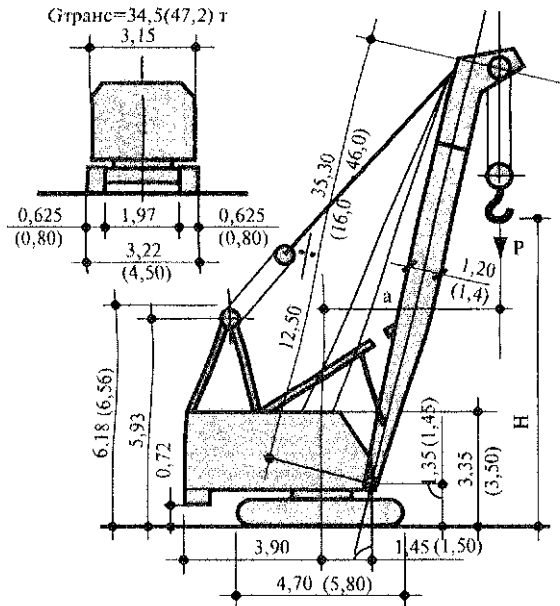
Грузовысотные характеристики КС-8362 (8362 А и Д)

Стрела 15 и 20 м			Стрела 20 м			Стрела 25 м		
Без опор			а	Р	Н	а	Р	Н
а	Р	Н ₁	а	Р	Н	а	Р	Н
5,2	26	13	7	70	17,8	9	50	21,6
6	20	12,8	9,5	45	17	11,5	32	20,8
7	15	12,2	12,5	29	15,3	15	18,5	19
9	10	11	15	22,5	13,5	18,5	15	16,2
12	6	9,5	18	15	10	22	11	12
Стрела 30 м			Стрела 35 м			Стрела 40 м		
а	Р	Н	а	Р	Н	а	Р	Н
8	52,5	27,5	8,2	50	32,1	9	43	37,7
10	38	27,2	10	36	31,8	11	32	36,8
13,5	24	25,7	12,5	23	31	13,5	22	36
17,5	14	23	15,5	15,2	29,7	17,5	12	34,2
22	10	19,2	20	10	27,5	22	7	31,6
25	8	16,8	25	6,2	23,7	28	3	27
Стрела 45 м			Стрела 50 м			Стрела 55 м		
а	Р	Н	а	Р	Н	а	Р	Н
10	36	41,7	11	25	44,8	12,5	22,5	49,8
12	26	41,4	13	20	44,5	15	16	49,6
15	18	40,5	14,5	16	43,8	18	11	48,8
19,5	12,5	38,7	18,5	10,5	42,4	23,5	7,2	47,4
25,5	7	36	24,5	6,5	39,4	30	3,5	44,4
31,5	3,7	31,7	35	2,5	33	38	0,85	38

Н₁ — для стрелы L=15 м, Грузоподъемность — нетто.

КРАН РДК-250-2(3) РДК-400(в скобках)

Грп=25(40) тс, Мгр max=110(200) тсм
 G=44,5-48,5(63,3-67,5) т. Противовес -10,8(13) т
 Странс=34,5(47,2) т



Гусек длиной 5,0(6,0)м, грузоподъемностью - 5(8)тс
 на вылете до 12,5(14,0) м

Мощность, кВт, электродвигателей привода(1 строка РДК-250)

Хода	Поворота	Гл. подъем	Всп. подъем	Стрелы
2x18,5	1,8	32+3	15	7,5
2x22	4,3	42+3	25+1	11

300

Грузовысотные характеристики РДК-250-2 (3) Грп – нетто.

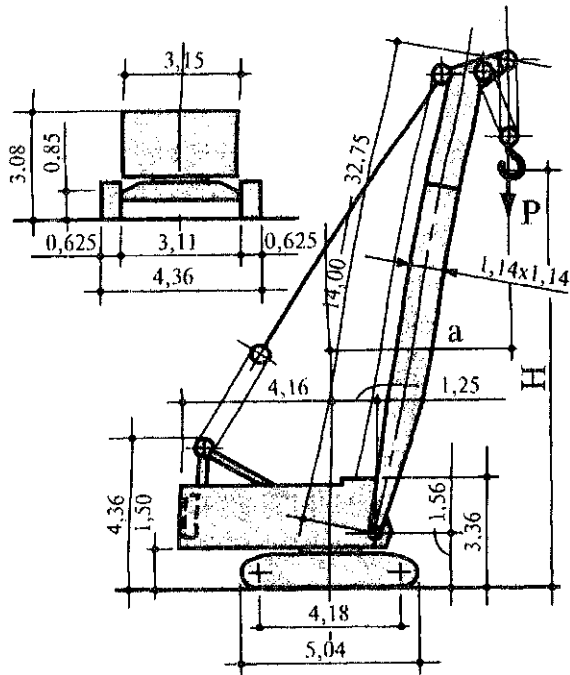
Стрела 12,5 м			Стрела 15,3 м			Стрела 17,5 м		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
4,4	25,0	11,9	4,2	25,0	15,0	4,6	23,0	17,0
5,0	20,0	11,8	5,0	18,5	15,0	6,0	15,8	16,5
7,0	11,7	11,1	7,0	11,1	14,3	8,0	10,6	15,9
9,0	8,0	10,0	9,0	7,3	13,6	11,0	6,7	14,6
11,0	5,5	8,2	12,0	4,3	11,5	14,0	4,5	12,0
13,0	4,4	6,6	15,0	2,8	9,0	16,0	3,4	9,8
Стрела 20,3 м			Стрела 22,5 м			Стрела 25,3 м		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
5,0	21,0	19,5	5,0	19,2	22,0	5,5	17,2	24,8
7,0	12,5	19,2	7,0	12,2	21,4	7,0	12,0	24,4
9,0	8,8	18,5	9,0	8,6	20,9	9,0	8,5	24,0
11,0	6,6	17,6	11,0	6,4	20,0	12,0	5,3	23,0
14,0	4,3	15,7	14,0	4,2	18,4	16,0	3,0	21,0
18,0	2,7	12,0	18,0	2,5	15,0	20,0	1,9	17,6
Стрела 27,5 м			Стрела 30,3 м			Стрела 32,5 м		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
7,0	12,5	26,8	7,0	12,5	29,3	7,0	12,0	31,6
9,0	9,0	26,1	9,0	8,5	29,0	9,0	8,2	31,3
11,0	6,5	25,5	11,0	6,2	28,2	11,0	6,0	30,8
13,0	5,0	24,6	14,0	4,0	27,1	13,0	4,3	30,0
15,0	3,7	23,6	17,0	2,6	25,6	16,0	2,8	29,0
18,0	2,4	21,7	20,0	1,6	23,5	19,0	1,7	27,0

Грузовысотные характеристики РДК-400

Стрела	16	21	26	36	46
a ₁ /a ₂	5/14,5	4,8/19	5,3/21	6,2/23,5	7,2/22
P ₁ /P ₂	40/8	30/5	23/4	13,5/2,5	7,3/2,0
H ₁ /H ₂	15/10	20/13	25/18	35/28,7	45/41

301

КРАН ДЭК 251



Грп=25 гс, Мгр max=118,75 тсм
 G=36,5-38,5 т. Гусек L=5,0 м
 Грузоподъем. гуська 5 тс до вылета 9 м
 Противовес - 7,2 т стационарный - модели до 1990 г.
 6,65 т съемный - модели с 1990 г.

Грузовысотные характеристики ДЭК-251,

Грп - нетто.

Стрела 14,00			Стрела 19,00			Стрела 22,75		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
4,75	25,0	13,5	5,5	15,0	18,6	6,0	13,5	22,1
5,0	23,0	13,5	6,0	13,1	18,3	7,0	11,5	22,0
6,0	20,0	13,5	7,0	10,6	18,0	8,0	10,1	21,7
7,0	16,0	13,2	8,0	8,9	17,6	9,0	9,0	21,5
8,0	12,6	12,7	9,0	7,5	17,2	10,0	7,9	21,2
9,0	10,0	12,0	10,0	6,3	16,8	12,0	6,0	20,2
10,0	8,0	11,2	12,0	5,0	15,7	14,0	4,4	18,8
11,0	6,6	10,1	14,0	4,0	13,6	16,0	3,2	17,3
12,0	5,7	9,1	16,0	3,5	11,8	18,0	2,4	15,5
14,0	4,5	7,0	18,0	3,0	9,4	21,0	1,8	12,0
Стрела 24,00			Стрела 27,75			Стрела 32,75		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
6,4	12,6	23,1	7,0	10,9	26,8	8,0	7,0	31,8
7,0	11,3	23,0	8,0	9,0	26,7	9,0	6,1	31,5
8,0	9,7	22,8	9,0	8,0	26,5	10,0	5,5	31,2
9,0	8,5	22,6	10,0	7,0	26,3	11,0	4,9	30,9
10,0	7,4	22,3	12,0	5,4	25,6	12,0	4,3	30,6
12,0	5,7	21,5	14,0	4,1	24,7	13,0	3,9	30,3
14,0	4,3	20,4	16,0	3,3	23,2	14,0	3,4	30,0
16,0	3,2	18,9	19,0	2,1	20,5	16,0	2,6	29,1
19,0	2,1	16,0	22,0	1,5	17,5	18,0	1,9	28,0
22,0	1,8	12,8	25,0	1,3	14,5	20,0	1,2	26,7

КН180-3 НИТАСНИ / ССН-500 III - 2006 г.

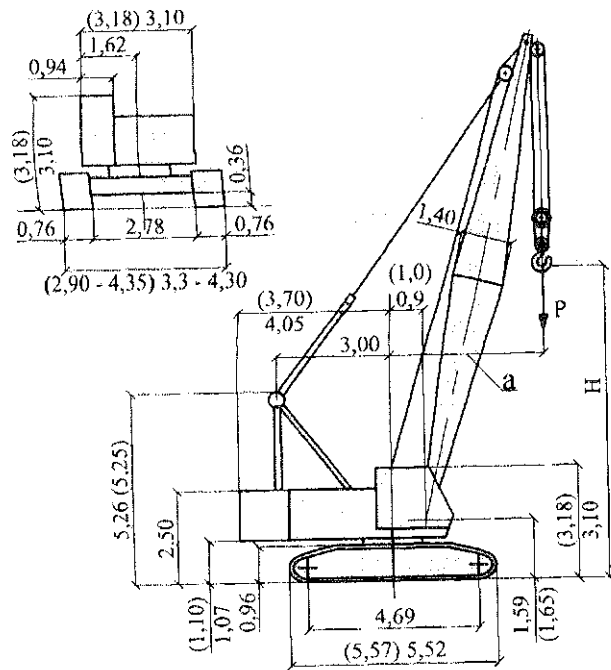
Размеры в скобках для ССН500

G = 46,9 (48,5) т, противовес - 15,9 (16) т

Грип = 44,3 (50) тс, M = 39,7x4 = 159 (50x3,7 = 185) тсм

L = 13 - 37 (12 - 36) м

см. стр. 337, 338, работа в составе МПГК-200.



Грузовысотные характеристики КН180-3, Грип - нетто.

L = 13 М			L = 19 М			L = 25 М			L = 31 М			L = 34 М		
а	Р	Н	а	Р	Н	а	Р	Н	а	Р	Н	а	Р	Н
3,5	44,3	8,5	4,5	29,5	15	6	17,5	21,5	7	12,9	27	8	10,2	30,5
4,5	32,9	10	6	19,4	16	7	14,2	21,5	8	10,8	27,5	10	7,5	31
5	28,1	10,5	7	15,7	16,5	10	8,8	22	10	8	28	12	5,8	31
6	21,6	10,5	8	13,1	16,5	12	6,9	21,5	12	6,2	27,5	16	3,8	29,5
8	14,5	10	10	9,8	16	16	4,7	19,5	16	4,1	26	20	2,7	27
10	10,6	8	12	7,7	15	20	3,5	15	20	3	24	24	2	24

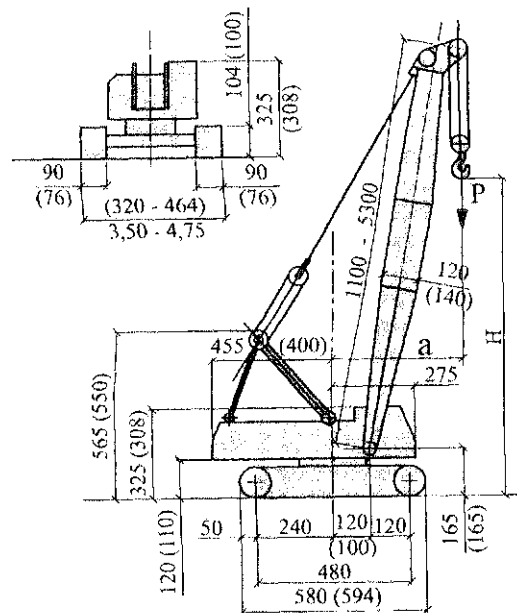
Грузовысотные характеристики ССН-500, Грип - миди.

L = 12 М			L = 18 М			L = 24 М			L = 30 М			L = 36 М		
а	Р	Н	а	Р	Н	а	Р	Н	а	Р	Н	а	Р	Н
3,7	50	9,6	4,5	35,4	15,5	5,0	28,7	21,7	6,5	22	27,3	7,6	17	33,2
4,5	40,2	9,4	6	25,3	15,2	7	20,2	21,2	8	16,6	27	10	11,8	32,7
5	33,8	9,2	7	20,4	14,9	10	12,2	20,2	10	12	26,4	12	9,0	32,2
6	26	9,0	8	16,8	14,4	12	9,6	19,2	12	9,5	25,9	16	6,0	30,5
8	17	7,7	10	12,4	13,4	16	6,5	16,4	16	6,3	23,9	20	4,4	28,4
10	12,6	6,0	12	9,6	12,2	20	4,8	12,5	20	4,7	21,2	24	3,4	25,4

HS843HD Либхер - 1996 г. ССН700 ИИ - 2006 г.

Размеры в скобках для ССН700.

$G = 56,2$ (63,2) т против $12,3$ (25) т Грп = 60 (70) тс
 $M_{гр} = 60 \times 3,5 = 210$ ($70 \times 3,8 = 266$) тсм
 Гуськи $l = 6 - 9 - 12$ м Грп = 8 - 7 - 5 тс (6,5 тс)



HS843HD может работать с буровым и свайным оборудованием (см. стр. 154 - 157, 351)

Стрелу крана HS 843 ИД можно удлинить набором ластовок ($l = 9 - 6 - 3$ м) через 3 м от $L = 11$ до $L = 53$ м. При этом грузоподъемность, кроме максимальной для каждой стрелы, уменьшается для промежуточных значений вылета всего на 0,1 тс при удлинении на 3 м. Поэтому ниже даны максимальные значения Грп всех стрел и грузывысотные характеристики стрел $L = 35 - 41 - 47$ м, характерные для остальных вариантов сборки.

