МОНИТОРИНГ

ЦНТИБ – филиал ОАО «РЖД»

ПУТЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО

№10/ОКТЯБРЬ 2020

СОДЕРЖАНИЕ

На переездах Канады для повышения безопасности укладывают противопешеходные маты 4
Итальянская железнодорожная строительная компания Salcef Group вышла на североамериканский рынок 4
ÖBB начинают строительство на последнем участке железной дороги Koralm (Австрия)...5
На строящейся линии Terzo Valico в Италии произошла сбойка сразу в двух тоннелях 6
Гибридная подбивочная машина получила разрешение на эксплуатацию в Германии 6
Корпорация HS2 заключила контракт стоимостью 286 млн евро на производство модульных элементов железнодорожного пути на сплошном бетонном основании (Великобритания) 7
На Сицилии реконструируют железнодорожную линию между Палермо и Мессиной 8
Китайский тоннелепроходческий комплекс построит тоннели на линии Брешиа – Верона в Италии 8
Для Network Rail разработают технологию автоматизированного обследования тоннелей (Великобритания) 9
В Финляндии испытают синтетические шпалы в условиях сильных морозов 10
Network Rail планирует улучшить качество насыпей после схода с рельсов поезда недалеко от г. Стоунхейвена (Великобритания) 11
В Китае разработали высокоскоростной стрелочный перевод на магнитной подушке.....12
Самый длинный в мире автомобильно-железнодорожный мост через пролив прошел испытание на статическую нагрузку (Китай) 13
Компания Vossloh поставит рельсовые скрепления для тяжеловесной магистрали в Монголии....14
Завершилось прокладывание тоннелей вдоль Китайско-Лаосской железной дороги.....14
В Китае с конвейера сошел крупнейший в стране по диаметру тоннелепроходческий комплекс 15
Компания JR East планирует провести мероприятия для повышения скорости поездов на линии «Тохоку» высокоскоростной сети Синкансэн (Япония) 15
На Тайване одобрено продление высокоскоростной линии Илань....17
Оператор Arc Infrastructure разработал программу для прогнозирования смывов железнодорожного полотна (Австралия) 18
Развитие железнодорожной инфраструктуры является одним из приоритетных направлений АО «НК «ҚТЖ» (Железные дороги Казахстана) 18
Подвели итоги осенней ревизии в Алматинском регионе (Казахстан)....19
Более 400 мостов в Амурской области требуют капремонта или реконструкции.....20
Под Мурманском ввели в эксплуатацию новый железнодорожный мост....21
На сети разрабатываются новые типы стрелочных переводов....22

Оптимизация взаимодействия в системе колесо-рельс позволит увеличить ресурс этой системы 22
ОАО «РЖД» проведет капитальный ремонт пути в Большом петлевом тоннеле на юге России 23
До конца года будут запущены более 200 км железнодорожных линий 23
На Октябрьской железной дороге завершается подготовка к работе в предстоящий зимний период 24
Аннотированный обзор публикаций из иностранных журналов 25
Более твердая рельсовая сталь для венского метро (Австрия) 25
Возведение моста городской железной дороги в Штутгарте (Германия) 25
Напряжение рельса из-за взаимодействия конструкций моста с различными типами рельсового пути и условиями движения (Великобритания) 26
От текущего содержания пути до управления активами 26
Описание состояния стрелочных переводов и прогнозирование на основе данных 26
Несущая способность балластного слоя железнодорожного пути 27

На переездах Канады для повышения безопасности укладывают противопешеходные маты

Для ограничения возможности перехода людей через пути в неустановленных местах компания Metrolinx – оператор общественного транспорта Большого Торонто, Гамильтона и примыкающих регионов канадской провинции Онтарио – применяет специальные противопешеходные маты (АТР). Это изготовленные из твердой резины настилы с пирамидальными выступами по всей поверхности, затрудняющие переход по ним.

Происшествия, связанные с наездом подвижного состава на людей, переходящих пути в не приспособленных для этого местах, случаются ежегодно. Только в 2019 г. на путях Metrolinx произошло не менее 15 таких случаев со смертельным исходом.

В 2019 г. Metrolinx запустила пилотную программу, уложив АТР на нескольких переездах в Торонто. Впоследствии действие программы распространили на большее число переездов в провинции Онтарио. Одновременно с укладкой матов устанавливаются ограждения и информационные указатели.

АТР поставляются из Великобритании и используются с 2004 г. Их применяют также в других странах, в том числе Норвегии, Нидерландах и Бельгии.

