

Список литературы

1. СП 20.13330.2016. СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия : приказ Минстроя России от 03.12.2016 г. № 891/пр.
2. Синельщиков А. В., Джалмухамбетов А. И. Прочность и устойчивость портално-башенного крана К-58 // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2015. № 4 (14). С. 36–41.
3. Аналитическое информационное издание по рынку грузоподъемного оборудования Кранинфо. URL: <http://crane.ucoz.ru/publ/16-1-0-5> (дата обращения: 01.02.2017).
4. ГОСТ 13994-81. Краны башенные строительные. Нормы расчета.
5. ГОСТ 1451-77. Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая. Нормы и методы определения.
6. ГОСТ 19282-73. Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная. Технические условия.

© А. В. Синельщиков, А. И. Джалмухамбетов

Ссылка для цитирования:

Синельщиков А. В., Джалмухамбетов А. И. Прочность башенного крана КБМ-401П при ветровом воздействии // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2017. № 3 (21). С. 30–35.

УДК 625.855(597)

**ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА
ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПОКРЫТИЯ СЕЛЬСКИХ ДОРОГ**

Нгуен Ван Лонг*, Нгуен Дык Ши**

**Хошиминский университет транспорта (г. Хошимин, Вьетнам)*

***Данангский политехнический институт (г. Дананг, Вьетнам)*

В статье обоснована необходимость применения стальных фибр, нарезанных от автомобильных изношенных шин, для армирования цементобетонного покрытия сельских дорог. Приведены результаты лабораторных испытаний сталефибробетона на сжатие и растяжение, которые показывают, что прочностные характеристики сталефибробетона значительно больше, чем у обычного цементобетона. Таким образом, применение сталефибробетона улучшает работоспособность и продлевает межремонтный срок службы покрытия сельских дорог.

Ключевые слова: цементобетонное покрытие, стальная фибра, сталефибробетон, прочность на растяжение, прочность на сжатие.

**EVALUATION OF STEEL FIBERS REINFORCED CONCRETE IN CEMENT CONCRETE PAVEMENT
FOR RURAL ROADS**

Nguyen Van Long*, Nguyen Duc Sy**

**Ho Chi Minh City University of Transport (Ho Chi Minh city, Viet Nam)*

***Danang University Science and Technology (Danang city, Viet Nam)*

The paper will prove the necessity of steel fiber reinforcement from waste tires in cement concrete pavement for rural roads. The laboratory evaluation of various mechanical properties including compressive and flexural strengths of steel fiber reinforced concrete is also presented. The results show that the mechanical properties of the presented concrete are better than those of general concrete. Therefore, the use of steel fibers to reinforce concrete can improve the strength capacity and durability of cement concrete pavement for rural roads.

Keywords: cement concrete pavement, steel fiber, steel fibers reinforced concrete, tensile strength, compressive strength.

В настоящее время экономика Вьетнама быстро развивается, в регионе активизируются инновационные процессы. Однако формирование дорожно-транспортной инфраструктуры происходит с отставанием от общего темпа развития. Поэтому среди наиболее важных в стратегическом отношении задач, стоящих перед Вьетнамом, особо следует выделить развитие дорожно-транспортной инфраструктуры. Потребность в дорогах с твердым покрытием для обеспечения обороноспособности страны, повышения жизненного уровня населения является крайне серьезной. В процессе решения этой задачи за последние пять лет во Вьетнаме было построено значительное количество линейных транспортных сооружений: автомагистраль-2, автомагистраль-3, автомагистраль-6, автомагистраль-27, дороги Хошимина и др. [1].

Кроме того, большую часть территории Вьетнама занимает сельская местность, где проживают 65,4 % жителей страны. Поэтому задача развития местной дорожно-транспортной инфраструктуры в настоящее время является актуальной. С целью ее решения в последние годы во Вьетнаме проводили процесс бетонирования сельских дорог.