HS843HD Грп-миди

L	11	17	23	29	35
a	3,5	4,5	5,5	6	7
P	60	45,4	31	25,9	21,2
H	8,7	14,3	20,4	26,2	32,2

ССН700 Грп-миди

L	12	18	24	30	36
a	3,8	4,5	5,5	6,7	7,7
P	70	58,5	44,6	32,5	26
H	9,2	15,3	21,2	27,1	33

L	41	47	53
a	8	9	10
P	16,1	11,6	7
H	38	44	50

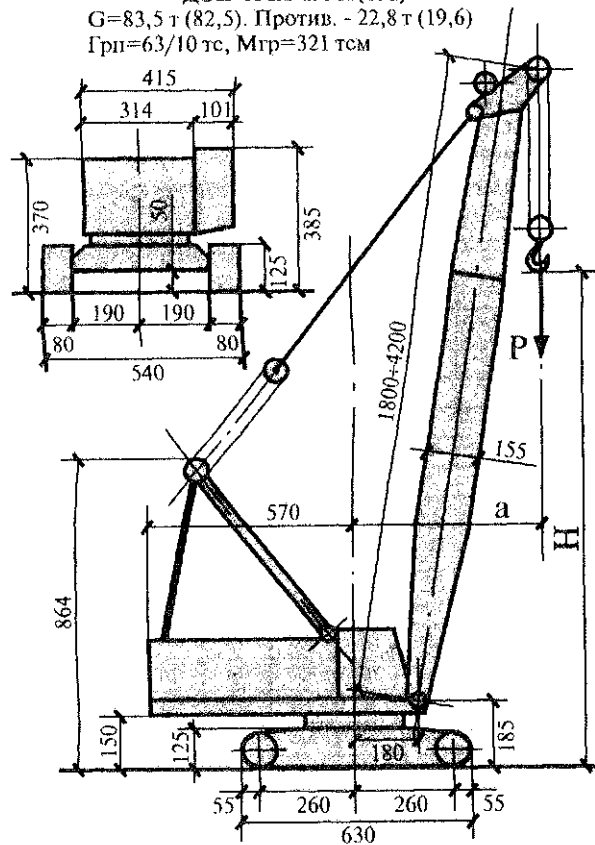
Масса крюк. подвесок $P = 60$ тс - 650 кг
 $P = 40$ тс - 500 кг
 $(P = 35$ тс - 500 кг)
 $(P = 15$ тс - 350 кг)

L	42	48	54
a	9,4	9,8	12,4
P	19,5	18,3	13
H	39	45	50

L = 35 м a = 7 м ↑			L = 41 м a = 8 м ↑			L = 47 м a = 9 м ↑		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
8	18,5	32	10	13,2	37,8	10	10,6	43,8
10	13,4	31,6	12	10,1	37,3	12	9,1	43,5
12	10,3	31	16	6,6	36	16	6,4	42,4
16	6,8	29,4	20	4,7	34	20	4,4	40,9
20	4,9	27,4	24	3,4	31,8	24	3,2	38,7
24	3,6	24,4	28	2,5	28,7	28	2,2	36,3
28	2,7	20	32	1,8	24,7	34	1,3	31,5
32	2,1	14,2	36	1,3	19,5	40	0,6	24,2

ДЭК-631А-1995г(631)

G=83,5 т (82,5). Против. - 22,8 т (19,6)
Грп=63/10 тс, Мгр=321 тсм



308

Основные характеристики ДЭК-631А (631)

Краны ДЭК-631 выпуска 1989, 1990 г.г. имеют противовес из 6 секций (3,5 5х3,22) т, на ДЭК-631А добавлена одна секция массой 3,2 т. ДЭК-631 до 1992 года аттестовывался на высшую категорию качества. В режиме работы крана А1 он рассчитан на срок службы 13 лет. Ресурс работы до I капремонта — 9000 часов. Привод оборудования от своего генератора переменного тока 380 В с дизелем 84 кВт или от сети, мощность электродвигателей: 45 кВт — главный подъем, 30 кВт — вспомогат., 7,5 кВт — стрелы, 2х22 кВт — передвижения, всего 134 кВт.

Масса ходовой части (отсоединяется при перевозке крана) — 28 т; стрелы L=18 м — 3,9 т; вставок стрелы l=12 м — 1,9 т, l=6 м — 1 т; крюка 63 тс — 1,2 т, 10 тс — 0,4 т; оборудования гуська l=10 м — 1,2 т. Запасовка на 63 тс — 12 нитей, расчетное натяжение каната — 6,5 тс.

Удельное давление на грунт при работе крана от 4 до 10 кг/см², при движении с грузом 45 т на стреле L=18 м в положении вдоль ходовой части давление 10-12 кг/см², при грузе 50 т и стреле под углом 90° к ходовой — давление на грунт составляет 4-6 кгс/см². При стрелах длиной L=24-42 м возможно движение с грузом массой 50% от номинального значения для данного вылета под любым углом к ходовой части.

Грузовысотные характеристики ДЭК-631А (631)

Грузоподъемность нетто; P — Грп ДЭК-631А с прот. 19,6 т и ДЭК-631 без гуська P₁ — Грп ДЭК-631А с прот. 22,8 т; P₂ — Грп ДЭК-631 с гуськом на стреле.

Стрела 18 м	a	5,1	6	8	10	12	14	16
	P	63	51	35	26	20	15	12,9
	P ₁	63	51	35	26	20	15	12,9
	P ₂	61,8	46	31	23	18	13	11,2
	H	16	15,8	15,2	14,1	13	11	9,2

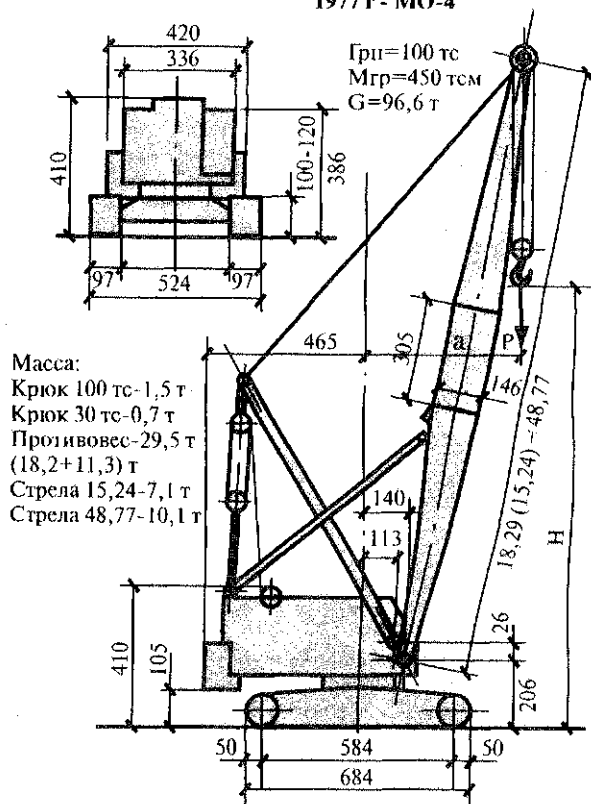
309

Стрела 24 м	a	5,8	8	10	12	14	16	18	20
	p	50	32	24	19,5	15	12,5	10,5	9
	p_1	50	37	28	23	18	14,5	12	10
	p_2	45	29	21,5	17	13	10,5	9	7,2
	H	22	21,5	21	20	19	17,5	16	14
Стрела 30 м	a	6,7	8	10	12	16	18	20	24
	p	40	30	22,5	18	12,5	11	9	7
	p_1	40	35	28	23	14,5	12	10	8
	p_2	35	26,5	19,5	15,5	9,5	7,5	6	5
	H	28	27,8	27,5	27	25	23,8	22,5	18,5
Стрела 36 м	a	7,5	10	12	16	18	20	24	28
	p	30	20	16	10,5	8,5	7,5	5,5	4
	p_1	30	24,5	20,5	14	11	9	6,5	5
	p_2	26	17	13	8,5	6,5	5,5	3,5	2
	H	33,9	33,5	32,9	31,5	30,5	29,5	26,8	23,1
Стрела 42 м	a	8,4	10	12	16	20	24	28	32
	p	20	16	12	8,5	6	4	3	2
	p_1	20	18	15,5	11	7,5	5	3,5	3
	p_2	18	13,5	9,7	6	4	-	-	-
	H	40,2	39,9	39,5	38	36	34	31	27,5

Грузовысотные характеристики ДЭК-631А с гуськом $l=10$ м и противовесом 22,8 т на стрелах длиной $L=18-42$ м; a_1 и a_2 — минимальный и максимальный вылет гуська; Q_1 и Q_2 ; H_1 и H_2 — Грп и высота подъема крюка на вылете a_1 и a_2 .

L	a_1	a_2	Q_1	Q_2	H_1	H_2
18	11,1	25,8	10	6	24,3	11,4
24	12	30,5	10	5	30,7	15,3
30	12,8	35	10	3,5	36,2	19,1
36	13,7	39,7	10	2	42,2	23
42	14,5	31,4	9	3	48	40,2

LS-418AJ-Сумитомо
1977 г - МО-4



Основные характеристики LS-418AJ

Стрела 15,24 вставками длиной 3,05-6,10-9,15 м удлиняется до 48,77 м. Грузоподъемность в таблице — нетто.

Допускается движение с грузом массой 70% от допускаемого по вылету со стрелой вдоль ходовой части и с 50% от допускаемого под любым углом к ходовой части.

Для перевозки от крана отсоединяются: крюк, противовес, стрела, две гусеничные тележки 2x9,25 т. Транспортный модуль весит около 40 т.

Привод механизмов — механический от дизеля — 290 лс с гидравлическим включением муфт и тормозов. Режим работы крана и механизмов — средний. Запасовка на 100 т на 9 нитей. Расчетное натяжение каната — 12,5 тс.

Стрела 15,24 м			Стрела 30,48 м			Стрела 39,62 м		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
4,5	100	12,3	6,1	57	27,9	7,6	37	36,8
5	80	12,2	7	45,2	27,7	10	26,6	36,3
6	60,8	12	8	37,1	27,5	См ↓ L=30,48		
7	45,6	11,7	9	31,1	27,3	28	6,6	27,2
См ↓ L=30,48			10	26,8	27	34	4,9	20,4
Стрела 21,34 м			Стрела 48,77 м					
a	P	H	a	P	H	a	P	H
4,6	74,4	18,6	14	17,2	25,6	9,1	21,2	46
5	70,1	18,7	18	12,4	23,4	12	18,2	45,6
6	60	18,5	20	10,8	22	См ↓ L=30,48		
7	45,4	18,3	24	8,3	18,4	36	4,2	32,4
См ↓ L=30,48			26	7,5	16	42	3,2	26,3

Знак См ↓ L=30,48 обозначает, что на последующих вылетах стрелы значения грузоподъемности можно брать по грузовой характеристике L=30,48 м.

HS 883HD "Либхер" Ненинг (Австрия) - 1998г

Универсальная машина для выполнения земляных, буровых и крановых работ.

Двигатель - дизель 448 кВт.

Масса трацеп. - 68 т (с основанием стрелы)

Противовес - 19,6+4,5+2x2,6+3,2=32,5 т

Масса крана со стрелой 17 м - 110 т

со стрелой 50 м - 117,8 т

Масса крюковых подвесок

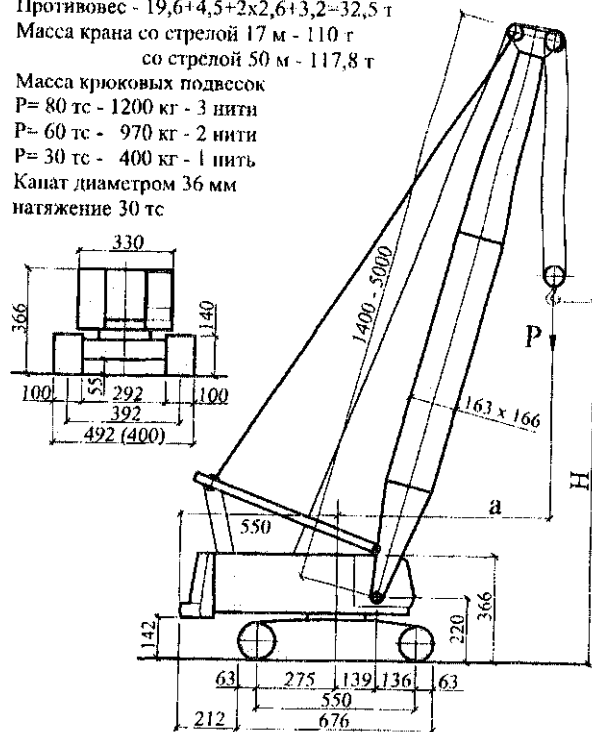
P= 80 тс - 1200 кг - 3 нити

P= 60 тс - 970 кг - 2 нити

P= 30 тс - 400 кг - 1 нить

Канат диаметром 36 мм

натяжение 30 тс



Максимальная Грп – 120 тс, максим. Мгр = 120 х 4,5 = 540 тсм

Разрешается передвижение крана с грузом массой не более 70% от допускаемой по вылету, но не более 84 т, при положении стрелы вдоль гусениц и высоте от груза до земли не более 0,5м, по ровной площадке, допускающей удельное давление 8 - 10 кг/см². Грузоподъемность в таблице - миди - включает массу крюка.

Максимальная грузоподъемность на стрелах L=14 - 35 м.

L	14	17	20	23	26	29	32	35
a	4,5	5,0	5,5	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
P	120	101,3	86,2	86,2	74,9	64,5	58,9	53,0
H	12,5	15,5	18,5	21,5	24,5	27,5	30,5	33,5

Значения P для промежуточных вылетов на стрелах от 23 до 35 м брать по грузовой характеристике для стрелы L=38 м, добавляя ΔP=0,1тс на каждое укорочение стрелы на 3 м, L=35м ΔP=0,1тс, L=29м ΔP=0,1х3=0,3тс, L=23м ΔP=0,1х5=0,5тс

a м	L = 38 м		L = 41 м		L = 44 м		L = 50 м	
	P	H	P	H	P	H	P	H
8	48,1	36,4	45,1	39,4	-	-	-	-
9	40,6	36,2	40,5	39,2	37,4	42,2	-	-
10	35,0	36,0	34,8	39,0	34,7	42,0	29,3	48,1
12	27,1	35,5	26,9	38,5	26,8	41,7	25,9	48,0
16	18,1	34,0	17,9	37,3	17,8	40,5	17,4	46,8
20	13,1	32,0	12,9	35,5	12,8	39,0	12,4	45,5
24	9,9	29,5	9,7	33,2	9,6	36,7	9,2	43,7
30	6,8	24,0	6,6	28,2	6,4	32,3	6,0	40,0
36	4,6	14,5	4,5	21,0	4,3	26,0	3,9	35,0

Режим работы крана А3 (средний), груз М4, стрела и поворот М3, передвижение М2. Срок службы при 1,5 сменной работе в режиме А1 - 16 лет. Ресурс до капремонта - 15000 часов.