В настоящее время Metrolinx изучает возможность использования других перспективных средств повышения безопасности на железнодорожных переездах.

Источник: zdmira.com, 02.10.2020

Итальянская железнодорожная строительная компания Salcef Group вышла на североамериканский рынок

Итальянская Salcef Group, специализирующаяся на реконструкции и строительстве магистральных железных дорог, рельсовых путей облегченного типа и линий метро, приобрела 90% акций американской компании Delta Railroad Services (DRS), активно работающей в сфере строительства и текущего содержания железнодорожной инфраструктуры в США и Канаде.

Для завершения сделки, компания Salcef Group инвестировала 36,14 млн долл. США через свою дочернюю американскую компанию Salcef USA. Это будет способствовать расширению присутствия Salcef на

зарубежных рынках.

Продажа была инициирована в августе 2019 г. и оформлена 15 сентября 2020 г., несмотря на различного рода ограничения и запреты, введенные на международных рынках в связи с пандемией COVID-19. Аналитическим консультантом по вопросам продвижения продажи выступила американская организация Signet Capital Advisors (SCA).

Компания под брендом Delta работает на рынке с 1957 г. и находится в управлении семьи Лаурелло. Бизнес компании, чьи производственные мощности с персоналом более 150 чел. находятся в городе Аштабула (штат Огайо), будет продолжен под тем же брендом.

Источник: zdmira.com, 20.10.2020

ÖBB начинают строительство на последнем участке железной дороги Koralm (Австрия)

Федеральные железные дорог Австрии (ÖBB) объявили о начале строительных работ на участке Фельдкирхен – Вайтендорф железной дороги Koralm, связывающей Грац и Клагенфурт и включающей тоннель Koralm протяженностью почти 33 км, проходка которого была завершена 17 июня 2020 г.

Этот последний 13-километровый участок возьмет начало от четырехпутной линии Грац – Фельдкирхен и выйдет на железную дорогу Koralm в Верндорфе. Вблизи аэропорта Граца предстоит открытым способом соорудить подземный участок длиной 2,3 км. Всего запланировано строительство шести железнодорожных мостов и шести автомобильных путепроводов, три пассажирские станции будут реконструированы.

Открытие железной дороги Koralm намечено на 2025 г. Новая инфраструктура позволит существенно сократить время поездок для пассажиров – с 3 ч до 45 мин между Клагенфуртом и Грацем. Но не менее важной она окажется для грузовых перевозок, обеспечив прямой выход из терминала Грац-Южный на линию Koralm и улучшив связи с портами Адриатики и Балтики.

Источник: zdmira.com, 24.09.2020

На строящейся линии Terzo Valico в Италии произошла сбойка сразу в двух тоннелях

Итальянская группа Webuild, которая возглавляет работы по проектированию и строительству высокоскоростной линии Terzo Valico (Terzo Valico dei Giovi) между Генуей и коммунами Нови-Лигуре и Тортона, объявила о завершении сбойки сразу в двух тоннелях – Валико и Серравалле, что позволит объединить все рабочие площадки вдоль участка протяженностью 17 км. Официальная церемония по поводу данного события состоялась в коммуне Серравалле-Скривия с участием руководителей компаний, участвующих в строительстве.

Сбойка в тоннеле Валико была завершена с применением традиционного метода выемки. Это первая из планируемых сбоек данного тоннеля длиной 27,3 км. Пройденный участок включает подземное сооружение высотой 22 м и площадью 540 м^2. Сбойка в тоннеле Серравалле общей длиной 7,1 км на участке 6,4 км завершена с применением тоннелепроходческого комплекса Giovanna диаметром 10 м и длиной 115 м, в том числе пройден сложный участок (в районе аутлета «Серравалле Дизайнер» и вблизи прохождения существующей линии Генуя – Турин).

Проект линии Terzo Valico dei Giovi общей протяженностью 53 км включает строительство 36 км тоннелей и позволит сократить время в пути между Генуей и Миланом с 1 ч 39 мин до 50 мин; линия также станет составной частью коридора Рейн – Альпы трансъевропейской сети TEN-T. Проект включает строительство соединительных веток с районами Генуи Вольтри и Парко Кампассо, а также с коммунами Нови-Лигури и Тортона, тем самым Terzo Valico будет связана с существующей железнодорожной сетью Северной Италии.

