РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КРАНЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА

РТМ 24.090.26-77

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Всесоюзным научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом подъемно-транспортного машиностроения, погрузочно-разгрузочного и складского оборудования и контейнеров (ВНИИПТмаш)

Директор А. Х. Комашенко
Заведующий отделом стандартизации А. С. Оболенский
Зам. заведующего отделом грузоподъемных машин П. Н. Рыбкин
Заведующий отделом управления качеством и унифицированных узлов ПТМ В. Н. Березин
Руководитель темы И. О. Спицына
Руководители и исполнители:
А. Г. Ланг, (Ленинградский инженерно-строительный институт)
А. С. Конопля, (Ленинградский инженерно-строительный институт)
В. П. Балашов, (ВЗГИ)

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Всесоюзным промышленным объединением "Союзподъемтрансмаш"

Главный инженер В. К. Пирогов

УТВЕРЖДЕН Министерством тяжелого и транспортного машиностроения

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ РАСПОРЯЖЕНИЕМ Министерства тяжелого и транспортного машиностроения от 4 апреля 1977 г. № ВП-002/3207

©Научно-исследовательский институт информации по тяжелому и транспортному машиностроению, 1978.

УДК 621.873.001.24. Группа Г86

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КРАНЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА

РТМ 24.090.26-77

Вводится впервые

Распоряжением Министерства тяжелого и транспортного машиностроения от 4 апреля 1977 г. № ВП-002/3207 данный руководящий технический материал утвержден в качестве рекомендуемого.

Настоящий РТМ распространяется на грузоподъемные краны и устанавливает основные требования на расчеты кранов и их элементов и методы их расчета.

Расчеты грузоподъемных кранов и их элементов содержатся в следующих руководящих технических материалах:

общие указания по расчетам;

методы расчета крановых механизмов;

методы расчета типовых узлов, деталей механизмов и типовых элементов стальных конструкций;

методы расчета электрооборудования;

нормы расчета отдельных видов кранов.

Перечень РТМ, указанных групп, дан в Приложении 1 справочном.

РТМ содержит следующие разделы:

общие положения;

режимы работы;

предельные состояния, нагрузки и виды расчетов;

методы расчетов;

факторы и показатели, учитываемые в расчетах;

расчетные случаи и сочетания нагрузок;

основные расчетные зависимости.

Издание официальное 76037454 Перепечатка воспрещена

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. РТМ должны содержать основные данные для расчета кранов и их элементов. Элементами крана являются его стальные конструкции, механизмы, электрооборудование, узлы, детали, их сопряжения и соединения.

1.2. РТМ должны учитывать требования нормативных документов, указанных в Приложении 2 справочном.

1.3. РТМ должны базироваться на результатах исследований, опыта проектирования, расчетов и эксплуатации кранов.

1.4. Рекомендации по содержанию РТМ указаны в Приложении 3 справочном.

1.5. Отступления от положений РТМ допускаются при наличии обоснованных соображений.

2. РЕЖИМЫ РАБОТЫ

2.1. Характеристики режимов работы кранов и их элементов должны приниматься в соответствии с нормативными документами (Правилами Госгортехнадзора).

2.2. Режимы работы в расчетах деталей и узлов механизмов рекомендуется выбирать согласно РС 5138-75 "Техника безопасности. Краны грузоподъемные. Классификация механизмов по режимам работы".

3. ПРЕДЕЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ, НАГРУЗКИ И ВИДЫ РАСЧЕТОВ

3.1. Предельными являются состояния крана или его элементов, обусловленные требованиями безопасности или недопущением снижения работоспособности (эффективности), при которых практически невозможна или технически нецелесообразна их дальнейшая эксплуатация. Наступление предельного состояния соответствует временному или постоянному отказу крана или его элемента, которые могут наступать внезапно или постепенно.

3.2. Устанавливаются три группы предельных состояний кранов и его элементов:

первая группа - по потере несущей способности и непригодности к эксплуатации от однократного действия наибольших нагрузок;

вторая группа – по потере несущей способности или непригодности к нормальной эксплуатации при многократном действии нагрузок различной величины за расчетный срок службы;

третья группа – по непригодности к нормальной эксплуатации вследствие недопустимых упругих деформаций, колебаний и прочих факторов, которые влияют на работу крана и его элементов, а также обслуживающего персонала. Нормальной считается такая эксплуатация крана и его элементов, при которой соблюдаются требования инструкций по эксплуатации.