Макс. Грп = 120 тс,

Макс. Мгр = 99х6 = 594 тс·м

Транспорт. модуль 34,9 т, гус. тележки 2х14,1 т

Противовес 4х8,9 + 9,4 = 45 т

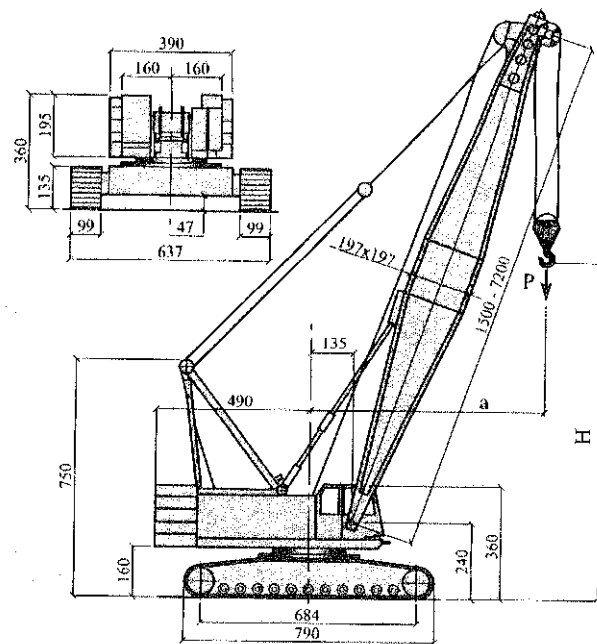
Масса крана со стрелами 18/60 м - 116/123 т

Масса крюковых подвесок:

P = 120 тс - 1800 кг - 11 ниток

P = 50 тс - 1350 кг - 5 ниток

Канат диам. 26 мм, натяжение 12, 3 тс



Грузовысотные характеристики SCX 1200-2

КС-8165 – 1984 г

В таблицах грузоподъёмность-миди (на канатах) включает массу крюка. Макс. гри на стрелах 15 м - 60 м на 2 начальных значениях вылета дана ниже в таблице

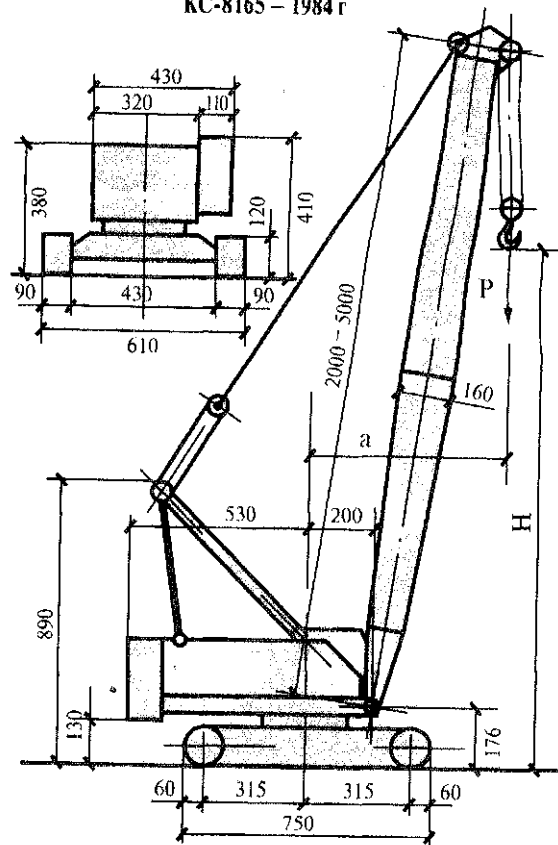
L	15	18	21	24	27	33	39	45	57	60
a	4	5	6	6	7	8	9	10	12	14
P	120	110	99	88	77	66	55	44	33	22
H	12,5	15,5	18,5	21,5	24,3	30,3	37,3	43,0	55,0	57,5
a	5	6	7	7	8	9	10	12	14	16
P	118	99	85	85	72	60	51	39	31	22
H	12,3	15,3	18,3	21,3	24,0	30,0	37,0	42,5	54,5	57,0

Грузоподъёмность на стреле L = 18 м при a = 10 - 16 м, на L = 24 м при a = 10 - 20 м, на L = 30 м при a = 10 - 24 м практически одинакова с грузоподъёмностью на L = 33 м, которая приведена ниже в таблице

a, м	L = 33		L = 39		L = 45		L = 57		L = 60	
	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H
10	51,3	29,5	51,1	37	44	43	-	-	-	-
12	39,5	29	39,3	36,5	39,1	42,5	33	55	-	-
16	26,6	27,5	26,4	35	26,1	41,5	25,7	54	22	57
20	19,6	25	19,4	33	19,2	40	18,7	53	18,7	56
24	15,4	21,5	15,1	30,5	14,9	38	14,4	51	14,3	54,5
30	11,3	14,5	11	25,5	10,7	33,5	10,2	48	10,2	51,5

Высота подъёма крюка дана в таблицах с крюковой подвеской 120 тс на стрелах L = 18 - 33 м и с подвеской 50 тс на стрелах L = 39 - 60 м.

Макс. грузоподъём. гуська на стреле L = 60 м 11 тс, при его длине 10 м и 5,5 тс при длине 28 м. Режим работы крана А1, груз М3, стрела и поворот М2, срок службы 16 лет при 1,5 сменной работе в режиме А1, ресурс до кап. ремонта 32000 часов.



Основные характеристики КС-8165

$G=130,4$ т ($92+38,4$ т противовесе).

Основная стрела $L=20$ м, $M_{пр}=600$ тсм;

$G_{пр}=100$ тс $a=6$ м $H=18,2$ м;

$G_{пр}=74$ тс $a=7$ м $H=18$ м.

Грузоподъемность на остальных вылетах смотри ниже по стреле $L=30$ м.

Возможно движение с грузом — 70 т на вылете $a=6$ м, положение стрелы вдоль ходовой части. На стрелы длиной от 25 до 50 можно ставить неуправляемый гусек $l=20$ м, максимальная грузоподъемность которого 17 тс.

Привод механизмов переменного тока 380 В от своего дизель-генератора или от сети, имея ввиду что мощность электродвигателей: главного подъема — 45 кВт, механизма передвижения крана — 2×37 кВт.

Грузоподъемность — нетто

$L=30$ м			$L=40$ м			$L=50$ м		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
8	60	28,1	9	48	36,3	11	30	46,2
10	44	27,6	10	41,5	36	12	26	46
12	34	26,8	12	32,5	35,5	14	20	45,5
14	28	26	14	26,5	35	16	16,5	44,9
16	22,5	25	16	21,5	34,3	20	12,5	43,6
18	18,5	24	20	14	32,5	24	9	42
20	15	22,6	24	10	30,5	28	8,5	39,9
24	10	19	26	6	29,3	32	4	37

HS 895HD Либхер Ненинг (Австрия) - 2001г

Универсальная машина предназначенная для земляных, буровых и крановых работ. Двигатель - дизель 605 квт.

Масса сборочных единиц:

Транспортный модуль 55,6 т

Гусеничные тележки 2×25 т

Центр. балласт 27 т, противовес 75,5 т

Стрела $L=25,7$ м - 10 т, $L=84,2$ м - 25 т

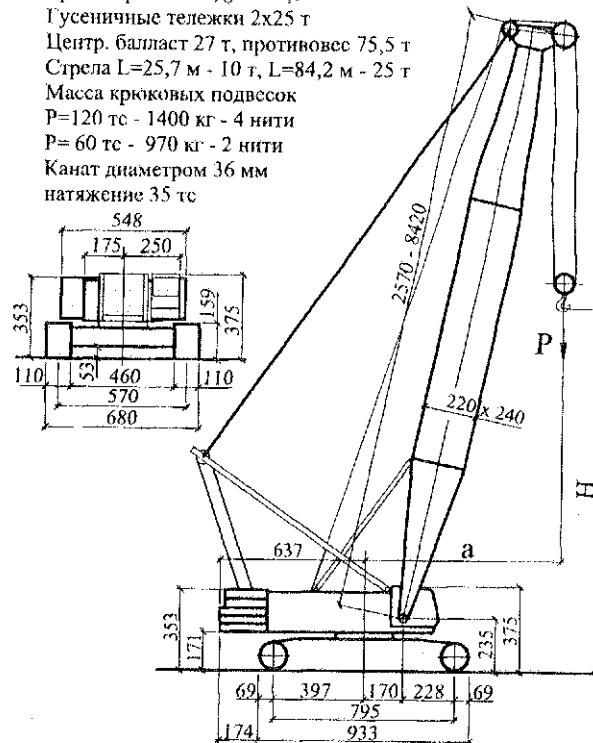
Масса крюковых подвесок

$P=120$ тс - 1400 кг - 4 нити

$P=60$ тс - 970 кг - 2 нити

Канат диаметром 36 мм

натяжение 35 тс



Грп=180 тс - на стреле 20 м, на вылете 6 м, запасовка в 6 нитей. Макс Мгр=171,9х7=1203 тсм при L=20 м.
 Мгр=81,6х11=898 тсм при L=43,4 м. В таблице грузоподъемность дана при работе с противовесом 75,5 т и центральным балластом 27,0 т и включает массу крюка.

L=25.70 м		
a	P	H
6	155.9	23.5
8	136.6	23.1
10	106.2	22.5
12	83.3	21.7
14	67.4	20.7
16	56.3	19.5
18	48.2	18.1
20	41.9	16.2
23	34.8	12.6
26	29.5	6.6

L=37.40 м		
a	P	H
7	111.9	35.2
9	103.6	34.8
12	78.6	34.1
15	61.1	33.1
18	47.8	31.8
22	36.7	29.6
26	29.3	26.6
30	24.1	22.6
34	20.2	17.0
38	17.1	7.2

L=49.10 м		
a	P	H
8	80.7	46.9
12	69.9	46.2
16	53.1	45.1
20	41.0	43.7
24	32.0	41.9
28	25.9	39.6
32	21.5	36.8
36	18.1	33.3
42	14.3	26.2
48	11.4	14.5

L=60.80 м		
a	P	H
10	56.6	58.4
15	47.5	57.5
20	38.5	56.1
25	29.6	54.3
30	22.8	52.0
36	17.3	48.4
42	13.5	43.7
48	10.7	37.6
54	8.5	29.2
60	6.6	15.4

L=72.50 м		
a	P	H
11	41.5	70.1
17	32.8	69.0
23	26.6	67.5
29	22.2	65.0
35	17.3	62.6
41	13.3	59.1
47	10.3	54.8
53	7.9	49.4
59	6.0	42.6
65	4.5	33.5

L=84.20 м		
a	P	H
12	25.5	81.7
18	24.5	80.8
24	22.4	79.4
30	19.2	77.5
36	14.9	75.1
43	11.0	71.5
50	8.1	67.1
57	5.7	61.7
64	3.8	54.8
72	2.1	44.5

Режим работы крана А4 (выше среднего), груз М4, стрела М4, передвижение М2. Ресурс до кап.ремонта 15000 часов. Срок службы при работе в режиме А4-10 лет, в режиме А1-16 лет.

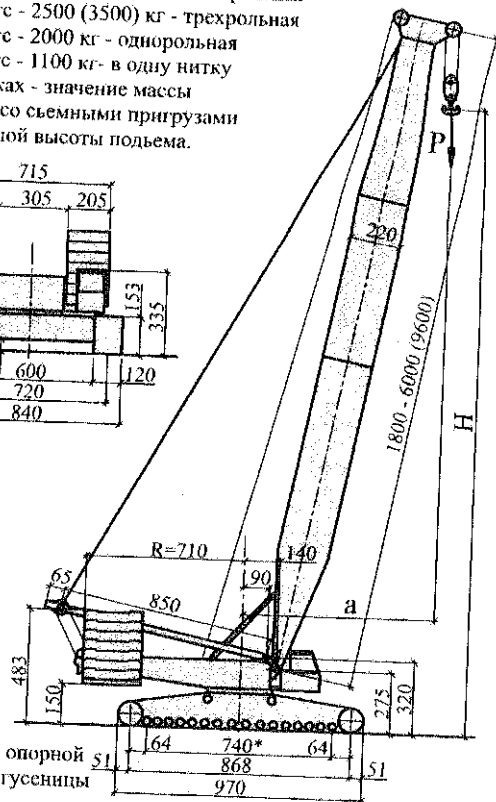
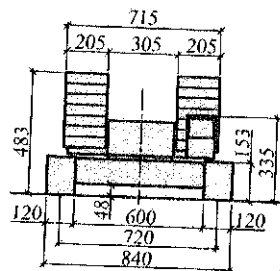
LR1350/1 Либхер Эхинген (Германия)-2006г. № 074065

Масса крюковых подвесок :

- P=217,0 тс - 4200 (5200) кг - семирольная
- P=107,5 тс - 2500 (3500) кг - трехрольная
- P= 47,5 тс - 2000 кг - однорольная
- P= 16,0 тс - 1100 кг - в одну нитку

Конфигурация S.

В скобках - значение массы подвесок со съемными пригрузами для большой высоты подъема.



740* - длина опорной поверхности гусеницы



LR 1350/1
в конфигурации
SWF в комплектации
МОСТТРЕСТА.

Возможны варианты сборки:

1. Стрела S длиной 48 и 54м маневровой стрелой W длиной от 42 до 66м и неподвижным удлинителем F длиной от 12 до 36м.
2. Стрела S длиной 60м со стрелой W длиной 42м и удлинителем F длиной 12, 18 и 24м.

Угол установки стрелы S всегда 87° .
Угол установки удлинителя - 3° и 25° .

Допускается передвижение крана с грузом на всех стрелах в конфигурациях S, SW и SWF согласно грузовой характеристики в пределах 300 тс на горизонтальной площадке с допустимым давлением 15 кг/см^2 при положении стрелы вдоль гусениц, кабиной машиниста вперед по ходу движения.

Для передвижения крана без груза с противовесом массой 125 т - допустимое давление площадки должно быть не менее 6 кг/см^2 .

Нагружение опорных катков по длине гусениц - по схеме треугольника, а максимум нагрузки и давления зависит от степени уравнивания противовеса стрелой.

Максимальные грузоподъемность и грузовые моменты:

Грп=300тс стрела S L=30м; Пр=105т, ЦБ=38т, а=6,0м.
Макс. груз. момент на стреле S L=24м Мгр=186х10=1860тсм
В конфигурации SDB/BW стрела S L=42м, деррик-стрела D L=27 м, противовес 200т подвесной В или на тележке BW Мгр=182х22=4004тсм.

- Грузоподъемность свыше 300т возможна с применением дополнительного оборудования.

- Габариты гусеничного хода 9700х8400мм, база гусеничной тележки 8,68м, на длине базы 15 опорных катков, опорный контур вдоль и поперек гусеничного хода 7,4х7,2м, база монтажных опор для самосборки 4,8х4,8м, ширина гусениц-1,2м. Сила тяги гусеничного хода крана общей массой до 300т на ровной горизонтальной укатанной площадке до 140тс, скорость передвижения от 0 до 1,63 км/час.

Масса основных частей крана:

транспортный модуль - 55,8т; гусеничные тележки - 2х22,2т; противовес в наборе - 45-65-85-105-125т (плита-поддон - 15т, секции 6 х 5т и 8 х 10т); ЦБ - 8 и 38т (секции 2 х 4 и 4 х 7,5т).

Основная стрела S L=18 м с оголовком на 300т - 12,2т, с оголовком на 100т для конфигурации SW - 11,9т;

- вставки стрелы S L=6/12м - 2/3,6т.

Маневровая стрела W L=18м - 7,1т;

- вставки стрелы W(L) L=6/12м - 1,6/2,7т;

- лебедка полиспаста стрелы W, установленная на стреле S, упор и тяги стрелы S - 5,2+0,8+1,0=7,0т;

- 2 портала конфигурации SW с упорами и тягами - 8т.

Неподвижный удлинитель F L=12м - 1,7т;

- вставки удлинителя F L=6/12м - 0,7/1,3т;

- дополнит. блочная головка - клюв Грп=32т L=1,0м - 0,55 т.

Масса LR 1350/1 в конфигурац. SWF 54+66+36 с крюковыми подвесками Грп 16 и 47 т составляет 324,1+1,1+2=327,2 т.

Масса крана со стрелой S L=48 м с Пр=125 т и ЦБ=38 т, с крюковой подвеской на 217 тс составляет 289,6 т,

Макс. Грп=221тс, макс. Мгр=221х7=1547тсм.

Грузовысожные хар-ки LR 1350/1 со стрелой S длиной от 30 до 60 м, ЦБ=38т, Пр=125т. Грузоподъемность со звездочкой для Пр=105т. Масса крюка входит в грузоподъемность.