Широкое применение в дорожном строительстве получил цементобетон благодаря своим преимуществам по сравнению с другими видами покрытий [2–4]:

- высокая прочность, что позволяет пропускать автомобили в любое время года. Прочность цементобетона в 2–3,5 выше, чем асфальтобетона, а при применении высокопрочного бетона эта разница возрастет в 7 раз;
- срок службы достигает 30–40 лет, в 2–2,5 раза больше, чем у асфальтобетонного покрытия;

- большое сцепление с колесами автомобилей даже при увлажнении и светлый цвет покрытия, обеспечивающие безопасность движения в любое время при любых условиях. Количество дорожно-транспортных происшествий на цементобетонных дорогах на 33 % ниже, чем на асфальтобетонных;

- сниженный расход топлива при движении автомобиля. Экономия топлива при движении автомобиля по цементобетонным покрытиям составляет 6,7 % по сравнению с движением по асфальтобетонным;

- малый износ покрытия и отсутствие образования колеи.

Однако практика дорожного строительства Вьетнама показывает, что при эксплуатации на дорожных цементобетонных покрытиях выявляется ряд дефектов, основной причиной образования которых является недостаток прочности на растяжение. К таким дефектам относятся: образование выбоин, неровностей в зоне поперечных и продольных швов, просадок сборных плит или отдельных участков дорожного покрытия; появление сколов плит у поперечных и продольных швов; шелушение и выкрашивание поверхностного слоя; образование сквозных трещин и разрушение цементобетона в этих зонах [2–4]. Появление перечисленных дефектов на покрытиях дороги ухудшает эксплуатационные качества и комфортность движения, а также снижает их межремонтный срок службы.

Таким образом, была выявлена необходимость улучшения прочностных характеристик цементобетона. Одним из основных направлений решения этой задачи является армирование цементобетона стальными фибрами [5–7]. Введение в цементобетон стальных фибр повышает его прочность на растяжение, трещиностойкость, ударную вязкость и сопротивление истираемости.

Сталефибробетон был с успехом исследован и использован в мировом дорожном строительстве. Однако во Вьетнаме такие исследования проводили только в лабораторных условиях [5–7]. Этот материал почти не применяется на практике из-за высокой стоимости и дефицита ресурса стальных фибр.

Кроме того, по известным данным, до 2016 г. во Вьетнаме каждый год выбрасывалось около 400 000 т изношенных шин [8–10]. Состав автомобильных шин приведен в таблице 1

Таким образом, каждый год из изношенных шин может быть получена достаточно большая масса стальных проволок. Поэтому авторами предложено использовать их для армирования цементобетона, используемого для устройства покрытия сельских дорог.

Таблица 1
Состав автомобильных шин [8]

Материалы	Содержание, %	
	Шины легковых автомобилей	Шины грузовых автомобилей
Каучук	48	45
Диоксид кремния	22	22
Стальные проволоки	15	25
Ткань	5	0
Оксид цинка	1	2
Сера	1	1
Остальные	8	5

В данной статье приведены результаты экспериментального исследования прочности сталефибробетона на растяжение и на сжатие. Цель данного исследования заключалась в оценке влияния длины стальных фибр и процента армирования на прочностные характеристики сталефибробетона. На основе этого исследования рекомендовано использовать сталефибробетон для устройства покрытия сельских дорог.

Для достижения поставленной цели авторами были проведены лабораторные испытания сталефибробетона при изменении длины стальных фибр (l) и процента армирования (μ).

В результате анализа научных работ и использовании методов планирования эксперимента [5–7] программа исследования была построена следующим образом: исследуемый сталефибробетон класса В15 (М200) и В20 (М250); стальные фибры, нарезанные от изношенных автомобильных шин, длиной 20 30 и 40 мм. Выбранный процент армирования: 0 % (обычный цементобетон), 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % и 2,0 %.

Состав исследуемых сталефибробетонов был спроектирован по методике [11]. Весовая пропорция компонентов для 1 м³ сталефибробетона В15: цемент – 281 кг, щебень – 1354 кг, песок – 690 кг и вода – 185 л. На 1 м³ сталефибробетона В20 требуются: цемент – 327 кг, щебень – 1339 кг, песок – 6665 кг и вода – 185 л.