3.3. К первой группе предельных состояний относятся: нарушение несущей способности элементов крана по прочности (разрушение или образование остаточных деформаций), потеря устойчивости элементов крана, потеря устойчивости (опрокидывание) крана и т.п.

Для предотвращения наступления этих предельных состояний проводятся расчеты на прочность, контактную прочность, устойчивость формы элементов крана, устойчивость крана против опрокидывания и т.п.

Расчетными являются наибольшие (пиковые) нагрузки, которые могут возникнуть однократно за срок службы крана в рабочем или нерабочем состояниях. Рабочим считается состояние, при котором кран выполняет свои функции. Нерабочим считается состояние, когда кран без груза подвержен только нагрузкам от собственного веса и ветра нерабочего состояния или находится в процессе монтажа, демонтажа и транспортировки.

3.4. Ко второй группе предельных состояний относятся разрушения от усталости, износ и нагрев элементов крана.

Для предотвращения наступления этих предельных состояний производятся расчеты на выносливость, износ и нагрев.

Расчетными являются эквивалентные нагрузки.

3.5. К третьей группе предельных состояний относятся: упругие деформации (прогибы, углы поворота, осадки), колебания, нарушение сцепления приводных колес с рельсами и т.п., которые нарушают нормальную работу крана или его элементов, оказывают вредное физиологическое воздействие на обслуживающий персонал или влияют на безопасность работ.

Для предотвращения наступления этих предельных состояний производятся расчеты упругих деформаций элементов механизма, упругих деформаций и колебаний стальных конст-

рукций, сцепления приводных колес с рельсами; точности выполнения рабочих операций и т.п.

Расчетными являются нормативные нагрузки в условиях нормальной эксплуатации крана.

3.6. Указания по определению расчетных нагрузок приведены в РТМ 24.090.27-77 "Краны грузоподъемные. Расчетные нагрузки".

3.7. В РТМ на нормы расчета кранов и методы расчета их элементов допускается краткая форма написания предельных состояний, например:

первое предельное состояние по прочности и устойчивости;

второе предельное состояние по выносливости, износу и нагреву;

третье предельное состояние по упругим деформациям и колебаниям и др.

4. МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ

4.1. В расчетах кранов и их элементов применяют методы расчета по предельным состояниям и допускаемым напряжениям.

4.2. В расчетах по методу предельных состояний должно выполняться условие

$$N_p \leq \Phi,$$

где N_p – расчетная нагрузка, выраженная в силовых факторах (сила, момент, напряжение), или другие расчетные величины (деформация, температура, срок службы и т.п.);

Φ – расчетная несущая способность, соответственно, по силовым факторам или другим величинам.

4.3. В расчетах по методу допускаемых напряжений должны выполняться условия

$$N_p \leq [N]; \sigma_p \leq [\sigma] \text{ или } n \geq [n],$$

где N_p – расчетная нагрузка, выраженная в силовых факторах (сила, момент), или другие расчетные величины (деформация, температура, срок службы и т.п.);

σ_p – расчетное напряжение при действии расчетных нагрузок;

n – расчетный коэффициент запаса прочности, устойчивости и пр.;

$[N],[\sigma],[n]$ – допускаемые, соответственно, нагрузка или другие величины, напряжение и коэффициент запаса.

4.4. Основные расчетные зависимости даны в разделе 7 настоящего РТМ.

4.5. При наличии достаточных статистических данных, характеризующих условия нагруженности и использования кранов, качество их изготовления и другие факторы, рекомендуется (особенно для серийно выпускаемых кранов) применять вероятностные методы расчета. Эти расчеты должны определять, в первую очередь, вероятность безотказной работы за принятый срок службы (наработки рассчитываемых элементов) или определять ресурс (время, наработку) для заданной вероятности безотказной работы (см. РТМ 24.090.25-76 "Краны грузоподъемные. Расчет вероятности безотказной работы элементов").

4.6. Выбор и проверку двигателей рекомендуется выполнять по методике, разработанной ВНИИПТмашем и изложенной в книге "Расчеты крановых механизмов и их деталей", 3-е изд., М., "Машиностроение", 1971.