L=30			L=36			L=42		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
6	300*	27,5	6	272*	33,5	6,5	257	39,5
7	248*	27,3	7	249	33,4	7	237	39,4
8	210*	27	8	220	33,2	8	205	39,3
9	206	26,8	9	192	33,0	9	181	39,1
10	182	26,5	10	170	32,7	10	161	38,9
11	162	26,3	11	153	32,5	11	145	38,6
12	146	26	12	138	32,2	12	132	38,3
14	117	25	14	116	32,0	16	95	37
16	97	24	16	96	30,7	20	70	35,4
18	82	22,8	20	70	28,5	24	54	33
20	71	21,5	24	54	25,8	28	43,5	30
24	55	17,3	28	44	22	32	36	26,4
28	45	11,8	32	36,5	16,8	36	30,5	21,5
L=48			L=54			L=60		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
7	221	45,5	8	181	51,2	8	171	57,2
8	193	45,4	9	161	51,1	9	152	57,1
9	170	45,2	10	144	51	10	137	57
10	153	45	11	131	50,9	12	114	56,8
11	138	44,8	12	119	50,7	16	84	56
12	126	44,5	16	87	49,5	20	66	54,8
16	91	43,2	20	68	48,3	24	53	53,2
20	69	42	24	53	46,8	28	42	51,5
24	53	40	28	42	44,8	32	34,5	49,2
28	43	37,7	32	34,5	42	36	28,6	46,7
32	35,5	34,8	36	28,9	39	40	24,1	43,6
36	29,7	31	40	24,5	35,4	44	20,6	40,0
40	25,3	26	48	18,2	24,5	52	15,4	30,0

324

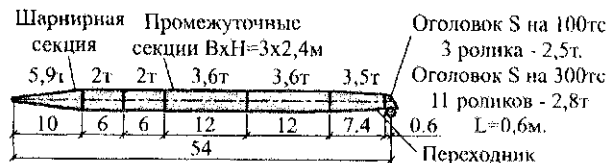
Характеристики LR 1350/1 в конфигурациях SW и SWF, ЦБ=38т, Пр=125т.

SW 36 + 24; угол S - 87°			SW 54 + 66; угол S - 87°			SW 54 + 66 + 36; угол F - 3°		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
11	134	58,5	24	35	116,5	34	12,3	151
12	123	58,3	30	32,5	114,8	40	12	148
14	106	57,8	34	30,5	113	52	11	144
16	94	56,8	40	25,6	109,2	64	9,4	137,5
18	83	55	48	20,3	103,7	76	6,4	127
22	68	51,5	56	16,4	95,3	84	4,8	119
26	55	46	64	13	83	92	3,6	107

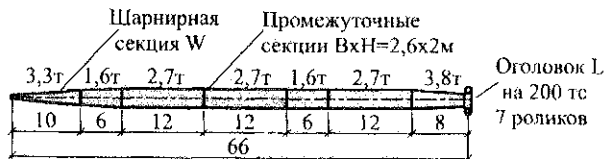
В конфигурации SW возможны варианты сборки:

1. Неподвижная стрела S длиной от 24 до 48м с маневровой стрелой W длиной от 24 до 90м;
2. Стрела S L=54м со стрелой W длиной от 24 до 66м;
3. Стрела S L=60м со стрелой W длиной от 24 до 42м.

Стрела S - L=54 м для конфигурации SWF - масса 23,1 т.

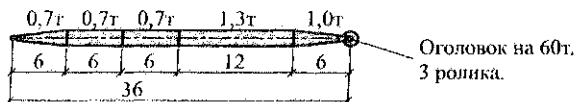


Стрела W - L=66 м для конфигурации SWF - масса 18,4 т.



325

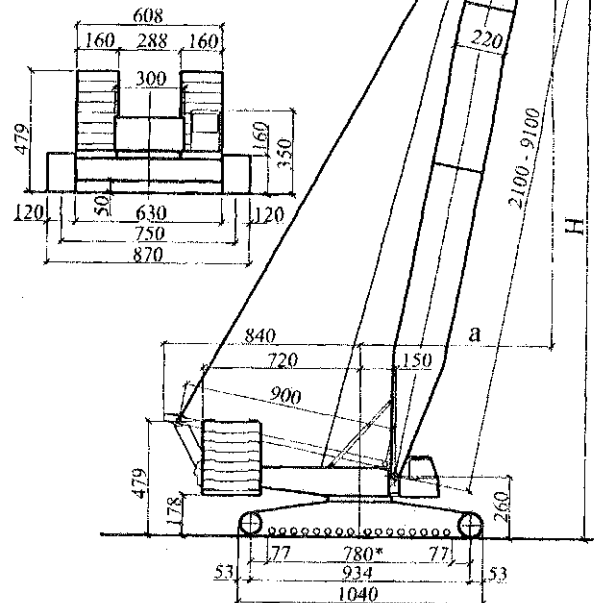
Удлинитель F L=36м для конфигурации SWF - масса 4,4т.
 Промежуточные секции В x Н = 1,2 x 1,0м;



- Технические данные по оборудованию крана:
- Привод гидронасосов механизмов передвижения, поворота, лебедок и гидродвигателей от двигателя мощностью 270/367 кВт/л.с при 1900 об/мин, Мкр=161 кгсм при 1200 - 1600 об/мин;
 - Скорость намотки каната лебедок главного и вспомогательного подъема - бесступенчатого от 0 до 160 м/мин, скорость посадки груза до 0,05 м/мин.
 - Стальные канаты на лебедках:
 - Главного подъема - длина 1000 м, Ø28 мм по стандарту DIN 3051-4, конструкции 7734 489 08, маркирующая группа 2160(220) Н/мм² (кгс/мм²) разрывное усилие каната в целом N=765,6(78,12) кН(тс), расчетное натяжение - 160 кН, запас прочности z=4,78 при нормативном zр=3,55.
 - Вспомогательного подъема - длина 600 м, Ø25 мм, DIN 3051-4, конструкции 7734 490 08, маркирующая группа 2160(220), N=609,4(62,18) кН(тс), расчетное натяжение - 126 кН, z=4,84.
 - Изменения вылета стрелы - длина 550 м, Ø23 мм маркирующая группа 1960(200), разрывное усилие N=473(48,26) кН(тс) расчетное натяжение - 110 кН, z=4,3, zр=3,55.
 - Класс прочности сталей используем. в металлоконструкциях крана:
 - S960 QL и S690 по EN 10137-2 - конструкционные термообработанные стали для работы при низких температурах, с пределом текучести 960 и 690 Н/мм² для деталей из листа толщиной от 6 до 50 мм.
 - S890 QL и S770 QL для деталей из труб диаметром от 38 до 159 мм с толщиной стенки от 2,9 до 20 мм.
 - Режим работы крана - А1 (легкий), груза - М3, стрел S и W - М2, поворота - М2, передвижения - М1. Срок службы при 1,5 сменной работе в режиме А1 - 15 лет, ресурс до первого капитального ремонта - 30 000 моточасов.

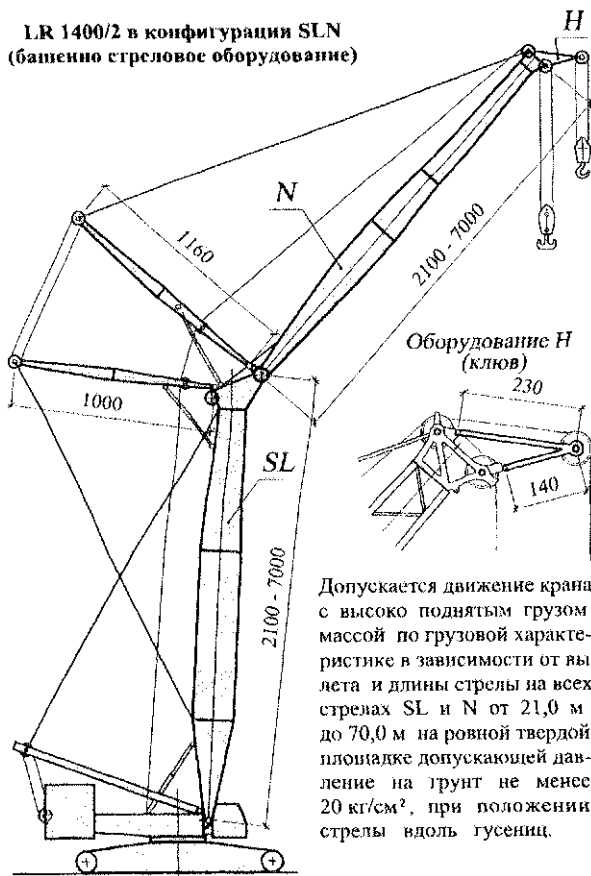
LR 1400/2 Либхер Эхинген (Германия) - 2002г

- Масса крюковых подвесок
 P=250 тс - 6000кг
 P=160 тс - 3500кг
 P= 36 тс - 1500кг
 Крюк для вспомогательного подъема
 L=1,5 м Грп=36 т - масса 500кг
 Канат диаметром 25 мм
 натяжение 12,5 тс



780* - длина опорной поверхности гусеницы

**LR 1400/2 в конфигурации SLN
(башенно стреловое оборудование)**



Допускается движение крана с высоко поднятым грузом массой по грузовой характеристике в зависимости от вылета и длины стрелы на всех стрелах SL и N от 21,0 м до 70,0 м на ровной твердой площадке допускающей давление на грунт не менее 20 кг/см², при положении стрелы вдоль гусениц.

Основные технические характеристики и комплектация крана LR 1400/2 для Мостогреста:

- облегченная стрела, тип SL=70 м;
- облегченный, маневровый гусек тип N=70 м;
- центральный балласт ЦБ=11+32=43 т (секции 5,5 и 8,0 т);
- противовес ПР=55+40+40+20=155 т (секции 10-15 т);
- транспортный модуль - 55 т (собственно машина);
- гесеничные тележки - 2x27 т;

Максимальная грузоподъемность и наибольшие грузовые моменты:

Грп=350 тс на стреле SL=21 м

Мгр=168x12=2016 тсм SL=21 м

Мгр=189x10=1890 тсм, SL=42 м

Грп=138 т в конфигурации SLN (с маневровым гуськом)

Мгр=132x14=1848 тсм SL=28 м N=21 м

Макс. высота подъема H=136 м при SL=70 м и N=70 м

Двигатель - 300 кВт обеспечивает оптимальные скорости всех операций.

Масса крана с ЦБ=43 т, ПР=155 т со стрелой SL=49 м - 339 т, то же в конфигурации SLN SL=35 м, N=21 м - 348,5 т.

Давление на грунт с грузом на крюке - до 16 кг/см², от противовеса 155 т, без груза на крюке - до 8 кг/см².

Допускаемая скорость ветра при работе со стрелой SL≤42 м - 14,3 м/с, до 70 м - 11,1 м/с, в конфигурации SLN - 9,0 м/с

Режим работы крана А1 (легкий) груза М3, стрелы М2, передвижения М1. Срок службы 16 лет и более, ресурс до кап. ремонта - 22500 часов.

Кран имеет высокую плавность хода, позволяющую производить передвижение с высокоподнятым грузом на всех стрелах в конфигурациях SL и SLN согласно грузовой характеристике в пределах 250 т на горизонтальной площадке с прочным грунтом, на минимальной скорости при положении стрелы вдоль гусениц.

Грузовые характеристики в конфигурации SLN

SL=35 N=21			SL=35 N=35			SL=70 N=63		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
12	138	54.4	16	96	67.9	26	29.6	130.1
14	129	53.6	18	94	67.1	28	28.9	129.4
16	114	52.4	20	85	66.2	30	28.3	128.6
18	102	51.0	22	77	65.1	32	27.6	127.8
20	92	49.2	28	61	60.8	34	27.0	126.9
22	83	46.7	32	51	56.6	36	26.5	125.9
26	74	43.1	36	44.5	50.4	38	25.7	124.8

Наиболее характерная грузовая характеристика крана LR 1400/2 со стрелой SL=49 м, ЦБ=43 т, Пр=155 т.

a	P	H	a	P	H	a	P	H
8	229	46.9	18	98	44.5	30	48	38.2
9	205	46.8	20	85	43.7	32	43.5	36.7
10	185	46.6	22	74	42.9	34	40	35.0
12	153	46.2	24	65	41.9	36	37	33.2
14	129	45.7	26	59	40.8	38	34	31.0
16	112	45.2	28	53	39.6	40	31.5	29.0

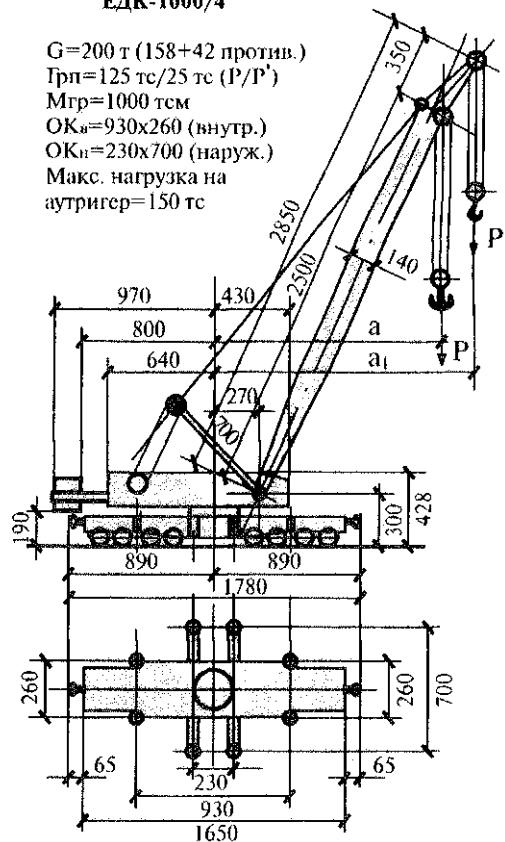
Для стрел SL другой длины с ЦБ=43 т и Пр=155 т существенно отличается максимальная грузоподъемность на минимальных вылетах, на остальных вылетах грузоподъемность близка или совпадает с грузовой характеристикой для SL=49 м.

SL=28 м			SL=35 м			SL=42 м		
a	P	H	a	P	H	a	P	H
6	305	26.0	7	271	32.9	7	265	39.8
SL=56 м			SL=63 м			SL=70 м		
9	194	53.9	10	165	60.8	10	156	67.8

LR 1400/2 может также работать в комплектации с противовесами массой - 55, 95 и 135 т и меньшим центральным балластом.

ЕДК-1000/4

G=200 т (158+42 против.)
 Грп=125 тс/25 тс (Р/Р')
 Мгр=1000 тсм
 ОКв=930х260 (внутр.)
 ОКн=230х700 (наруж.)
 Макс. нагрузка на
 аутригер=150 тс



включая вагон-электростанцию и жилой вагон - 727 т. Максимально допустимый момент от груза в опорном сечении 147х24,5=3600 тсм. При работе на кривых грузоподъемность крана снижается на коэф. К в зависимости от возвышения наружного рельса -Δh, м.

Δh - 20 - 40 - 60 - 80
 К - 0,97 - 0,94 - 0,90 - 0,85
 При Δh более 80 мм работа крана не разрешается.

Возвышение рельса Δh на кривых R, при скорости движения поездов V:

R, м	300	600	900	1200	1500	1900	1200	1500	1200	1500	2000	3000
V, км/ч	60	60	60	60	60	90	90	90	120	120	120	120
Δh, мм	150	75	50	40	30	110	85	70	150	120	90	60

Нагрузка на ось Г.ЭПК-130V - N от груза Р при работе с откатным и подвесным противовесом: Р - 130 - 120 - 100 - 80 т
 N - 40 - 39 - 38 - 37 т/ось
 Грузы массой до 90 т можно поднимать без подвесного противовеса.