При испытании сталефибробетона на сжатие и растяжение были использованы образцы размерами соответственно 150×150×150 мм и 150×150×600 мм. Лабораторные образцы твердели в нормальных условиях, при температуре $t = 18 \pm 3$ °С и влажности 100 % в течение 28 суток. После набора прочности образцы хранились в воздушно-сухих условиях. Лабораторные испытания сталефибробетона на сжатие и растяжение были проведены в соответствии с требованиями [12] и [13] соответственно.

Результаты лабораторных испытаний приведены в таблице 2 и на рис. 1–8.

Таблица 2

Прочность сталефибробетона при изменении длины стальных фибр и процента армирования

l, мм	μ_f , %	Прочность на сжатие				Прочность на растяжение при изгибе			
		$R_{сж}$, МПа		Темп роста, %		$R_{раст}$, МПа		Темп роста, %	
		B15	B20	B15	B20	B15	B20	B15	B20
0	0	25,7	34,7	0,0	0,0	25,0	34,7	0,0	0,0
20	0,5	26,8	36,6	4,1	5,3	27,9	36,6	11,7	5,6
20	1	30,0	38,0	16,4	9,4	30,0	39,1	20,0	12,6
20	1,5	32,5	40,2	26,3	15,7	32,1	41,3	28,4	19,1
20	2	33,3	41,3	29,2	19,0	33,4	42,2	33,6	21,7
30	0,5	28,2	38,0	9,6	9,4	30,6	37,7	22,6	8,8
30	1	31,8	39,3	23,6	13,3	32,5	40,7	30,0	17,3
30	1,5	33,8	41,4	31,2	19,3	34,0	42,7	36,0	23,2
30	2	34,5	42,2	33,9	21,5	35,0	43,5	40,0	25,3
40	0,5	29,0	39,0	12,5	12,4	31,4	38,5	25,8	10,9
40	1	33,2	40,6	28,8	17,0	33,6	41,6	34,6	19,9
40	1,5	34,8	42,2	35,0	21,6	35,3	43,6	41,4	25,6
40	2	35,6	42,9	38,1	23,6	36,0	44,4	44,2	27,9

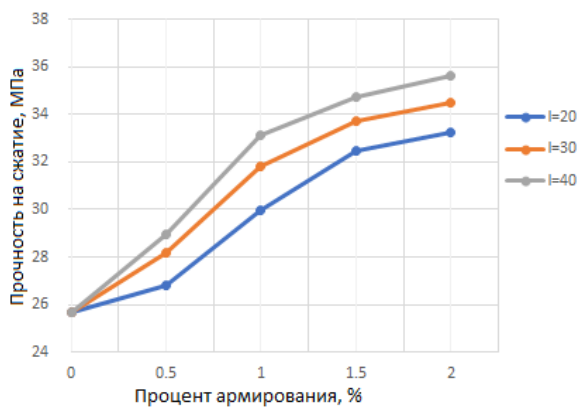


Рис. 1. Зависимость прочности сталефибробетона B15 на сжатие от процента армирования

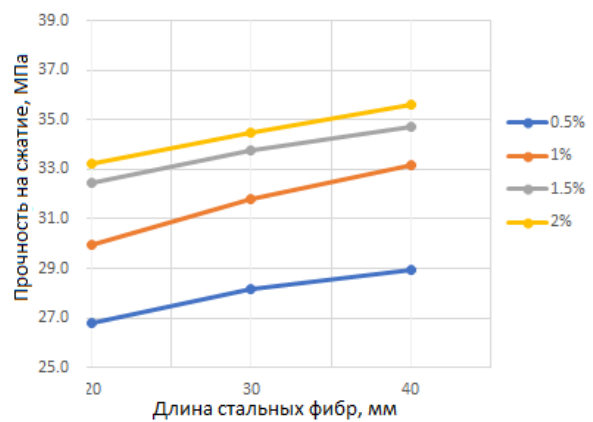


Рис. 2. Зависимость прочности сталефибробетона B15 на сжатие от длины стальных фибр