Источник: zdmira.com, 28.09.2020

Гибридная подбивочная машина получила разрешение на эксплуатацию в Германии

Гибридная универсальная подбивочная машина Unimat 09-32/4s Dynamic E^3, разработанная компанией Plasser & Theurer, получила разрешение на эксплуатацию в Германии без ограничений, а также разрешение на использование в Швейцарии и Австрии.

Машина была передана швейцарско-немецкой строительной и обслуживающей компании Krebs Gleisbau на выставке InnoTrans 2016 и использовалась по 10-летнему контракту со Швейцарскими федеральными

железными дорогами (SBB) на территории Швейцарии.

Во время предыдущих работ по подбивке шпал машина работала от контактной сети более 80% времени работы. По заявлению Plasser & Theurer анализ показал, что работа машины на электрической тяге позволяет сократить выброс около 125 тонн CO_2 в год, а ее почасовые эксплуатационные расходы также заметно ниже по сравнению с обычной универсальной шпалоподбивочной машиной.

Одобрение на эксплуатацию Unimat 09-32/4S Dynamic E^3 стало знаковым, поскольку компания Krebs Gleisbau хочет получить разрешение на работу и всех остальных своих машин в Германии, Австрии и Швейцарии.

Источник: railjournal.com, 04.10.2020 (англ. яз.)

Корпорация HS2 заключила контракт стоимостью 286 млн евро на производство модульных элементов железнодорожного пути на сплошном бетонном основании (Великобритания)

Корпорация HS2 заключила контракт стоимостью 286 млн евро с консорциумом, образованным компаниями Porr и Aggregate Industries на проектирование и строительство модульных элементов железнодорожного пути на сплошном бетонном основании для новой высокоскоростной линии Лондон – Бирмингем – Крю. В стоимость контракта не входит прокладка железнодорожных путей в тоннелях.

В соответствии с условиями контракта консорциум построит новый завод в Сомерсете для производства бетонных плит, на котором будут работать порядка 500 человек.

Это первый из контрактов на строительство модульных элементов железнодорожного пути на сплошном бетонном основании, заключенных HS2. В 2022 г. будет выбран генеральный подрядчик по координации проектирования и укладки рельсового пути систем новой линии, монтажа контактной сети и системы СЦБ. Кроме того, отдельные контракты будут заключены на поставку оборудования для стрелочных переводов, тяговых подстанций и системы передачи данных.

Источник: railjournal.com, 05.10.2020 (англ. яз.)

На Сицилии реконструируют железнодорожную линию между Палермо и Мессиной

Государственные железные дороги Италии (FS) объявили тендеры на реализацию проекта реконструкции со строительством новых участков линии Мессина – Катания на острове Сицилия. Конкурс состоит из двух лотов. Первый стоимостью около 672 млн евро охватывает участок Фьюмефреддо – Таормина – Летоянни. Второй лот стоимостью 1,1 млрд евро включает работы на участке между станциями Летоянни и Джампильери.

Эти участки считаются самыми сложными в проекте реконструкции. Здесь предстоит проложить 42 км новой двухпутной линии, в том числе 37 км – под землей, при том, что действующая однопутная магистраль проходит по поверхности.

В 2017 г. оператор инфраструктуры железных дорог Италии – Rete Ferroviaria Italiana (RFI) заключил с консорциумом в составе компаний Salini Impregilo, Astaldi, Sifel и CLF контракт стоимостью 186 млн евро на строительство второго пути между станциями Бикокка и Катенануова протяженностью 38 км. Это первый проект, реализуемый в рамках программы Sblocca Italia. Здесь уже развернут фронт работ, осталось получить разрешение на организацию конкурса на последние пять лотов. Кроме того, ведется рабочее проектирование нового подземного участка между станциями Катания-Чентрале и Катания-Аккуйчелла, который обеспечит железнодорожный доступ к аэропорту. Одновременно запущен процесс получения разрешения на производство земляных работ.

Линия Мессина – Катания является частью скоростной магистрали Мессина – Катания – Палермо, входящей в Скандинавско-Средиземноморский коридор в составе трансъевропейской транспортной сети TEN-T. Общий размер инвестиций в реконструкцию магистрали Палермо – Мессина оценивается примерно в 9 млрд евро. Двухпутная линия рассчитана на движение поездов с максимальной скоростью 200 км/ч. Время в пути между конечными пунктами сократится на 30 мин и составит менее 2 ч.