При нагрузке до 42 т/ось и рельсах Р-50 на действующих путях требуется шпал на км - 2000 шт. при толщине шпалы под шпалой - 25 см, на новых путях - 1840 шт. и толщине шпалы - 35 см. При рельсах Р-65 - число шпал - 1840 шт/км.

Обкатка новых путей 8 осями с нагрузкой 22-23 т/ось не менее 20 заездов, далее консолями краном в I рабочем положении с нагрузкой 32 т/ось, затем - 40 т/ось без груза за счет соответствующей установки противовесов, обкатку ведут до прекращения остаточных деформаций. При повороте крана с пролетным строением односторонняя просадка пути должна быть не более 10 мм, путь не должен иметь поперечного уклона. Максимальный вынос груза (балки) от оси пути - 5,3 м.

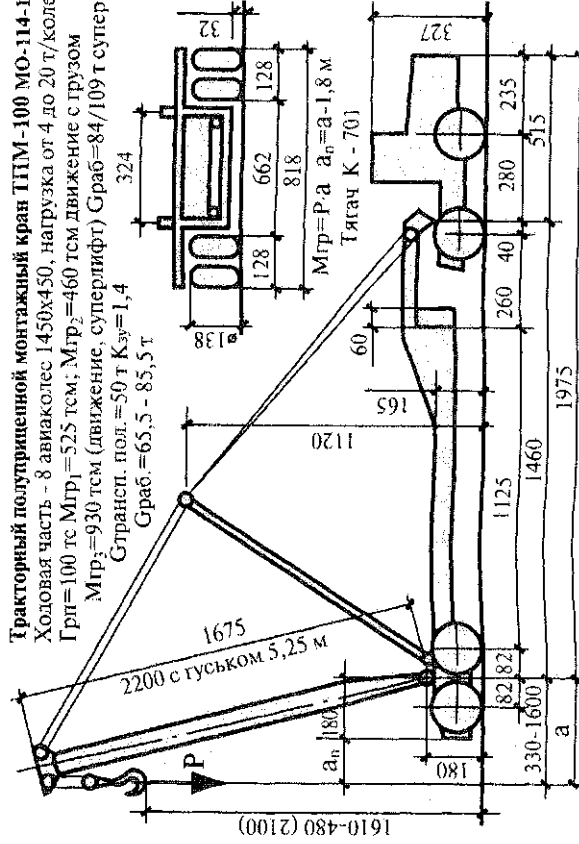
Тракторный полуприцепной монтажный кран ППМ-100 МО-114-1982 г.

Ходовая часть - 8 авиаколес 1450х450, нагрузка от 4 до 20 т/колесо
 Грл=100 тс Мгр₁=525 тсм; Мгр₂=460 тсм движение с грузом

Мгр₂=930 тсм (движение, суперлифт) Сраб=84/109 т супер.

Странсп. пол. = 50 т К_{зп}=1,4

Сраб. = 65,5 - 85,5 т



Грузовысотная характеристика ТПМ-100
со стрелой L=16,75 м с гуськом 5,25 м. Грп – нетто

Вылет	К.ПР		П.ПР		КАТК ПР.	Гусек		П, м	
	+БЛ	-БЛ	+БЛ	-БЛ		К.ПР.	РСЧ	ГЛ.КР	Гусек.
Му	762	670	478	338	1354	518	670		
3,3			100	70				16,1	
4,0	100	100	82	57		40	50	15,8	21
4,6		100							
5,0	100	92,5	65	45		40	50	15,5	20,9
5,25	100								
6,0	88	76,5	53,5	37		37,5	47	15,2	20,7
7,0	74,5	65	45	31		35	44,5	14,8	20,3
8,0	64,5	56,5	39	26,5		32,5	41,5	14,3	20
9,0	57	49	34	23		30	39	13,7	19,6
9,3					100				
10	51	44,5	30,5	20,5	93	27,5	36,5	13	19,1
11	46	40	27,5	18,5	84	25	34	12,3	18,6
12	42	36,5	25	16,5	77	23	31,5	11,3	17,9
13	38,5	33	22,5	15	71	21,5	29,5	10,2	17,2
14	35,5	30,5	20,5	13,5	66	20	27,5	8,9	16,4
15	32,5	28,5	19	12,5	61	18,5	26	7,3	15,6
16	30,5	26	18	11,5	57	17,5	24,5	4,8	14,6
17						16,5	23		13,5
18						15,5	21,5		12,2
19						14,5	20,5		10,7
20						14	19,5		8,2

Му – удерживающий момент Му=762 тсм с противовесом 9+20 т без передвижения с грузом.
Му=338 или 670 тсм с противовесом 9 или 29 т при движении.
Му=1354 тсм с противовесом (9+20)+25 т на рычаге при движении.

Монтажный ПневмоГусеничный кран МПГК-200

Год постройки - 1988,
реконструирован в 1991, 1994 и 2001 г.г.,
может работать в сцепе с КН-180-3 фирмы
"Хитачи" G=44 т или с СКГ-505 Раменского
завода G=66,4 т
(здесь G-масса кранов без стрелы и крюка).

Масса сборочных единиц МПГК-200:
база - 46 т, ходовая часть - 20 т,
стрела L=19 м - 14 т,
стрела L=32 м с оголовком - 25,5 т,
стрела L=48 м - 37 т,
гусек L=6 м - 0,75 т,
крюковая подвеска
Грп=200 т - 3 т.
оголовок - 2,5 т

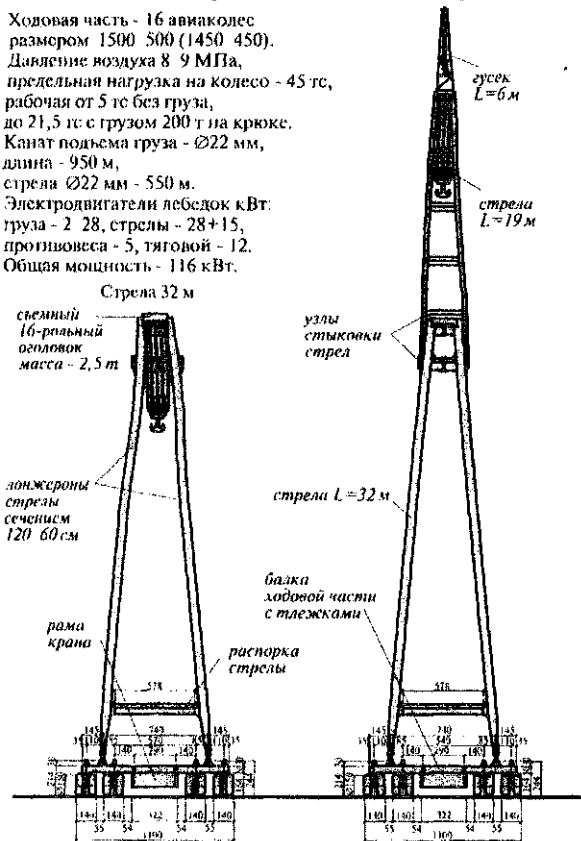
Масса и грузовой момент
крана со стрелой L=32 м.
В сцепе с КН-180-3
 $\Sigma G=44+152=196$ т,
Mгр=113 H=1243 тсм.
То же с СКГ-505
 $\Sigma G=66,4+152=218,4$ т
Mгр=135 H=1485 тсм



МПГК-200. Вид спереди.

Ходовая часть - 16 авиаколес размер 1500 500 (1450 450).
 Давление воздуха 8-9 МПа,
 предельная нагрузка на колесо - 45 тс,
 рабочая от 5 тс без груза,
 до 21,5 тс с грузом 200 т на крюке.
 Канат подъема груза - $\varnothing 22$ мм,
 длина - 950 м,
 стрела $\varnothing 22$ мм - 550 м.
 Электродвигатели лебедок кВт:
 груза - 2 28, стрелы - 28+15,
 противовеса - 5, тяговой - 12.
 Общая мощность - 116 кВт.

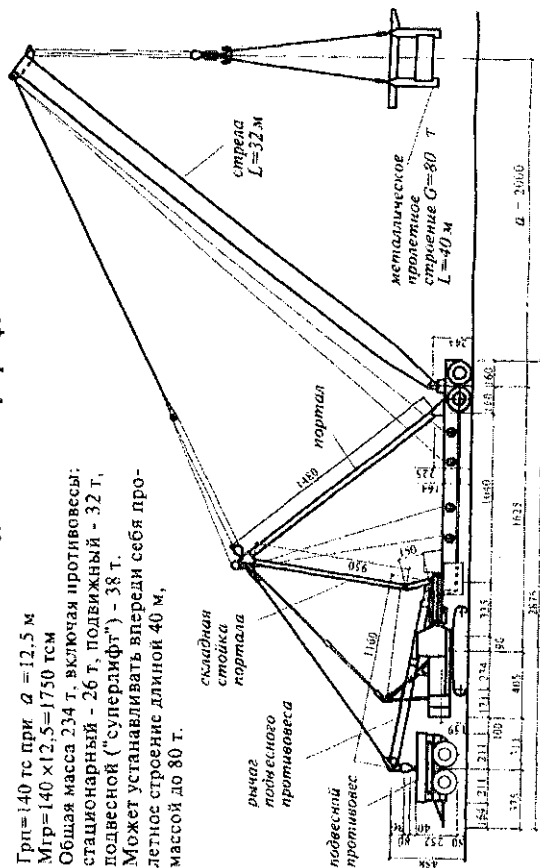
Составная стрела 48 м



338

Монтажный пневмоусенный кран МПГК-200-1994 г. с оборудованием "Суперлифт"

Грп=140 тс при $a=12,5$ м
 Мгр=140 x 12,5=1750 тсм
 Общая масса 234 т, включая противовесы:
 стационарный - 26 т, подвижный - 32 т,
 подвесной ("суперлифт") - 38 т.
 Может устанавливаться впереди себя про-
 летное строение длиной 40 м,
 массой до 80 т.



339

Грузовысотные характеристики крана МПГК-200
при различных вариантах установки сменного оборудования

Стрела L=48 м			Стрела L=32 м			Стрела L=19 м			
1989г.	1989г.	1991г.	1989г.	1989г.	1991г.	1989г.	1989г.	1994г.	
a	H	P	a	H	P	a	H	P	
7	46,5	110	6	30,4	140	140	4	18,4	200
8	46,4	110	7	30,2	140	140	5	18,2	200
9	46,2	107	8	30,0	126	140	6	17,8	200
10	46,0	95	9	29,7	111	140	7	17,4	170
11	45,7	85	10	29,5	99	125	8	17,0	142,5
12	45,5	77	11	29,1	89,5	113	9	16,5	125
13	45,2	70	12	28,7	81	102,5	10	16,0	107,5
14	44,9	64	13	28,2	74	94	11	15,0	94
15	44,6	58,5	14	27,8	68	86,5	12	14,5	83
16	44,2	54	15	27,3	63	80	13	13,5	72,5
17	43,9	50	16	26,7	58,5	74,5	14	12,5	65,5
18	43,5	46,5	17	26,1	54,5	70	15	11,5	55,5
19	43,0	43,5	18	25,5	51	65,5	16	10,0	47,5
20	42,6	40,5	19	24,8	47,5	61	17	8,5	40,5
21	42,2	38	20	24,0	44,5	57,5			
24	40,6	31,5	21	23,2	42	54			
27	38,6	26,5	22	22,3	39,5	50,5			
30	36,4	22,5	23	21,3	37,5	48			
33	33,5	19	24	20,2	35,5	45,5			
36	30,0	16,5	25	19,0	33,5				

Грузовысотные характеристики в таблицах даны для стрела с КН-180-3. Грп — миди.

Жирным в таблице выделена грузоподъемность с крюком на 75 т (масса крюка 1,25 т).

Крюк на 200 тс — массой 3 т.

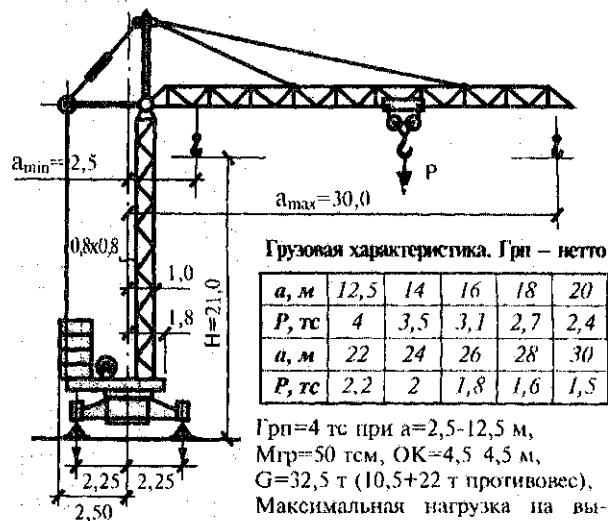
На вес стрелы: L=19 м, l=32 м и L=48 м можно устанавливать наклонный гусек L=6 м. С наклонным гуском на стреле L=48 м грузоподъемность 10 т на вылетах от 10 до 40 м, максимальная высота подъема крюка H_{max}=52,5 м.

Обозначения:

a - вылет стрелы (м),
H - высота подъема крюка (м), P - грузоподъемность (тс).

Стрела L=32 м	a	12,5	15	17	20
СУПЕРЛИФТ	H	28,4	27,3	26,1	24,0
1994 г.	P	140	115	100	85

Башенный кран КБ-210 «Бакра» — 1997 г.

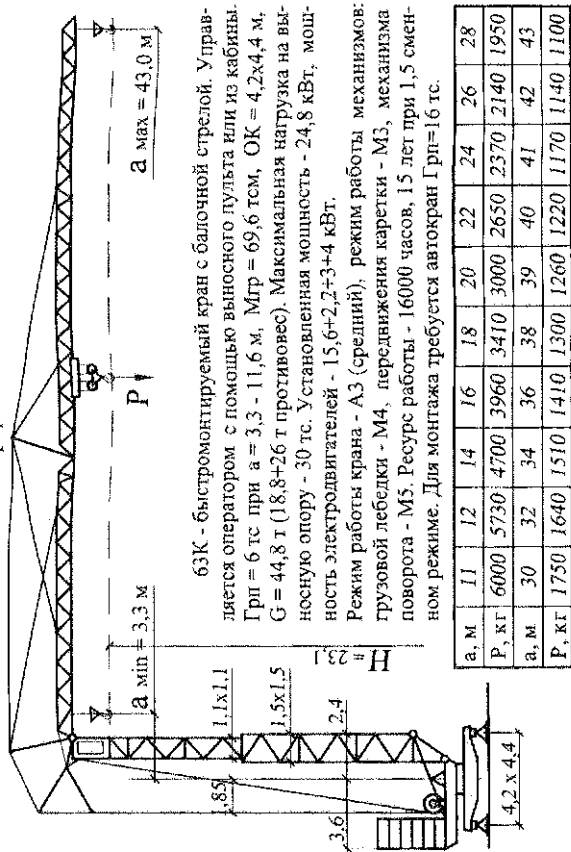


КБ-210 — быстромонтируемый стационарный кран с башенной стрелой с большим вылетом, весьма эффективен на сооружении пролетных строений из монолитного бетона, управляется оператором с помощью дистанционного или радиопульта.