5. ФАКТОРЫ И ПОКАЗАТЕЛИ, УЧИТЫВАЕМЫЕ В РАСЧЕТАХ

5.1. В расчетах должны учитываться следующие возможные факторы и показатели:

ответственность крана и его элементов с позиций безопасности работы (возможность поломок, аварий);

отклонение веса груза от его нормативного значения;

отклонение весов элементов крана от их нормативных значений;

отклонение нормативных характеристик материалов;

несовершенство расчетов (отклонение расчетной модели от фактических условий работы и т.п.);

отклонения от номинальных размеров толщины проката и формы элементов металлических конструкций, если они существенно влияют на напряженное состояние;

возможные повреждения и погибь элементов в процессе эксплуатации, монтажа и транспортировки кранов, обусловленные условиями эксплуатации, если они существенно влияют на нагрузки или на напряженное состояние;

суммарные потери, которые могут возникать вследствие отказа крана или отдельных его элементов; при этом учитываются как затраты на восстановление, так и убытки, вызванные простоем крана (показатель ответственности) и другие факторы.

5.2. При расчетах по методу предельных состояний факторы и показатели должны учитываться при установлении численных значений коэффициентов перегрузки нормативных нагрузок (или значений случайных нагрузок), коэффициентов безопасности по материалу и условий работы.

5.3. При расчетах по методу допускаемых напряжений факторы и показатели должны учитываться при установлении численных значений допускаемых коэффициентов запаса прочности, устойчивости и т.п.

5.4. Факторы и показатели, подлежащие учету при расчетах кранов и их элементов, а также численные значения соответствующих коэффициентов устанавливаются в РТМ на расчеты кранов соответствующих типов и их элементов.

6. РАСЧЕТНЫЕ СЛУЧАИ И СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК

6.1. Рекомендуются следующие основные расчетные случаи:

кран в рабочем состоянии, действуют наибольшие нагрузки (предельные состояния первой группы);

кран в нерабочем состоянии, действуют наибольшие нагрузки (предельные состояния первой группы);

кран в рабочем состоянии, действуют нагрузки при нормальных условиях эксплуатации (предельные состояния второй и третьей групп).

6.2. В расчетных случаях возможны варианты в зависимости от конструктивных особенностей крана и выполняемых им рабочих операций (положение тележки в пролете крана, угол наклона стрелы, совмещение рабочих операций, особые случаи нагружения). Число расчетных случаев устанавливается в РТМ на расчеты кранов соответствующих типов.

6.3. Виды и сочетания нагрузок для крана и его элементов в расчетных случаях приводятся в РТМ на нормы расчета кранов соответствующих типов.

7. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ

7.1. При проектировании для предотвращения преждевременного наступления предельных состояний элементы крана должны рассчитываться по зависимостям, приведенным в таблице, где приняты следующие обозначения:

$\sigma_р$ – расчетное напряжение (нормальное, касательное, приведенное);

$N_р$ – расчетная сила;

$M_р$ – расчетный момент;

$R_р$ – расчетное сопротивление материала;

N – расчетная несущая способность по силе;

M – расчетная несущая способность по моменту;

$M_{оп}$ – опрокидывающий момент;

$M_{уд}$ – удерживающий момент;

m – коэффициент условий работы (приложение 4 справочное);

n – коэффициент запаса прочности;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение (нормальное, касательное, приведенное);

$[N]$ – допускаемая сила;

$[M]$ – допускаемый момент;

$[n]$ – допускаемый коэффициент запаса прочности;

$K_{уст}$ – коэффициент запаса устойчивости;

$[K_{уст}]$ – допускаемый коэффициент запаса устойчивости;

$\sigma_{пр}$ – приведенное напряжение при расчете на выносливость (условный предел выносливости, при котором элемент разрушился бы при данном нагружении за назначенный срок службы);

σ_{rK} – предел выносливости элемента (нормативный) в рассчитываемом сечении с учетом коэффициента асимметрии цикла r и эффективного коэффициента концентрации напряжений K, соответствующий числу перемен напряжений за срок службы;

R_{rK} – расчетное по выносливости сопротивление элементов;

$[\sigma_{rK}]$ – допускаемое по выносливости напряжение;
t_p – расчетный срок службы (наработка);
$T_{наз}$ – назначенный срок службы;
$f_{ст}$ – статическая деформация элемента;
$f_{пред}$ – предельная деформация;
$[f_{ст}]$ – допускаемая деформация;
q – удельное давление при расчете износостойкости;
$[q]$ – допускаемое удельное давление;
t°_p – расчетная температура;
$t^{\circ}_{пред}$ – предельная (опасная) температура;
$[t^{\circ}]$ – допускаемая температура.