Источник: zdmira.com, 09.10.2020

Китайский тоннелепроходческий комплекс построит тоннели на линии Брешиа – Верона в Италии

В городе Лонато-дель-Гарда на севере Италии состоялась официальная церемония начала строительства высокоскоростной магистрали

Брешиа-Восточная – Верона и запуска тоннелепроходческого комплекса (ТПК) «Мартина». По проекту предстоит построить 45,5 км высокоскоростной линии, которая пересечет 11 муниципалитетов в провинциях Брешиа, Верона и Мантуя.

Тоннелепроходческий комплекс «Мартина» с щитом диаметром 10 м изготовила китайская компания China Railway Engineering Equipment (CREG), это первая ее экспортная поставка в Европу. Комплекс пробурит двухтрубный тоннель длиной 7,95 км между населенными пунктами Лонато-дель-Гарда и Дезенцано-дель-Гарда. Его строительство считается самым сложным этапом проекта. Будут также сооружены тоннели Фрассино (3,36 км) и Сан-Джорджо (3,7 км).

Наряду со строительством высокоскоростной линии проект предусматривает прокладку путей длиной 2,2 км к магистрали Верона – Бреннер. Линия Брешиа-Восточная – Верона, электрифицируемая по системе 2×25 кВ, рассчитана на движение поездов со скоростью 300 км/ч и оснащается европейской системой управления движением поездов ETCS уровня 2. Завершить строительство планируется в 2023 г.

Правительство Италии инвестирует в проект 2,499 млрд евро, сумма контракта с генеральным подрядчиком – консорциумом Cepav Due, который строит линию, оценивается в 2,16 млрд евро.

Источник: zdmira.com, 13.10.2020

Для Network Rail разработают технологию автоматизированного обследования тоннелей (Великобритания)

Международная консалтинговая группа COWI выиграла конкурс на реализацию проекта стоимостью около 500 тыс. ф. ст., направленного на создание и внедрение инновационных технологий автоматизированного обследования железнодорожных тоннелей. Проект софинансируется оператором инфраструктуры железных дорог Великобритании – компанией Network Rail в рамках программы поддержки малого бизнеса Small Business Research Initiative (SBRI).

В течение следующих 18 месяцев COWI совместно с субподрядными компаниями Railview и Viapontica разработает технологию, сочетающую машинное обучение и инновационные средства обнаружения подповерхностных дефектов с существующими инструментами виртуального обследования, используемыми при техническом обслуживании мостовых конструкций. На основе данных мобильной съемки, получаемых с помощью машины INFRAMONIT-TUNNEL на комбинированном (пневмоколесном

и железнодорожном) ходу, оснащенной новейшим радаром для обследования объектов инфраструктуры, лазерными сканерами и средствами позиционирования, создается трехмерная модель состояния тоннеля с определением точных координат всех выявленных дефектов. Используемая машина разработана компанией Railview по проекту IN2TRACK2 в рамках европейской инициативы Shift2Rail.

Одним из ключевых элементов проекта является разработка алгоритмов машинного обучения для выявления и последующего категорирования дефектов. Облачное хранение и обработка данных позволят оценивать динамику развития неисправностей.

На окончательном этапе проекта в 2021 г. подрядчик должен продемонстрировать действие технологии в реальных условиях эксплуатации, представить отчет о выполненной работе и разработать план дальнейшего развития.

Источник: zdmira.com, 14.10.2020

В Финляндии испытают синтетические шпалы в условиях сильных морозов

Финское государственное инфраструктурное агентство Väylä начало испытания синтетических шпал FFU (рис. 1) на национальной сети железных дорог со стандартом колеи 1524 мм. Цель эксперимента - установить пригодность таких шпал для использования при очень низких температурах.

Рис. 1. Слева – синтетические шпалы FFU, справа – обычные железобетонные шпалы

Шпалы были установлены вместо бетонных на трех участках пути с балластом, каждый длиной около 150 м. Длина синтетических шпал 2600 мм, глубина – 160 мм, ширина – 260, 300 и 350 мм.

Все шпалы уже смонтированы, экспериментальные исследования стартуют в ноябре. Весной 2021 года пройдет вторая серия испытаний, чтобы выявить, как поведут себя инновационные шпалы при переходе к более высоким температурам.

Шпалы FFU («армированный волокном вспененный уретан») впервые были разработаны в Японии в конце 1970-х гг.

Синтетические шпалы FFU изготовлены из материала, который имеет те же свойства, что и натуральная древесина, и его так же легко обрабатывать. Синтетический материал имеет практически такую же удельную массу, что и натуральный, но при этом имеет значительно более длительный срок службы. С 2004 г. железнодорожные шпалы из FFU используются в Европе на железнодорожных мостах с открытыми несущими стальными конструкциями.