Режим работы крана — 4К (легкий), режим работы механизмов — М3. Ресурс работы — 11 тыс. часов, 10 лет при 1,5 сменном режиме. Установленная мощность — 12 кВт, мощность электродвигателей — 5+3,5+3,5 кВт.

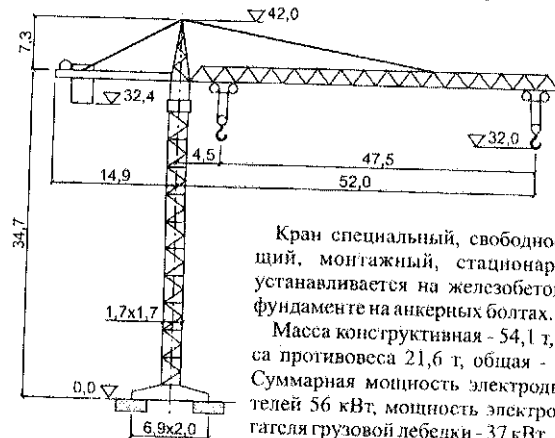
Для монтажа КБ-210 требуется кран с высотой подъема 28 м при Грп=2,5-3 тс.

Башенный кран 63К фирмы "Liebherr" - 1995г.



63К - быстромонтируемый кран с башенной стрелой. Управляется оператором с помощью выносного пульта или из кабины. Грп = 6 тс при а = 3,3 - 11,6 м, Мгр = 69,6 тсм, ОК = 4,2x4,4 м, G = 44,8 т (18,8+26 т противовес). Максимальная нагрузка на выносную опору - 30 тс. Установленная мощность - 24,8 кВт, мощность электродвигателей - 15,6+2,2+3+4 кВт.
Режим работы крана - А3 (средний), режим работы механизмов: грузовой лебедки - М4, передвижения каретки - М3, механизма поворота - М5. Ресурс работы - 16000 часов, 15 лет при 1,5 сменном режиме. Для монтажа требуется автокран Грп=16 тс.

Башенный кран КССМ-401.УХЛ Карачаровского завода
Грп - 6 тс при а = 4,5 - 18 м; Мгр= 110 тсм



Кран специальный, свободностоящий, монтажный, стационарный, устанавливается на железобетонном фундаменте на анкерных болтах.

Масса конструктивная - 54,1 т, масса противовеса 21,6 т, общая - 76 т. Суммарная мощность электродвигателей 56 кВт, мощность электродвигателя грузовой лебедки - 37 кВт.

Управление дистанционное с помощью кабельного или радиопульта.

Монтаж башни - снизу, с помощью монтажной обоймы с гидрориводом.

Грузоподъемность в таблице - нетто (груз + стропы)

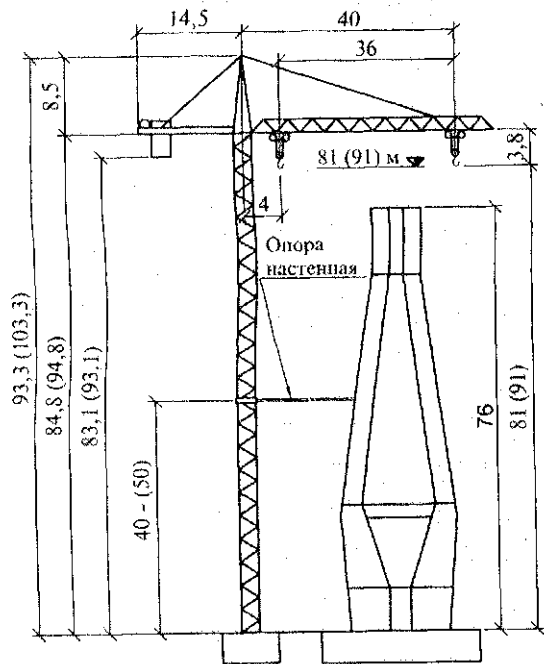
a, м	18	20	24	28	32	36	40	44	48	52
P, т	6,0	5,5	4,7	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	2,1	2,0

Кран может быть собран с различной высотой башни, высота секции башни - 3,7 м.

С 2002 по 2007 год краны КССМ-401.УХЛ использовались на мосту ч/р Ангара в Иркутске на сооружении русловых пролетных строений из монолитного железобетона методом навесного бетонирования.

Башенный кран КБ-585-00 - 2007 г.

Общая масса, включая противовес, свободностоящего крана
 Нкр = 66 м - 90,6т, приставного Нкр = 91 м - 102,7 т.
 Масса, противовеса - 16,3 т. Грп = 10 тс, Мгр = 260 тсм.



Размеры без скобок для моста ч/р Оку на обходе г. Муром

Основные характеристики КБ-585-00

ОАО "Строммашина" г. Кохма Ивановской обл.

Кран 5-ой размерной группы с неповоротной башней и балочной стрелой, стационарный с креплением нижней секции башни на фундаменте. До высоты подъема крюка - 66 м (61 м в III ветровом районе) кран работает как свободностоящий, выше - как приставной с креплением башни связями к монтируемому сооружению.

Макс. высота подъема - 160 м, в комплектации "Мостотреста" - высота подъема 91 м (см. на рис. размеры в скобках).

Монтаж башни производится наращиванием сверху отдельными секциями с помощью монтажной обоймы и крюковой подвески крана.

Установленная мощность - 160,5 кВт, мощность электродвигателя грузовой лебедки - 120 кВт.

Допустимая скорость ветра для рабочего состояния (на высоте установки анемометра) - 15 м/с.

В таблице указана грузоподъемность нетто, включает только массу груза и стропов.

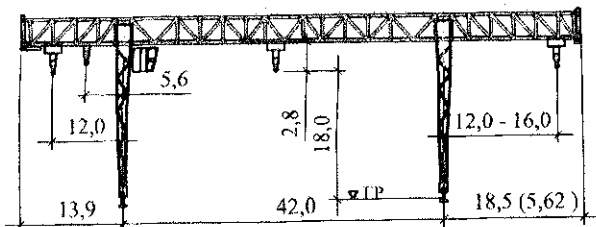
Вылет, м	26	28	30	32	34	36	38	40
Г/п, т	10,0	9,2	8,5	7,8	7,3	6,8	6,4	6,0

Расчётные нагрузки рабочего состояния на фундамент свободно стоящего крана с высотой подъема крюка - 66 м; момент - 435 тсм, вертикальная нагрузка - 100 тс, горизонтальная на уровне низа башни - 5 тс, Мкр = 20 тсм.

У приставного крана с Нкр = 81 м момент в вертикальной плоскости равен 0, горизонтальная нагрузка на настенную опору 15 тс, крутящий момент 20 тсм, вертикальная нагрузка на фундамент до 110 тс.

Режим работы крана - А5, механизмов: подъема, передвижения каретки и поворота - М5. Срок службы при 1,5 - сменной работе в режиме А5 - 16 лет. Ресурс до капремонта 16500 часов.

КСК-32/5 кран козловый двухконсольный
Запорожского завода - 2002 г.



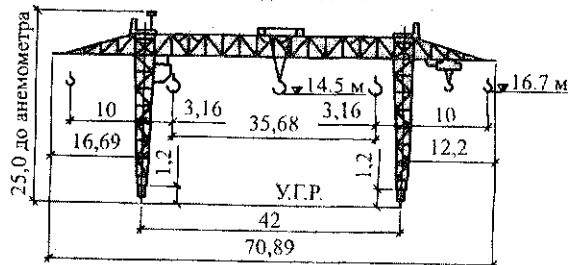
Грузоподъемность:

главного подъема в пролете и при выходе на консоль до 12 м	- 32 т.
на правой консоли от 12 до 16 м	- 20 т.
вспомогательного подъема	- 5,0 т.
высота главного подъема	- 18 м
пролет крана	- 26, 32, 42 м
база крана	- 12 м
Масса крана	- 105,5 т.
Масса наиб. тяжелого элемента	- до 8,6 т.
Нагрузка от колеса макс	- 29 т.

Установленная мощность электродвигателей - 78 кВт.
Скорость передвижения крана, м/мин - до 34
Ригель крана треугольный в поперечном сечении. Грузовая каретка движется по монорельсу, на расстоянии 1,0 м от него - монорельс 5 т тельфера. Для монтажа крана необходимы 4 башни высотой 10,5 м с турникетами, на которых собирается ригель, присоединяются ноги, после чего производится подъем ригеля двумя стреловыми кранами на проектную высоту до схождения ног до базы 12 м.
Режим работы крана А4, режим работы механизмов М3, ресурс до кап. ремонта - 5000 часов.

346

КС50-42В Кран козловой двухконсольный Запорожского
завода - 2000 г.



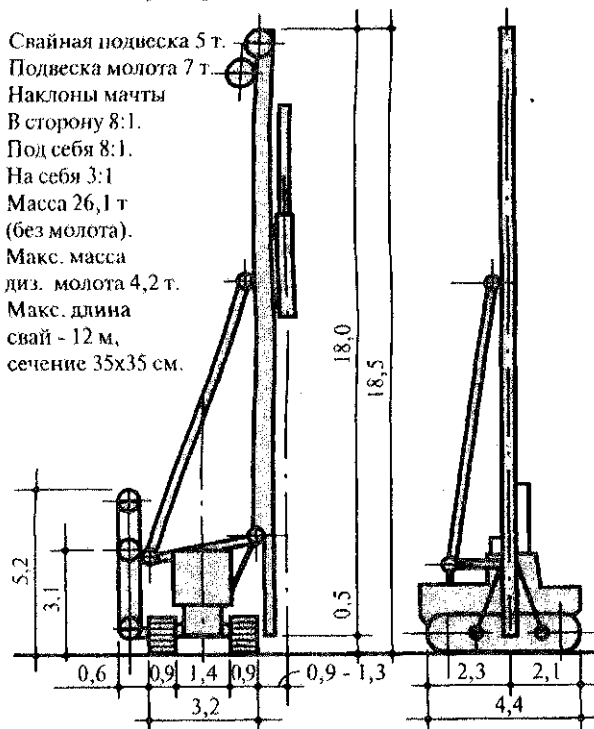
Назначение крана - обслуживание складских площадок и монтаж строительных конструкций.
Грузоподъемность глав. под. - 50 тс, вспомогательного подъема - 10 тс.
Высота подъема глав. под. - 14,5 м; вспомогательного подъема - 16,7 м; пролет крана 26; 32; 42 м, база крана 9,0 м.

Масса крана - 96,6 т, масса наиболее тяжелого элемента - 8,1 т
Установленная мощность - 101,9 кВт, мощность электродвигателей лебедок подъема груза 2x30 кВт.
Тип подкранового рельса - Р50, преодолеваемый уклон пути не более 0,003, расч. нагр. ходового колеса на рельс - 31 тс.
Допускается работа крана при скорости ветра на высоте 25 м не более 18,5 м/сек.
Режим работы крана - А4, механизмов главного подъема, передвижения крана и тележки - М3. Срок службы механизмов - 10 лет, металлоконструкций - 20 лет.
Ресурс до капремонта - 5000 часов.

347

**Копровая установка СП49Д
на базе трактора Т-170 МБ**

Свайная подвеска 5 т.
Подвеска молота 7 т.
Наклоны мачты
В сторону 8:1.
Под себя 8:1.
На себя 3:1
Масса 26,1 т
(без молота).
Макс. масса
диз. молота 4,2 т.
Макс. длина
свай - 12 м,
сечение 35x35 см.

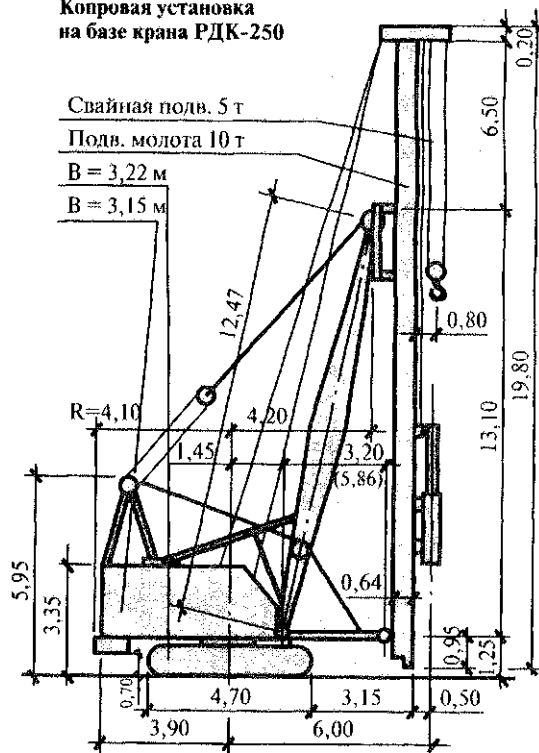


Для бурения лидерных скважин $\varnothing 0,36$ м на глубину до 3 м - на СП-49Д возможна навеска вращателя со шнеком - УНБО-03

348

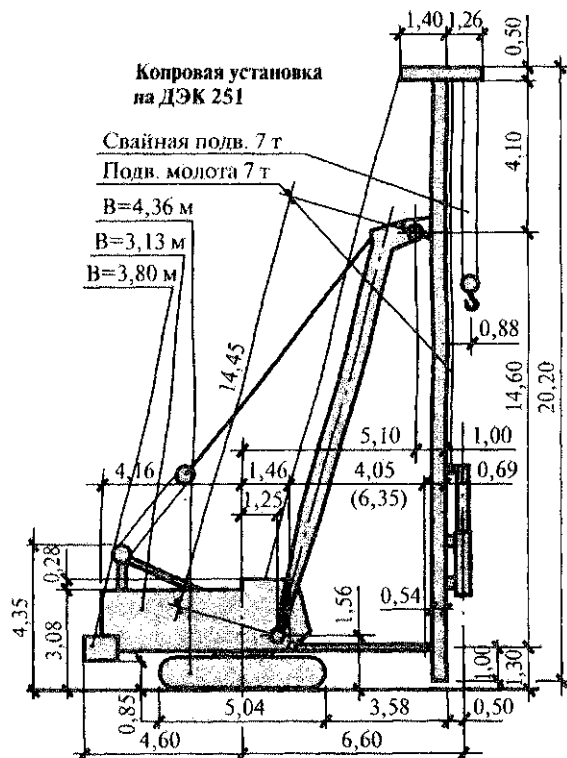
**Копровая установка
на базе крана РДК-250**

Свайная подв. 5 т
Подв. молота 10 т
 $V = 3,22$ м
 $V = 3,15$ м



КУ предназначена для забивки свай длиной до 12 м (от площадки), массой - 4,8 т. Масса КУ-54 т, включая площадку С-949 (УР-2500) массой с наголовником-6,5 т. (5,86) - для забивки свай с наклоном 4:1

349



Копровая установка
на ДЭК 251

Свайная подв. 7 т

Подв. молота 7 т

V=4,36 м

V=3,13 м

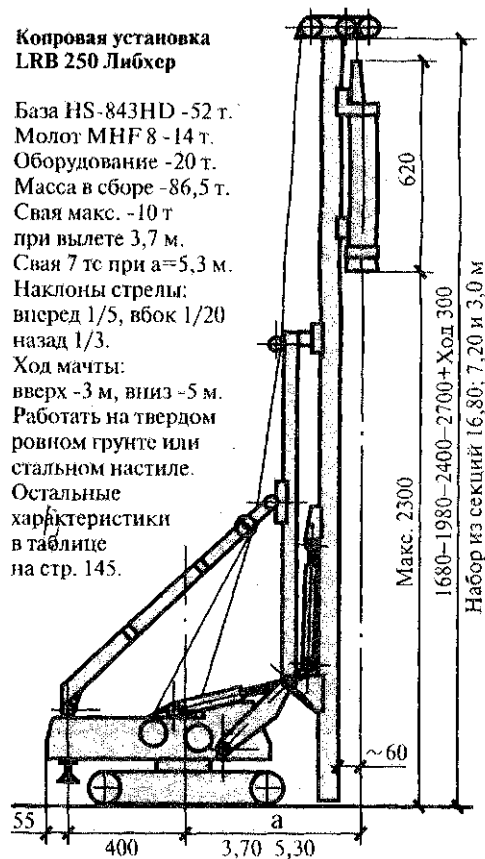
V=3,80 м

КУ предназначена для забивки свай длиной до 12 м (от площадки), массой -4,5 т. Масса КУ-52,9 т с молотом С-949 и дополнит. противовесом массой 4,7 т.
(6,35) - для забивки свай с наклоном 4:1

350

Копровая установка
LRB 250 Либхер

База HS-843HD -52 т.
Молот MHF 8 -14 т.
Оборудование -20 т.
Масса в сборе -86,5 т.
Свая макс. -10 т
при вылете 3,7 м.
Свая 7 тс при a=5,3 м.
Наклоны стрелы:
вперед 1/5, вбок 1/20
назад 1/3.
Ход мачты:
вверх -3 м, вниз -5 м.
Работать на твердом
ровном грунте или
стальном настиле.
Остальные
характеристики
в таблице
на стр. 145.