Основные расчетные зависимости

Предельные состояния и виды расчетов	Метод расчета	
	по предельному состоянию	по допускаемым напряжениям
Первая группа:		
расчет прочности:		$n \geq [n]$
при сравнении напряжений	$\sigma_p \leq mR_p$	$\sigma_p \leq [\sigma]$
при сравнении сил	$N_p \leq mN$	$N_p \leq [N]$
при сравнении моментов..	$M_p \leq mM$	$M_p \leq [M]$
расчет устойчивости крана	$M_{оп} \leq mM_{уд}$	$K_{уст} \leq [K_{уст}]$
Вторая группа:		
расчет выносливости	$\sigma_{пр} \leq mR_{rK}$	$\sigma_{пр} \leq [\sigma_{rK}]$
	$t_p \geq T_{наз}$	
расчет по износу	$t_p \geq T_{наз}$	$q \leq [q]$
расчет по нагреву	$t^{\circ}_p \leq t^{\circ}_{пред}$	$t^{\circ}_p \leq [t^{\circ}]$
Третья группа:		
расчет по деформациям и колебаниям	$f_{от} \leq f_{пред}$	$f_{ст} \leq [f_{ст}]$

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ПЕРЕЧЕНЬ РУКОВОДЯЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО РАСЧЕТАМ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ

1. Общие указания по расчетам

Основные положения расчета РТМ 24.090.26-77

Расчетные нагрузки РТМ 24.090.27-77

Эквивалентные нагрузки. Метод расчета РТМ 24.090.14-76

Расчет вероятности безотказной работы элементов РТМ 24.090.25-77

Выносливость стальных конструкций. Метод расчета РТМ

Элементы механизмов. Основные положения расчета РТМ

2. Методы расчета крановых механизмов

Механизм подъема груза. Метод расчета РТМ 24.090.29-77

Механизм передвижения. Метод расчета РТМ 24.090.28-77

Механизм поворота. Метод расчета РТМ

Механизм изменения вылета. Метод расчета РТМ

3. Методы расчета типовых узлов, деталей механизмов и типовых элементов металлических конструкций

Канаты подъемные. Выбор и расчет РТМ 24.090.20-76

Барабаны канатные. Метод расчета РТМ 24.090.21-76

Тормоза механические. Методы расчета РТМ 24.090.19-76

Передачи зубчатые цилиндрические. Расчет на прочность РТМ 24.090.11-76

Передачи червячные. Расчет на прочность РТМ 24.090.33-77

Валы и оси. Метод расчета РТМ 24.090.12-76

Соединения деталей с гарантированным натягом. Метод расчета РТМ 24.090.18-76

Соединения зубчатые (шлицевые), прямобочные и эвольвентные. Метод расчета РТМ 24.090.15-76

Соединения шпоночные. Методы расчета РТМ 24.090.16-76
Подшипники качения. Расчет и выбор РТМ 24.090.17-76
Стальные конструкции. Метод расчета РТМ 24.090.32-77

4. Нормы расчета отдельных видов кранов

Краны мостовые. Нормы расчета и проектирования РТМ 24.090.30-77
Краны козловые. Нормы расчета РТМ 24.090.31-77
Краны портальные. Нормы расчета РТМ
Краны-штабелеры мостовые. Нормы расчета РТМ
Перегружатели мостовые. Нормы расчета РТМ
Краны стреловые. Нормы расчета РТМ
Краны металлургические. Нормы расчета РТМ
Краны башенные строительные. Нормы расчета ГОСТ 13994-75
Краны кабельные. Нормы расчета РТМ
Краны плавучие. Нормы расчета РТМ
Краны судовые. Нормы расчета РТМ
Краны контейнерные. Нормы расчета РТМ
Краны металлургические с подхватами. Нормы расчета РТМ
Краны металлургические с вращающимися тележками. Нормы расчета РТМ

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ КРАНОВ

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Госгортехнадзор СССР. М., "Металлургия", 1976.

2. РС-5138-75 "Техника безопасности. Краны грузоподъемные. Классификация механизмов по режимам работы".

3. Правила постройки, освидетельствования и испытания судовых грузоподъемных устройств. Регистр СССР, М.-Л., "Транспорт", 1967.

4. Правила устройств электроустановок.

5. Строительные нормы и правила. Нагрузки и воздействия. СНиП П-6-74. М., Стройиздат, 1976.

6. Строительные нормы и правила. Стальные конструкции. Нормы проектирования. СНиП П-В. 3-72. М., Стройиздат, 1974.

7. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. СНиП П-А. 12-69. М., Стройиздат, 1976.