Источник: Центр Транспортных Стратегий, 20.10.2020

Network Rail планирует улучшить качество насыпей после схода с рельсов поезда недалеко от г. Стоунхейвена (Великобритания)

В промежуточном отчете британского оператора инфраструктуры Network Rail (NR) о сходе с рельсов поезда у станции Кармонт, к югу от Стонхейвена, на магистральной линии Абердин – Данди, 12 августа 2020 г., излагаются кратко- и долгосрочные меры по повышению устойчивости железнодорожной сети в экстремальных погодных условиях. Поезд сошел с рельсов после столкновения с обломками деревьев, смытыми на пути после сильного дождя.

В отчете подчеркивается необходимость уделения повышенного внимания развертыванию технологий в сети для исправления сбоев, а также инвестиций в улучшенное прогнозирование погоды для облегчения принятия решений в случае надвигающихся погодных явлений.

NR заявила, что выявила 584 объекта в британской сети протяженностью 16 тыс. км с характеристиками, аналогичными условиям у станции Кармонт. Инженеры компании и внештатные специалисты провели инспектирование этих участков в дополнение к аэрофотосъемке. Не было обнаружено ни одного объекта, требующего экстренного вмешательства, но 1% участков имеет дефекты, которые ухудшили состояние инфраструктуры и требуют действий раньше, чем планировалось изначально.

Рабочая группа NR по управлению земляными работами рассмотрит способность оператора лучше понимать и улучшать все аспекты качества и безопасности насыпей.

По заявлению NR, более чем в 200 местах есть телеметрические устройства, и недавно завершена работа по применению машинного обучения для повышения оценки риска смещения насыпи. В настоящее время

разрабатываются и испытываются новые системы мониторинга насыпей, включая технологию измерения наклона поверхности для предупреждения о внезапном движении насыпи. В этих системах все чаще используются лазерные исследования с воздуха с использованием вертолетов и беспилотных летательных аппаратов, а также измерения с помощью поездов-дефектоскопов и мониторинг объектов с использованием телеметрии, что улучшает понимание меняющегося состояния объектов и дает возможность раннего предупреждения.

Помимо этого, NR улучшает работу сайта собственной метеорологической службы, который используется всеми диспетчерами оперативного управления, службами технического обслуживания, пассажирскими и грузовыми железнодорожными операторами. Новая улучшенная программа, обеспечивающая предупреждения о штормах, будет опробована в ближайшие месяцы. NR также изучает потенциальные преимущества внедрения системы предупреждения о погодных условиях в режиме реального времени для улучшения понимания локальных рисков для инфраструктуры и эксплуатации поездов во время сильного дождя.

В отчете говорится, что риск для железнодорожной инфраструктуры, связанный с изменением климата, уже ощущается, и требуется постепенный рост инвестиций, сопровождаемый трансформационными изменениями в управлении сетью и развертывании технологий. «Правильное» управление рисками изменения климата предполагает повышение устойчивости насыпи на местах, что требует значительных затрат и многих лет для достижения запланированного уровня надежности.

За промежуточным отчетом должен следовать окончательный отчет, который даст более подробную информацию о том, какие работы можно ускорить, чтобы улучшить управление объектами инфраструктуры, в частности, насыпями, в экстремальных погодных условиях.

Источник: International Railway Journal. – 2020. – № 10. – P. 17

В Китае разработали высокоскоростной стрелочный перевод на магнитной подушке

Китайская корпорация China Railway Baoji Bridge Group (CRBBG) разработала новый стрелочный перевод для работы высокоскоростных поездов на магнитной подвеске.

Стрелочный перевод, позволяющий поездам переходить на новый маршрут со скоростью до 600 км/ч, прошел заводскую приемку, организованную компанией CRRC Qingdao Sifang.

Длина этого устройства почти 80 м, ширина – 3 м, а стрелочное расстояние – почти 4 м.

Главный инженер CRBBG Цзи Миньтин заявил, что интеллектуальная система управления была разработана для обеспечения надежности перевода стрелок во время эксплуатации.

Корпорация CRBBG, расположенная в городе Баоцзи провинции Шэньси (Северо-Западный Китай), является государственным предприятием, специализирующимся на производстве стальных мостов, конструкций, железнодорожных стрелочных переводов, городских железнодорожных транзитных объектов и тяжелой подъемной техники в Китае.