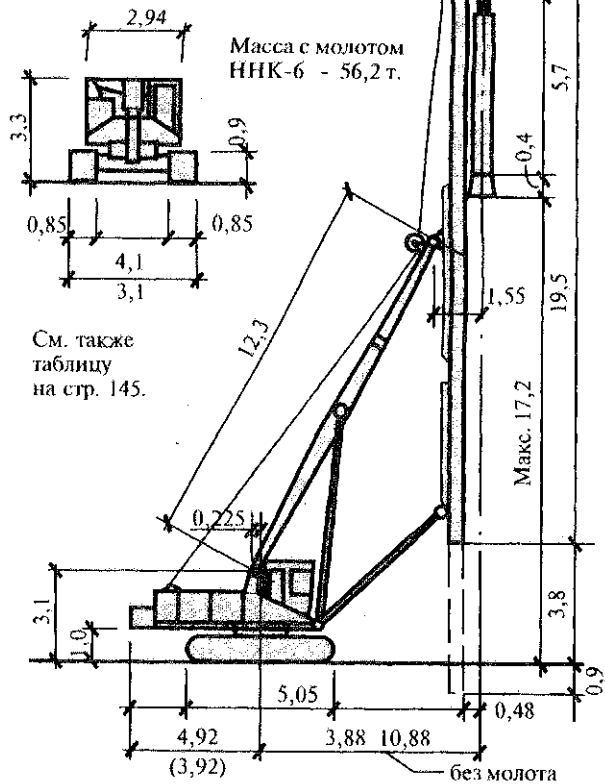
Макс. 2300

1680-1980-2400-2700+Ход 300

Набор из секций 16,80; 7,20 и 3,0 м

351

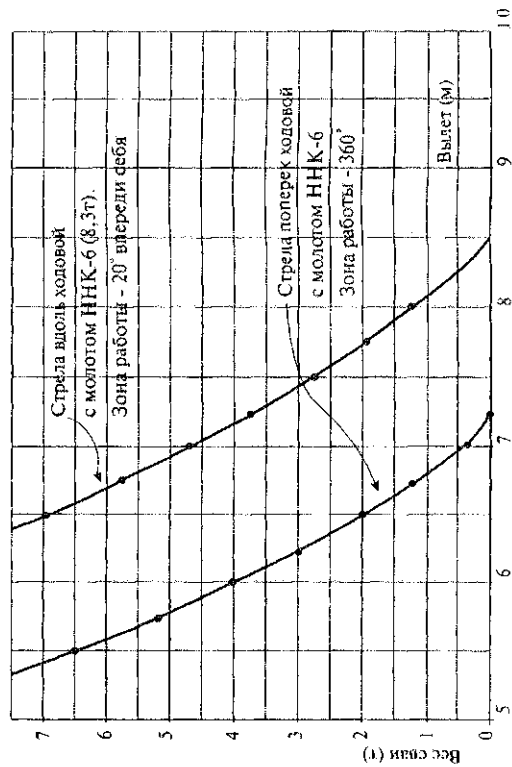
Котровая установка
Юпитая РМ 23JHD



352

Характеристика РМ-23 JHD

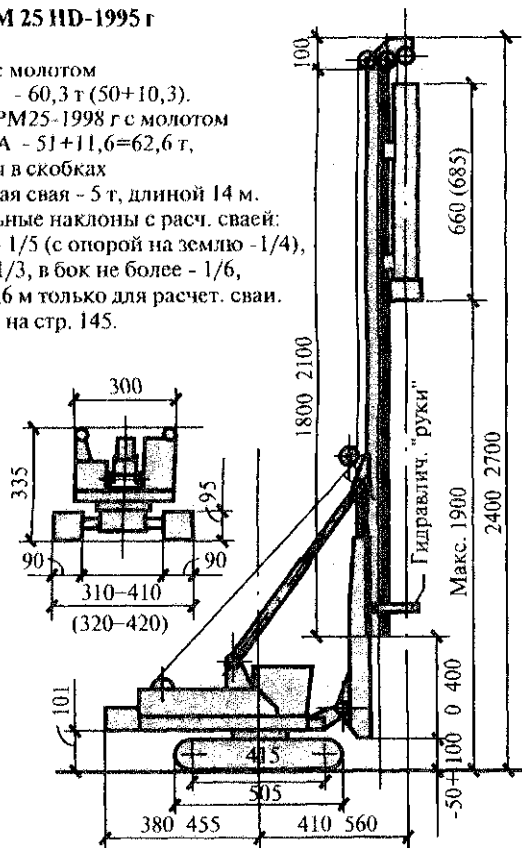
Вес сваи в зависимости от вылета и положения стрелы



353

PM 25 HD-1995 г

Масса с молотом
 ННК-7 - 60,3 т (50+10,3).
 Масса PM25-1998 г с молотом
 ННК-7А - 51+11,6=62,6 т,
 размеры в скобках
 Расчетная свая - 5 т, длиной 14 м.
 Предельные наклоны с расч. сваяи:
 вперед - 1/5 (с опорой на землю - 1/4),
 назад - 1/3, в бок не более - 1/6,
 вылет 5,6 м только для расчет. свая.
 См. таб. на стр. 145.



354

Основные погрузочные и габаритные характеристики грузовых автомобилей

Цифровые индексы грузовиков:

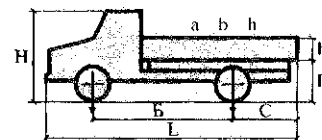
Первые две цифры индекса обозначают полную массу и тип грузовика.

Тип автомобиля	Полная масса, г				
	до 8	до 14	до 20	до 40	>40
Бортовая платформа	33	43	53	63	73
Седельный тягач	34	44	54	64	74
Самосвал	35	45	55	65	75

3 и 4 цифры обозначают порядковый номер модели, 5 — модификацию, 6 и 7 — тип исполнения и климатические условия эксплуатации.

При выборе грузовика для перевозки длинномерных грузов следует знать, что груз не должен выходить за задний борт более чем на 1 м. Если выход конца от 1 до 2 м, то следует днем обозначать его знаками — крупногабарит, а ночью — фонарем или световозвращателем красного цвета. При выходе более 2 м, требуется иметь разрешение на перевозку.

Двухосные грузовики



Грп — грузоподъемность, G — собственная масса, ПО — нагрузка на переднюю ось, ЗО — нагрузка на заднюю ось, а b h — внутренние размеры кузова — длина ширина высота, Б — база, L — полная длина, С — свес кузова за заднюю ось, П — погрузочная высота, Н — высота автомобиля, Ш — ширина. Все размеры даны в см, а масса — в тоннах.

355

ГАЗ - 33021 "Газель"

Грп = 1,5 тс, G = 1,85 т, ПО = 1,2 тс, ЗО = 2,3 тс.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
306	194	38	95	158	290	547	212	210

Зил - 53010А "Бычок"

Грп = 3,0 тс, G = 3,7 т, ПО = 2,3 тс, ЗО = 4,6 тс.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
375	225	45	106	170	365	620	237	232

Зил - 5301ДО

Грп = 3,0 тс, G = 3,85 т, ПО = 2,35 тс, ЗО = 4,7 тс.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
438	225	45	106	170	425	680	237	232

Зил - 433110

Грп = 6,0 тс, G = 5,0 т, ПО = 3,7 тс, ЗО = 7,5 тс.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
469	233	57	145	196	450	761	266	250

Зил - 534340

Грп = 8,0 тс, G = 6,3 т, ПО = 4,5 тс, ЗО = 10,0 тс.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
469	233	57	144	199	450	764	270	250

МАЗ - 53371

Грп = 8,7 тс, G = 7,15 т, ПО = 6,0 тс, ЗО = 10,0 тс.

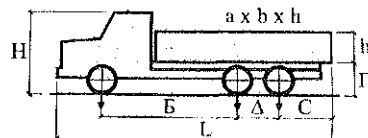
a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
499	235	68	145	195	395	730	290	250

МАЗ - 533630

Грп = 8,2 тс, G = 8,35 т, ПО = 6,7 тс, ЗО = 10,0 тс.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
610	235	70	140	230	490	860	316	250

Трехосные грузовики



ЗТ - нагрузка на тележку (2 задние оси).

КАМАЗ - 53215

Грп=11,0 тс, G=8,5 т, ПО=4,4 тс, ЗТ=15,3 тс Δ=132 см.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
610	232	50	135	220	369	853	310	250

КрАЗ - 65101

Грп=13,3 тс, G=10,5 т, ПО=6,0 тс, ЗТ=18,0 тс Δ=140 см.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
577	232	82	147	207	488	960	280	250

МАЗ - 631708-020 6x6.1

Грп=11,0 тс, G=14,0 т, ПО=7,2 тс, ЗТ=18,0 тс Δ=140 см.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
625	252	34	160	227	420	940	335	270

МАЗ - 630305-020

Грп=13,3 тс, G=11,2 т, ПО=6,7 тс, ЗТ=18,0 тс Δ=140 см.

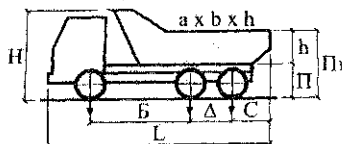
a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
770	242	70	140	284	459	1023	316	250

КАМАЗ - 65117

Грп=14,0 тс, G=9,85 т, ПО=6,0 тс, ЗТ=18,0 тс Δ=132 см.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
780	242	50	136	270	497	1024	299	250

Грузовики - самосвалы



V - объем кузова, П₁ - высота погрузки экскаватором.

Зил ММЗ - 45085

Грп=5,8 тс, G=5,1 т, ПО=2,9 тс, ЗО=8,2 тс, V=3,8 м³, П₁=190 см.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
295	230	60	130	130	380	618	252	250

МАЗ - 555102

Грп=8,0 тс, G=8,0 т, ПО=6,15 тс, ЗО=10 тс, V=5,5 м³, П₁=213 см.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
380	226	63	150	140	330	600	292	250

КАМАЗ - 55111

Грп=13 тс, G=9,25 т, ПО=5,55 тс, ЗТ=16,85 тс, V=6,6 м³, П₁=216 см.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
390	230	80	136	122	284	670	285	250

КАМАЗ - 6520

Грп=20 тс, G=12,95 т, ПО=7,4 тс, ЗТ=25,7 тс, V=12 м³, П₁=252 см.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
465	230	112	140	144	360	780	306	250

МАЗ - 551605

Грп=20 тс, G=12,8 т, ПО=7,0 тс, ЗТ=26 тс, V=10,5 м³, П₁=256 см.

a	b	h	П	С	Б	L	H	Ш
444	228	104	152	151	335	755	310	250

Некоторые сведения по автомобилям-тягачам и упрощенным тяговым расчетам

Для лиц, осуществляющих перевозку тяжеловесного оборудования и строительных конструкций по автодорогам общего пользования.

Для сравнения и оценки возможностей седельных и балластных тягачей различных моделей, ниже в таблице, на развороте страниц, приведены их технические характеристики, включая максимальную силу тяги по двигателю и сцеплению с дорогой, соответствующую этой силе тяги полную массу автопоезда на 18% подъеме и скорость движения при этом.

Таблица не охватывает все модели тягачей, имеющихся в подразделениях Мостогреста, поэтому определить силу тяги при иных характеристиках двигателя и трансмиссии или для промежуточных передач коробки скоростей можно по формуле:

$$P_d = M_{кр} \cdot i_{тр} \cdot Z / r_{к}, \text{ кгс}$$

где **Z** - коэф. полезного действия трансмиссии, для грузового автомобиля можно принять в запас, его нижнее значение $Z=0,8$. **M_{кр}**, **i_{тр}**, **r_к** - даны в таблице (или см. в документации автомобиля), пояснение под таблицей.

Реализовать максимальную силу тяги по двигателю **P_д** max на нижней передаче можно при условии, что сила тяги по сцеплению колес с дорогой **P_с** будет больше или равна **P_д** max.

$$P_c = G_c \cdot \mu$$

где **G_с** - сцепной вес автомобиля в кгс, а **μ** - коэф. сцепления колес с дорогой см на стр. 251.

При известной силе тяги можно определить массу автопоезда

$$G_{ап} = P_d / (r_{\alpha} + r_f), \text{ т}$$

где **r_α** и **r_f** - удельное сопротивление движению в зависимости от угла подъема дороги **α** и сопротивления качению колес, зависящее от вида и состояния покрытия, см на стр. 250 и 251 (при штатном давлении в шинах).

Величину продольных уклонов и вид покрытия в зависимости от категории дороги см на стр. 249.

При заданной массе автопоезда можно определить силу со-

ТИП	Модель	Колесная формула	N / n ле / об	Мк / по кгсм / об	$i_k \times i_p \times i_o = i_{тр}$
Седельные тягачи	КАМАЗ-6526	6 x 6.2	544 / 1900	269 / 1300	$13.86 \times 0.91 \times 5.55 = 70.0$ $11.56 \times 0.91 \times 5.55 = 58.4$
	SCANIA-R144 GA 8x4	8 x 4.2	530 / 1900	232 / 1300	$16.38 \times 4.24 = 69.45$ $13.28 \times 4.24 = 56.30$
	Mercedes Benz-4853 S	8 x 4.2	530 / 1800	245 / 1080	$11.72 \times 5.333 = 62.5$
	КрАЗ-6443	6 x 6.2	318 / 2100	121 / 1300	$7.73 \times 1.31 \times 8.173 = 82.76$
	КАМАЗ-6460	6 x 4.2	340 / 2200	148 / 1400	$11.56 \times 5.11 = 59.07$
Валяльные тягачи	МАЗ-631708-020	6 x 6.1	390 / 1900	175 / 1200	$12.24 \times 1.107 \times 6.59 = 89.3$
	КрАЗ-6322	6 x 6.1	318 / 2100	121 / 1300	$7.73 \times 1.31 \times 8.173 = 82.76$
	КАМАЗ-4311К	6 x 6.1	245 / 2200	108 / 1300	$7.82 \times 1.692 \times 6.53 = 86.4$
	КрАЗ-255 Б1	6 x 6.1	232 / 2100	90 / 1500	$5.26 \times 2.28 \times 8.21 = 98.46$

N - мощность двигателя нетто, л.с. **n** - число оборотов, соответствующее этой мощности, об/мин.