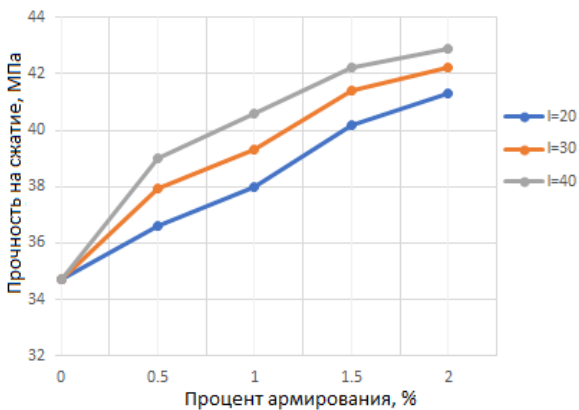


Рис. 3. Зависимость прочности сталефибробетона B20 на сжатие от процента армирования

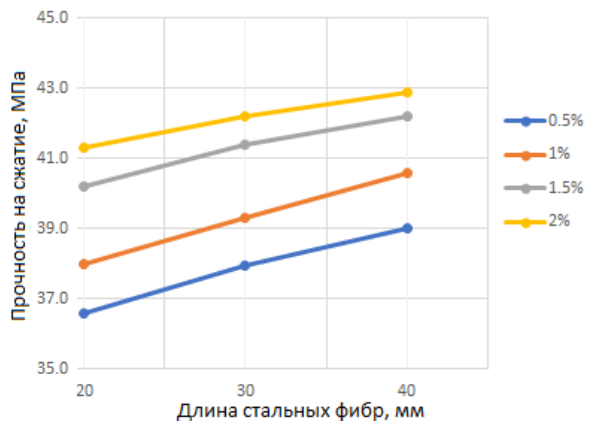


Рис. 4. Зависимость прочности сталефибробетона B20 на сжатие от длины стальных фибр

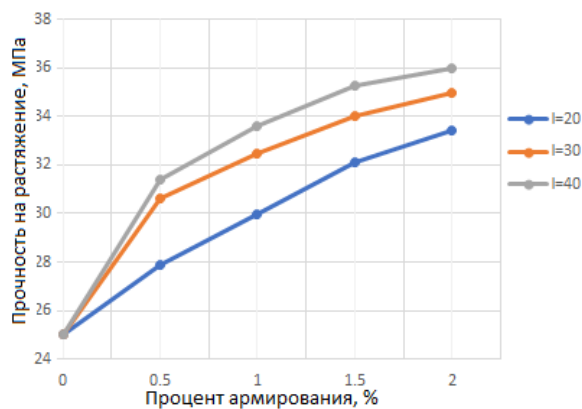


Рис. 5. Зависимость прочности сталефибробетона В15 на растяжение при изгибе от процента армирования

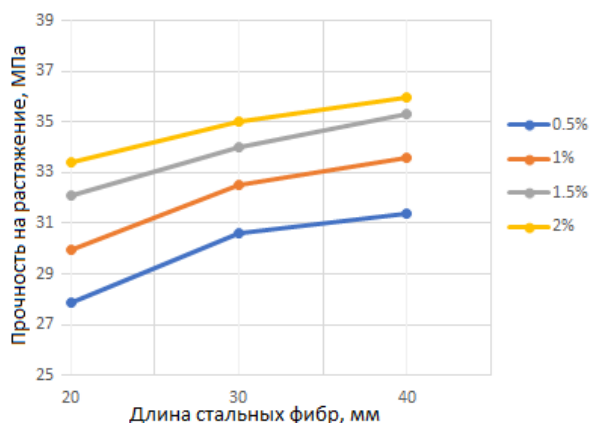


Рис. 6. Зависимость прочности сталефибробетона В15 на растяжение при изгибе от длины стальных фибр