Напомним, по итогам 2019 г. протяженность железнодорожной сети Китая составила 139 тыс. км. В 2020 г. планируется ее увеличить на 4 тыс. км. Протяженность линий высокоскоростной железнодорожной сети планируется увеличить на 2 тыс. км.

Источник: russian.xinhuanet.com, 26.09.2020

Самый длинный в мире автомобильно-железнодорожный мост через пролив прошел испытание на статическую нагрузку (Китай)

Автомобильно-железнодорожный мост, построенный в провинции Фуцзянь в Восточном Китае, прошел испытания на статическую нагрузку.

Мост, построенный через морской пролив, является частью железной дороги Фучжоу-Пинтан и соединяет туристический островной уезд Пинтань с материковой частью провинции Фуцзянь, его протяженность составляет 16,34 км.

Он представляет собой совмещенную двухуровневую конструкцию. Нижний уровень отведен под высокоскоростную железную дорогу, по которой будут курсировать поезда со скоростью 200 км/ч.

На верхнем уровне будет скоростная шестиполосная автомобильная магистраль, ездить по которой можно будет со скоростью 100 км/ч.

Строительство моста началось в 2013 г., планируется, что в эксплуатацию его сдадут в конце 2020 г.

Источник: seanews.ru, 28.09.2020

Компания Vossloh поставит рельсовые скрепления для тяжеловесной магистрали в Монголии

Компания Vossloh (Германия), получила контракт на поставку рельсовых скреплений для тяжеловесной магистрали длиной 270 км с шириной колеи 1520 мм в Монголии.

Компания Vossloh поставляет систему рельсового скрепления W 30 HH, предназначенную для работы в суровых климатических условиях, таких как пустыня Гоби и монгольская степь, где температура зимой может опускаться до -40°C.

Новая тяжеловесная магистраль соединит каменноугольное месторождение Таван-Толгой с пограничным переходом Гашуун Сухайт на границе с Китаем. 70-километровый участок линии уже закончен, а полностью линия должна быть завершена к концу 2021 г. Ожидается, что линия будет транспортировать около 30 млн т груза в год, прежде всего сырье для производства стали.

Источник: railjournal.com, 28.09.2020 (англ. яз.)

Завершилось прокладывание тоннелей вдоль Китайско-Лаосской железной дороги

Последний тоннель проложили вдоль Китайско-Лаосской железной дороги, 29 сентября сообщает Синьхуа.

Завершилось прокладывание тоннеля Сян Нгеун № 3, последнего тоннеля вдоль Китайско-Лаосской железной дороги в провинции Луангпхабанг, примерно в 210 км к северу от столицы Лаоса Вьентьяна.

К настоящему моменту проложили все 75 тоннелей Китайско-Лаосской железной дороги. Теперь строители могут перейти к созданию железнодорожных станций.

Напомним, Китайско-Лаосская железная дорога дважды пересекает реку Меконг, проходя через две горные зоны со сложной геологией, покрытые тропическими лесами, протяженностью около 60 километров.

Строительные работы по созданию Китайско-Лаосской железной дороги начались в 2016 г.

Источник: rossaprimavera.ru, 29.09.2020

В Китае с конвейера сошел крупнейший в стране по диаметру тоннелепроходческий комплекс

4300-тонный тоннелепроходческий комплекс с максимальным диаметром щитовой проходки в 16,7 м сошел с производственной линии в городе Чанша, административном центре провинции Хунань в Центральном Китае. Он стал крупнейшим в стране ТПК по диаметру щитовой проходки.

ТПК под названием «Цзинхуа» имеет длину в 150 м и высоту, равную пятиэтажному зданию. Он совместно разработан компанией тяжелой промышленности при Китайской корпорации железнодорожного строительства CRCHIC и 14-м бюро Китайской железнодорожной корпорации.

Как сообщил Чжан Шуайкунь, заместитель директора Проектно-исследовательского института установок для проходки тоннелей при CRCHIC, обычно ТПК со сверхкрупным диаметром называют тоннелепроходческий щит, диаметр которого составляет более 12 м. При производстве такого щита-гиганта был использован ряд высоких и новых технологий в сфере машиностроения, электрификации, гидромеханического давления, информатики, системы сенсора, оптики и др.

ТПК «Цзинхуа», оснащенный самостоятельными разработками и инновационными технологиями Китая, позволит сделать относительно безопасными, высокоэффективными и экологически чистыми работы по проходке тоннелей, для которых характерны высокая интенсивность, высокий риск и высокий уровень загрязнения.