8. Государственные и отраслевые стандарты.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОДЕРЖАНИЮ РТМ

1. РТМ на общие указания по расчетам должны содержать рекомендации по методам расчетов, характеристики режимов работы кранов, их механизмов и электрооборудования, указания по определению расчетных нагрузок.

2. РТМ по методам расчета крановых механизмов должны содержать:

рекомендации по определению нагрузок, на которые должен рассчитываться механизм и его элементы, причем нагрузки должны приниматься в соответствии с РТМ на нормы расчета кранов;

расчетные случаи и сочетания нагрузок для расчетов основных элементов механизма;

специфические расчеты механизма;

кинематические расчеты;

предварительный расчет мощности двигателей;

рекомендации по расчету и выбору готовых узлов и деталей;

перечень нормативных документов, которые устанавливают дополнительные требования к данному механизму.

3. РТМ по методам расчета типовых узлов и деталей механизмов должны содержать:

расчетные нагрузки, которые должны приниматься из РТМ на расчеты соответствующих механизмов;

рекомендуемые материалы для деталей;

расчеты конкретных деталей;

запасы прочности и допускаемые напряжения или расчетные сопротивления материалов;

перечень нормативных документов и литературы, устанавливающих дополнительные требования к узлам и деталям.

4. РТМ по методам расчета элементов стальных конструкций кранов должны содержать:

рекомендации по определению расчетных нагрузок на элементы стальных конструкций; нагрузки должны приниматься из РТМ на расчеты кранов соответствующих типов;

расчеты соединений сварных, заклепочных и болтовых;

расчеты элементов, которые являются общими для стальных конструкций большинства кранов;

перечень нормативных документов, которые устанавливают дополнительные требования к элементам стальных конструкций.

5. РТМ по нормам расчета кранов должны содержать.

расчетные нагрузки, на которые рассчитывается кран и его элементы;

расчетные случаи и сочетания нагрузок для расчетов основных элементов крана;

рекомендации по расчетам, которые специфичны для конкретных кранов;

расчеты специальных механизмов, которые применяются только на данном кране;

перечень нормативных документов, которые устанавливают дополнительные требования к данному крану.

6. Каждый РТМ на нормы и методы расчетов должен быть законченным документом и содержать необходимые данные для расчетов. Для удобства пользования в РТМ допускается приводить необходимые сведения, содержащиеся в других РТМ.

7. В РТМ должны содержаться нормы или требования, установленные соответствующими нормативными документами (см. приложение 2).

8. Материалы РТМ рекомендуется располагать в такой последовательности, чтобы один расчет логически следовал за другим. Если последующий расчет содержится в каком-либо РТМ, то в отдельном пункте дается ссылка на соответствующий РТМ.

9. В РТМ должны приводиться формулы проверочных расчетов. В обоснованных случаях допускаются формулы проектных расчетов.

10. Необходимые для расчетов дополнительные сведения (значение коэффициентов и пр.) или указания на нормативные документы и литературу, в которых эти сведения содержатся, рекомендуется указывать в приложениях.

11. РТМ должны содержать в приложениях примеры расчетов, охватывающие типичные случаи.

12. В приложениях к РТМ на нормы расчета рекомендуется приводить специальные расчеты или давать их пояснения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

КОЭФФИЦИЕНТ УСЛОВИЙ РАБОТЫ m

Коэффициент условий работы m определяется по формуле

$$m = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3,$$

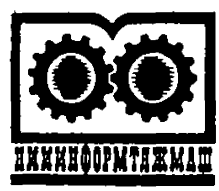
где m_1 – коэффициент, характеризующий влияние отказа на работу крана и безопасность крановщика и людей, находящихся в зоне работы крана;

m_2 – коэффициент, характеризующий точность расчетов нагрузок и напряжений, возможность надежного технического контроля изготовления и сборки и возможность контроля действующих напряжений путем тензометрирования или иных средств;

m_3 – коэффициент, учитывающий возможность отклонения условий работы от предусмотренных проектом; определяется для каждого вида кранов и указывает в РТМ на особенности расчетов этих кранов.

Подп. к печ. 10/V-78 г. Формат 60x90 1/16
Печ. л. 1,0 Уч.-изд. л. 0,69 Тираж 440 экз.
Зак. инст. 41/78 Зак. тип. 172 Цена 10 коп.

НИИинформтяжмаш, 129835, ГСП, Москва, И-90, Троицкая ул., 17
Отдел внедрения процессов микрофильмирования и оперативной печати
НИИинформтяжмаша



Заказ 41/78

gost.e-ecolog.ru