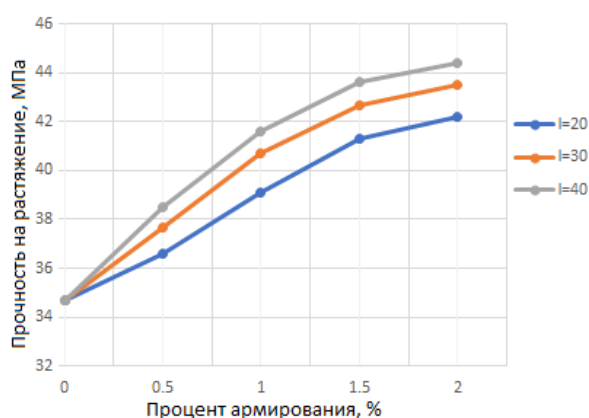


Рис. 7. Зависимость прочности сталефибробетона В20 на растяжение при изгибе от процента армирования

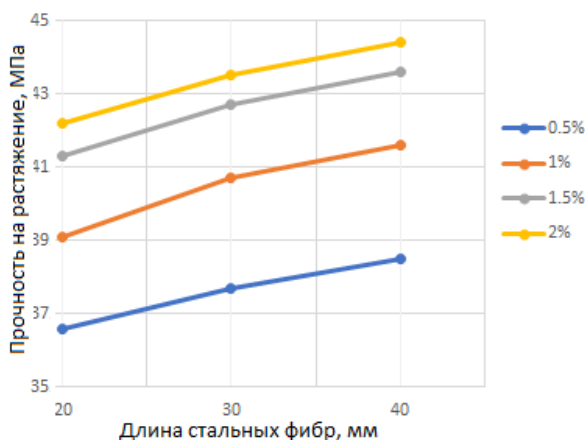


Рис. 8. Зависимость прочности сталефибробетона В20 на растяжение при изгибе от длины стальных фибр

Анализ полученных данных лабораторных испытаний показывает, что при введении в цементобетон стальных фибр:

- прочность цементобетона на сжатие увеличивается, средний темп роста колеблется в пределах 4,1–38,1 % и 5,3–23,6 % для цементобетонов В15 и В20 соответственно;
- прочность цементобетона на растяжение при изгибе увеличивается, средний темп роста колеблется в пределах 11,7–44,2 % и 5,6–27,9 % для цементобетонов В15 и В20 соответственно;
- с увеличением процента армирования прочностные характеристики цементобетона возрастают, но темпы роста не одинаковы для различных процентов армирования. При маленьком проценте армирования прочностные характеристики возрастают быстрее, чем при большом;
- при одном проценте армирования темпы роста прочностных характеристик различных цементобетонов не одинаковы. Прочность це-

ментобетона низкого класса (В15) возрастает сильнее, чем у высокого класса (В20);

- при увеличении длины стальных фибр повышается их сцепление с цементобетоном, что приводит к увеличению прочностных характеристик. Однако для удобства перемешивания цементобетона авторами рекомендовано применять стальные фибры длиной до 40 мм.

Выводы

1. Обзорным исследованием обоснована необходимость применения стальных фибр, нарезанных от автомобильных изношенных шин, для армирования цементобетонного покрытия сельских дорог.
2. Введение в цементобетон стальных фибр увеличивает его прочностные характеристики, что приводит к улучшению работоспособности и продлению межремонтных сроков службы покрытия сельских дорог.
3. Для удобства перемешивания сталефибробетона авторами рекомендовано применять стальные фибры длиной до 40 мм.