Ранее сообщалось, что завершена прокладка тоннеля длиной 14,5 км на железной дороге Куньмин – Вьентьян, соединяющей административный центр провинции Юньнань на юго-западе Китая со столицей Лаоса.

Источник: russian.news.cn, 01.10.2020

Компания JR East планирует провести мероприятия для повышения скорости поездов на линии «Тохоку» высокоскоростной сети Синкансэн (Япония)

Компания JR East (Восточно-Японская железная дорога) намерена повысить скорости на ключевых участках линии «Тохоку» сети Синкансэн, чтобы сделать свои поезда между Токио и северо-востоком острова Хонсю более конкурентоспособными для авиакомпаний.

Согласно планам, объявленным 6 октября 2020 г., максимальная скорость на самом северном участке длиной 178,4 км между станциями Мориока, Хатинохе и Шин-Аомори должна быть увеличена с нынешних 260 км/ч до 320 км/ч, с расчетом сократить поездку на 5 мин от текущего времени в пути.

JR East подтвердила, что работы уже ведутся, и их завершение планируется примерно через семь лет. В основном это связано не столько с модернизацией путей или контактной сети, сколько с принимаемыми мерами по защите от шума местности вокруг большого количества двухпутных тоннелей на этой части линии. Поезд, движущийся с более высокой скоростью, увеличивает волновое давление в тоннелях и усиливает эффект звукового удара на порталах.

Новые звукопоглощающие стены будут построены вдоль пути длиной 1,3 км, высота существующих стен на протяжении 3,6 км будет увеличена. Вытяжные отверстия на 24 порталах тоннелей, предназначенные для рассеивания волн давления и уменьшения звукового удара, расширят.

Этот проект реализуется в рамках программы «JR East's Change 2027», согласно которой в Японии планируют разработать поезда нового поколения для коммерческой эксплуатации со скоростью до 360 км/ч. Испытательный поезд ALFA-X достиг проектной скорости 400 км/ч 14 декабря 2019 г. и совершил свой первый рейс через тоннель Сэйкан до станции Син-Хакодатэ-Хокуто 12 февраля 2020 г. Ожидается, что в недалеком будущем создатели ALFA-X проинформируют о разработке нового подвижного состава для эксплуатации его с 2030 г. на линии между Токио, Син-Аомори и Саппоро в качестве замены нынешних поездов серий E5 и H5, курсирующих со скоростью 320 км/ч.

Компания JR East также стремится повысить скорость с 110 до 130 км/ч на загруженном двухпутном участке между станциями Уэно и Омия, через который проходят 3 линии Синкансэн – «Тохоку», «Дзёэцу» и «Хокурику». На участке между Уэно и Центральным вокзалом Токио протяженностью 3,6 км скорость останется 110 км/ч.

Модернизация участка Уэно – Омия позволит сэкономить 1 минуту в пути, но, что более важно, позволит увеличить пропускную способность без значительных инвестиций в инфраструктуру. Это должно подготовить почву для увеличения частоты движения поездов на линии «Хокурику» после того, как эта линия будет продлена от Канадзавы до Цуруги в 2022 г.

Модернизация инфраструктуры на большей части возвышенного участка включает установку более высоких шумозащитных барьеров вдоль бетонного виадука. Работы по этому проекту должны быть завершены к началу 2021 г., что позволит ввести ускоренный график движения поездов

в следующем году.

Источник: railwaygazette.com, 12.10.2020 (англ. яз.)

На Тайване одобрено продление высокоскоростной линии Илань

Тайвань завершил разработку маршрута для продления сети Тайваньской высокоскоростной железной дороги (THSR) на 56,4 км. Ожидается, что строительство нового участка будет завершено к 2030 г. Линия пройдет от тайбэйской станции Нанганг до северо-восточного прибрежного города Илань и будет включать в себя около 11,4 км тоннелей.

Было предложено построить дополнительную развязку с обычными железнодорожными линиями на существующей станции Пинси в Нью-Тайбэе, но пока данное предложение не одобрено.

Выбранный участок, известный как Предложение А, был самым длинным из трех вариантов, предложенных в ходе всего процесса. Он был выбран из-за опасений по поводу возможного негативного воздействия двух других альтернатив на качество воды близлежащего водохранилища Фейкуи.

Альтернативные варианты подразумевали, что при их строительстве было бы вмешательство в грунтовые воды водохранилища, потенциально подвергая риску загрязнения основного источника воды в районе Большого Тайбэя. Утвержденный маршрут идет полностью в обход водохранилища.