Мк - максимальный крутящий момент нетто, кгсм. **по** - среднее значение числа оборотов двигателя, соответствующее **Мк**. **i_k**, **i_p**, **i_o**, **i_{тр}** - передаточные числа коробки, раздатки, главной передачи (ведущих мостов), в целом трансмиссии (здесь на нижней передаче коробки скоростей).

r_к - статический радиус колеса с учетом прогиба шины под нагрузкой, м.

G_c, **G_п** - сцепной вес и полная масса автомобиля с грузом (сумма нагрузок на оси), т.

G_р - максимальная нагрузка на седло или масса балласта. **Рд** - сила тяги максимальная, при макс. крутящем моменте двигателя и наибольшем передаточ. числе трансмиссии, кгс.

V_a - скорость автопоезда при максимальной силе тяги по двигателю и трансмиссии.

Размер шины	G _к м	G _c / G _п / G _р т	Рд кгс	V _a км/час	Р _c кгс	G _{ап} т
12,00 R 20	0,52	33,5/33,5/21,5	29000 24200	3,60 4,35	20100	153 128 (106)*
315 / 80 R 22,5	0,51	33 / 47 / 35	25300 20500	3,60 4,45	19800	134 108 (105)
12,00 R 24	0,60	32 / 47 / 36	20400	3,9	19200	108 (102)
12,00 R 20	0,52	28 / 28 / 17	15400	3,1	16800	81,5 (89)
315 / 80 R 22,5	0,51	20 / 26 / 16,5	13700	4,6	12000	72,5 (63)
1350 x 550 x 533	0,62	25 / 25 / 11	20200	3,8	15000	107 (79)
1300 x 530 x 533	0,58	23 / 23 / 10	13800	3,4	13800	73 (73)
1260 x 425 x 533P	0,58	21 / 21 / 10	12870	3,25	12600	68 (67)
1300 x 530 x 533	0,58	20 / 20 / 8	12200	3,3	12000	64,5 (63,5)

Р_c - сила тяги по сцеплению ведущих колес с дорогой при коэффициенте сцепления - 0,6.

G_{ап} - полная масса автопоезда, по макс. силе тяги, при преодолении подъема крутизной 18%, на дорогах с ровным асфальтобетонным покрытием (при 8% G_{ап} x2).

* (106) - по сцеплению с дорогой.

Пояснение колесной формулы см. на стр. 253;

Размеры шин:

12,00 (315 / 80) - ширина профиля шины в дюймах (315 в мм и 80 - соотношение высоты профиля к ширине в %);

R - радиальная; 20 - посадочный диаметр в дюймах;

1350 x 550 x 533 - наружный диаметр, ширина профиля и посадочный диаметр широкопрофильной шины в мм.

По ГОСТ 21398-89 автопоезд с полной массой на твердом, ровном, сухом покрытии должен преодолевать 3% подъем протяженностью 3км на скорости не менее 35 км/час и должен трогаться с места на 12% подъеме.

противления равномерному движению $P_{ед}$ на подъеме или на горизонтальном участке дороги

$$P_{ед} = G_{ап} (p_{\alpha} + p_f),$$

которую сравнивают с силой тяги по двигателю на различных передачах коробки скоростей $P_{дi}$, и для того передаточного числа трансмиссии, где $P_{дi} > P_{ед}$ определяют скорость движения V_a .

$$V_a = 0,377 \cdot n_0 \cdot r_k / i_{tr}, \text{ км/час,}$$

n_0 - об/мин число оборотов двигателя при максимальном крутящем моменте. Если скорость движения получится более 40 км/час, то нужно определить силу сопротивления воздуха P_w , приплюсовать ее к силе сопротивления движению от p_{α} и p_f , и повторить расчет, если сила тяги на прежнем передаточном числе окажется меньше, чем $P_{ед} + P_w$.

$$P_w = 0,077 \cdot k \cdot F \cdot V_a^2,$$

где k - коэф. обтекаемости, для грузового автомобиля, в запас, примем его верхнее значение $k = 0,08$, F - лобовая площадь автомобиля, м², V_a - скорость движения, км/час. Если принять $F = 7$ м², то сопротивление воздуха для этого случая при различных скоростях будет следующим:

V_a , км/час	20	25	30	35	40	60	70	80	90	100
P_w , кгс	17	27	39	53	69	155	210	275	348	430

При встречном, даже умеренном (до 6 м/сек) ветре указанные в таблице значения силы сопротивления воздуха следует увеличить на скоростях до 40 км/час в три-четыре, а при 60 км/ч и выше - в два раза.

С учетом P_w массу автопоезда при скоростях выше 40 км/час или встречном ветре свыше 5 м/сек определяем:

$$G_{ап} = (P_{д} - P_w) / (p_{\alpha} + p_f)$$

При определении силы тяги по двигателю на промежуточных позициях коробки передач от 5 до 10% максимального крутящего момента целесообразно оставить в запас на преодоление

дорожного сопротивления и силы инерции при разгоне автопоезда, с учетом этого, нужно проверить достаточно ли сила тяги для трогания автопоезда с места на 12% подъеме.

Не сложно определить силу сопротивления разгону (силу инерции) P_u по формуле:

$$P_u = \delta \cdot G_{ап} \cdot a_{ап} / g, \text{ если}$$

принять δ - коэф. учета вращающихся масс, равным 1,1-1,2, $a_{ап}$ - ускорение автопоезда, равным 0,07 - 0,08 м/с², при $N/G_{ап} = 3,5 + 3,9$ лс/т, 0,1 - 0,14 м/с², при 4-5 лс/т и 0,28 м/с² при 7,6 лс/т, где $N/G_{ап}$ - удельная мощность автопоезда, $g = 9,81$ м/с² - ускорение силы тяжести. Тогда, с учетом силы инерции при трогании с места и разгоне масса автопоезда будет:

$$G_{ап} = (P_{д} - P_w - P_u) / (p_{\alpha} + p_f).$$

Полуприцепы - тяжеловозы и тягачи.

Полуприцепной низкорамный трейлер ТК160HDC.

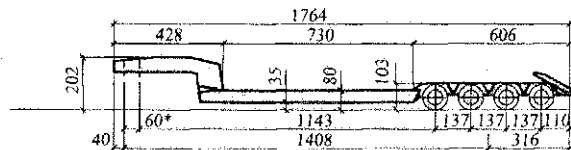
Мостоотряд №114. Trial King (0+4) США-2000г.

Снаряженная масса $G = 15$ т (5,4+9,6) с тягачем International F-5070SBA-1992г. $G = 12$ т (5,5+2х3,25), $N = 500$ лс/1800 об/мин, колесная формула 6х4.2, шины 12,00R24.

Грп-60 тс при V не более 50 км/час с трехосным тягачем и осевой нагрузке $6+2 \times 16,5+4 \times 12 = 87$ тс.

При 4-х осном тягаче **Грп-72,5 тс** и осевой нагрузке $7,5+7,5+2 \times 16+4 \times 12,875 = 98,5$ тс (11+15+72,5) тс.

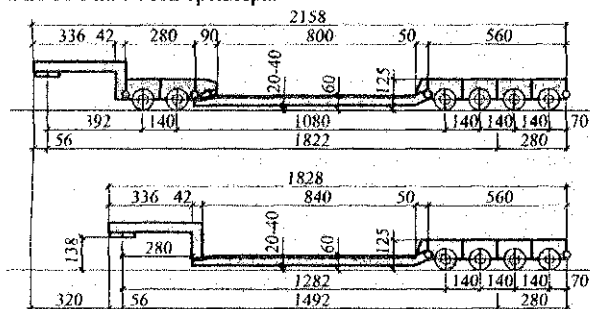
При 3-х осном тягаче и **Грп-72,5 тс** (12+15+72,5) т осевой нагрузке $6,3+2 \times 18,5+4 \times 14,05 = 99,5$ тс, имеет место



* два возможных положения шкворня на консоли

превышение осевой нагрузки тягача и трейлера $[P_T]=2 \times 16,5 \text{ т}$ $[P_{Tr}]=12 \text{ т}$. Размер платформы $7,3 \times 3,0 \text{ м}$ ($3,6 \text{ м}$), погрузочная высота - $0,8 \text{ м}$, просвет $0,3-0,35 \text{ м}$, $h=1,45 \text{ м}$ до опорного устройства, габарит консоли - $2,9 \text{ м}$, диаметр шкворня **89 мм**. Общая длина с тягачем $6 \times 4,2 - 23,72 \text{ м}$, с тягачем $8 \times 4,2 - 22,46 \text{ м}$, длина от заднего торца до оси шкворня - $17,24 \text{ м}$. Колеса двухскатные, неуправляемые, на общей оси, шины $275/70 \text{ R}22,5$.

Полуприцепной, модульный с управляемыми колесами низкорамный трейлер STZ-VH6(2+4), Goldhofer, с тягачом Mercedes-Benz 4853S $8 \times 4,2 - 2002 \text{ г}$. Мостоотряды №№ 4, 6, 90. Грузоподъемность - **98 т**, при работе в составе переднего 2-х осевого и заднего 4-х осевого модулей со скоростью движения не более 20 км/час , с нагрузкой на ось $7,5+7,5+2 \times 16 \text{ т}$ у тягача и по 16 т на 6 осей трейлера.



Гри - 78 т, при скорости до 60 км/ч и осевой нагрузке $7,3+7,3+2 \times 15,2+6 \times 13 \text{ т}$. Снаряженная масса трейлера - $33,6 \text{ т}$.

Гри - 60 т, без переднего модуля со смещением центра тяжести груза назад на $1,5 \text{ м}$ от середины грузовой площадки, при скорости до 60 км/час , нагрузке $7,3+7,3+2 \times 15,2+4 \times 13,25 \text{ т}$.

Снаряженная масса трейлера - $26,9 \text{ т}$, в т.ч. модуль - $10,8 \text{ т}$, рама - $10,9 \text{ т}$, Г-образная консоль - $5,2 \text{ т}$.

Размер погрузочной платформы: длина $8,0 \text{ м}$ ($8,4 \text{ м}$ без переднего модуля), ширина - $2,74 \text{ м}$, $3,24 \text{ м}$ и $3,44 \text{ м}$, при полностью выдвинутых консолях, погрузочная высота $0,6 \text{ м}$, штатный зазор под платформой равный 200 мм можно уменьшать до 0 и увеличивать до 500 мм . Полная длина трейлера с тягачом - $26,24 \text{ м}$, без переднего модуля - $22,94 \text{ м}$. База - расстояние от оси седла до середины заднего модуля - $18,2 \text{ м}$ и $14,9 \text{ м}$ соответственно. Колеса односкатные, шины $285/70 \text{ R}19,5$.

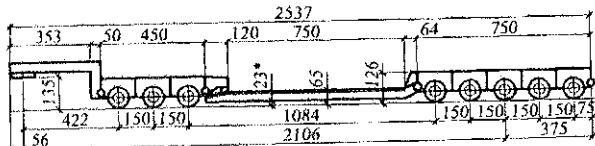
Модульные тележки можно использовать отдельно от платформы, для перевозки мостовых балок и других конструкций, можно соединять между собой по длине и ширине. При скорости до 5 км/ч допускается нагрузка - 23 т/ось . Поворот колес тележек возможен на угол до 60° . За счет пневмогидравлической подвески возможна регулировка по высоте до 500 мм . Управление поворотом колес и регулировка высоты возможны как от системы тягача, так и от автономной дизель-насосной станции мощностью 10 кВт , входящей в комплект трейлера.

Тягач **MB4853S** (см. таблицу) снаряженной массой 11 т в т.ч. по осям $3,6+3,6+2 \times 1,9 \text{ т}$ имеет буксирный прибор и седельное устройство, может работать с полуприцепами, имеющими шкворень диаметром **89 мм**, а с пригрузом, как балластный тягач. Предельная нагрузка на седло - 34 т и 36 т при скорости до 60 и до 40 км/ч соответственно, при этом $\sim 22\%$ нагрузки на седло приходится на две передние и 78% на две задние оси.

Полная масса автопоезда на дорогах с твердым покрытием и подъемах до 9% может достигать 180 т , по условию трогания с места на расчетном 12% подъеме - 140 т , по условию преодоления расчетного 18% подъема - 108 т (см таблицу).

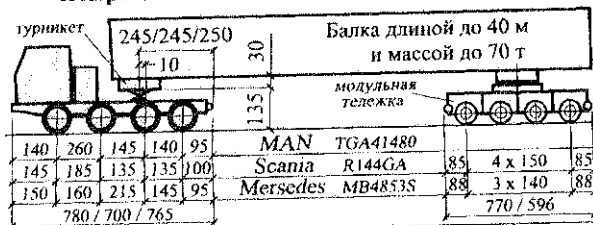
Полуприцепной, модульный с управляемыми колесами низкорамный трейлер Scheuerle L2SUE125-3T5(3+5) - 2002 г . $G=40,7 \text{ т}$ с тягачом Scania R144GA $8 \times 4,2 - 2002 \text{ г}$. $G=12,3 \text{ т}$. (см. таблицу). Мостоотряд №18. Максимальная грузоподъемность **Гри-127 т** при $V=25 \text{ км/час}$, **Гри-102,5 т** при $V=40 \text{ км/час}$,

Гри-88 тс при V=80 км/час. Нагрузка на 8 осей трейлера от 12 до 17 т, нагрузка на седло тягача от 22,5 до 35 т. Ширина модулей 2740 мм, ширина платформы 2609, 2950, 3210 мм. Все колеса трейлера односкатные, управляемые, с подвеской с изменяемой высотой. Размер шин 285/70 R 19,5.



* - возможна регулировка по высоте за счет пневмогидравлической подвески.

Четырехосные седельные тягачи Мостотреста



Марка тягача	MAN TGA41480	Scania R144GA	Merscedes MB4853S
Мощность (л.с.)	480	530	530
Снаряженная масса (т)	11,3	12,3	11,0
Доп. нагрузка на ССУ (тс)	33	35	36
Доп. нагрузка на 1 и 2 оси (тс)	7 + 7	7,5 + 7,5	7,5 + 7,5
Доп. нагрузка на 3 и 4 оси (тс)	15 + 15	16 + 16	16 + 16

Допускаемая нагрузка на седельно-сцепное устройство (ССУ) и допускаемая нагрузка на ось даны по конструктивной прочности машин при скорости движения до 40 км/час.

Пояснение обозначений и индексов строительных норм и правил

Пример СНИП 3.06.04-91 Первая цифра — номер части, далее две цифры — номер группы, следующие две — номер документа, год утверждения документа.

- 1 часть — организация, управление, экономика.
- 2 часть — нормы проектирования.
- 3 часть — организация, производство, приемка работ.
- 4 часть — сметные нормы.
- 5 часть — нормы затрат.

Группы 2 части (проектирование):

01 — общие нормы проектирования, 02 — основания и фундаменты, 03 — строительные конструкции, 05 — сооружения транспорта, 06 — гидротехнические, энергетические сооружения, 09 — производственные здания, вспомогательные и инвентарные здания.

Группы 3 части (производство работ):

01 — общие правила строительного производства, 02 — основания и фундаменты, 03 — строительные конструкции, несущие и ограждающие конструкции, 04 — защитные, изоляционные и отделочные покрытия, 05 — инженерное и технологическое оборудование и сети, 06 — сооружения транспорта, мосты и трубы, 07 — гидротехнические и энергетические сооружения, 08 — механизация строительного производства, 09 — производство строительных конструкций, изделий и материалов.