Список литературы

1. Нгуен Ван Лонг. Разработка технологии повышения деформативной устойчивости асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог в условиях Южного Вьетнама : дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2013. 146 с.
2. Nguyễn Quang Chiêu. Mặt đường bê tông xi măng. NXB Giao thông vận tải, 2004. 206 trang.
3. Михайлов И. Н., Свиридов Н. В., Чуппин А. В. Дороги: цементобетонные или асфальтобетонные? // Инженерные сооружения. 2014. № 3 [5]. С. 72–73.
4. Phạm Huy Khang. Thiết kế mặt đường bê tông xi măng đường ô tô và mặt đường sân bay. NXB Giao thông vận tải. Hà Nội, 2008.
5. Nguyễn Quang Chiêu. Bê tông cốt sợi và bê tông sợi thép. NXB Giao thông vận tải, 2008. 108 trang.
6. Nguyễn Văn Chánh. Bê tông cốt sợi phân tán. 2004. 108 trang.
7. Nguyễn Việt Trung, Nguyễn Ngọc Long, Phạm Duy Anh. Bê tông cốt sợi thép. NXB Xây dựng, 2010. 102 trang.
8. Lương Minh Chính. Tận dụng phế thải từ lớp xe ô tô trong việc gia cố và nâng cấp mặt đường nhựa bị nứt gãy, chịu nhiệt cao // Tạp chí Khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường. 2013. Số 43. Trang 89–92.
9. Nhà máy tái chế lốp ô tô phế thải đầu tiên tại Việt Nam [Tài liệu điện tử]. URL: <http://infonyet.vn/nha-may-tai-che-lop-o-to-phe-thai-dau-tien-tai-viet-nam-post194758.info> (10.07.2017).
10. Sản xuất gạch cao su từ lốp ô tô phế thải [Tài liệu điện tử]. URL: <http://www.baomoi.com/san-xuat-gach-cao-su-tu-lop-o-to-phe-thai/c/19007671.epi>. (10.07.2017).
11. Phùng Văn Lự. Giáo trình Vật liệu xây dựng. NXB Giáo dục, 2006.
12. TCVN 3118:1993. Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu nén.
13. TCVN 3119:1993. Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi uốn.

© Нгуен Ван Лонг, Нгуен Дык Ши

Ссылка для цитирования:

Нгуен Ван Лонг, Нгуен Дык Ши. Обоснование возможности применения сталефибробетона для устройства покрытия сельских дорог // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2017. № 3 (21). С. 35–39.

УДК 624.042.3:621.87

РАСЧЕТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА ЗДАНИЯ ХЛЕБОЗАВОДА ПО ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЕ НА ДЕЙСТВИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КРАНОВЫХ НАГРУЗОК

Т. В. Золина, Т. Ш. Сагитов

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

В статье обосновывается необходимость учета боковых сил, возникающих при движении мостового крана с перекосом, в расчете несущих конструкций каркаса промышленного здания. При данных силах в расчетных сечениях колонн возникают большие значения расчетных усилий, чем при торможении крановой тележки. Боковые силы предлагаются учитывать в вероятностной постановке, в отличие от тормозных нагрузок, определяемых в соответствии с нормативными документами. Приводятся результаты расчета здания цеха на крановые нагрузки. Методика позволяет оценить все возможные риски возникновения аварийных ситуаций и тем самым обеспечить надежную безопасную эксплуатацию промышленного объекта.

Ключевые слова: промышленные здания, мостовые краны, вероятностный расчет, торможение тележки, боковые силы.

CALCULATION OF REINFORCED CONCRETE FRAME OF A BAKERY BUILDING ACCORDING TO A SPATIAL CALCULATION SCHEME FOR THE ACTION OF DYNAMIC CRANE LOADS

T. V. Zolina, T. Sh. Sagitov

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering

The article justifies the need to consider the action of lateral forces appearing in the process of the movement of the bridge crane with a warp in the calculation of bearing structures of industrial buildings. Larger values of calculated effort appear under these forces in the calculated cross sections of columns, than they are during a crane trolley braking. Lateral forces are suggested to consider in a probabilistic formulation, in contrast to the brake load, determined in accordance with normative documents. There are the results of calculation of shop building on the crane load. The technique allows estimating all possible risks of accidents and ensuring a reliable secure operation of industrial facilities.

Key words: industrial buildings, bridge cranes, probabilistic calculation, trolley braking, the lateral forces.

Одноэтажные промышленные здания (ОПЗ), оборудованные мостовыми кранами, являются наиболее распространенными зданиями, используемыми в промышленном строительстве, при проектировании которых приходится решать достаточно сложные задачи: нагрузка от мостовых кранов носит ярко выраженный динамический характер, который при расчете каркаса здания необходимо учитывать; в расче-

тах используются некоторые допущения, обуславливающие особенности работы несущих конструкций, влияние факторов окружающей среды и характера нагрузок, но не всегда они отражают действительную работу каркаса под нагрузками.

В процессе исследования колебаний, возникающих от работающих мостовых кранов, были выявлены неучтенные факторы, вызывающие