Предложение В, протяженностью 54,1 км, должно было включать участок 3,8 км через водохранилище. Предложение С было 45 км в длину с участком 11,6 км, пересекающим водохранилище.

Несмотря на то, что это самый длинный вариант из трех предложений, МОТС заявляет, что время в пути будет только на 30 секунд – 1 минуту больше, чем на более коротких.

Линия предназначена для обеспечения дополнительных возможностей передвижения между Тайбэем и восточной частью Тайваня, а также для решения проблемы заторов на существующих автомобильных и обычных железнодорожных линиях между Иланем и столицей.

Время в пути на линии между Тайбэем и Иланем составит около 13 минут и будет обслуживать от 14,4 тыс. до 18 тыс. пассажиров в час.

Ожидается, что после утверждения маршрута в планы будут внесены некоторые изменения, которые также будут оценены в плане воздействия на окружающую среду.

Источник: railwaygazette.com, 16.10.2020 (англ. яз.)

Оператор Arc Infrastructure разработал программу для прогнозирования смывов железнодорожного полотна (Австралия)

Оператор грузовых перевозок штата Западная Австралия Arc Infrastructure в сотрудничестве с консалтинговой компанией в области информационных технологий Interfuze из г. Перта разработал программный инструмент, который позволит ему прогнозировать железнодорожного полотна, вызванные наводнением.

Компания заявляет, что программа, которая анализирует прошлые смывы и характер осадков, может сэкономить суммы, исчисляющиеся в миллионах долларов, за счет предотвращения дефектов пути и схода с рельсов подвижного состава.

Arc Infrastructure утверждает, что, проанализировав взаимосвязь между прошлыми событиями и погодными условиями, компания смогла применить эту корреляцию к данным об осадках в реальном времени, собранным с помощью датчиков дождя, разбросанных вблизи железных дорог по всему штату. Это позволило программе создать модель с использованием как осадков, проходящим непосредственно над железнодорожной линией, так и наводнений из-за выпадения дождя за пределами района, где пролегает линия.

Интернет-приложение доступно для скачивания через браузер на любом устройстве. Программа для прогнозирования, находящаяся в настоящее время в стадии постпроизводтсвенного испытания, показала точность расчетов более чем на 90% и со временем будет улучшена.

Arc Infrastructure планирует использовать данную программу для обучения диспетчеров в конце 2020 г. и в дальнейшем поделиться такой системой прогнозирования смывов полотна с другими австралийскими операторами инфраструктуры.

Источник: International Railway Journal. – 2020. – № 10. – P. 8

Развитие железнодорожной инфраструктуры является одним из приоритетных направлений АО «НК «ҚТЖ» (Железные дороги Казахстана)

В текущем году капитальному ремонту подвергнуто 416 км пути. С начала текущего года выполнение капитального ремонта пути с использованием новых материалов из 416 км общего объема плана составило 380,4 км. Это на 103% больше, чем в 2019 г. При этом подрядным способом ТОО (товарищество с ограниченной ответственностью) «Integra

Construction KZ» ремонт выполнен на 161,83 км пути, ТОО «Теміржол жөндеу» – на 157,68, ПЧМ (механизированная дистанция пути) Акадыр хозяйственным способом с применением путевой машины СМД-80 – на 60,93 км.

Выполнение работ по капитальному ремонту пути планируется завершить до конца ноября.

Специалисты отмечают, что работы проходят в штатном режиме, без задержек. Учтены все меры безопасности, принятые в рамках борьбы с коронавирусной инфекцией.

Вместе с тем, при задержках поездов из-за проведения плановых работ по ремонту пути предусмотрены выплаты компенсаций.

Так, в соответствии с п. 3 ст. 80 Закона Республики Казахстан от 8 декабря 2001 г. «О железнодорожном транспорте», предусмотрена выплата штрафа за опоздание пассажирского поезда в размере 3% от стоимости проездного документа (билета) за каждый час задержки. Уплата производится по заявлению пассажира при предъявлении проездного документа с отметкой о фактическом проезде в данном поезде.

По прибытии на конечный пункт пассажир должен у дежурного по вокзалу получить отметку о фактическом прибытии пассажирского поезда. Затем обратиться в билетную кассу перевозчика с этим же документом, а также с документом, удостоверяющим личность, и оформить заявление, на основании которых кассир производит расчет и выплачивает компенсацию.

Источник: railnews.kz, 08.10.2020

Подвели итоги осенней ревизии в Алматинском регионе (Казахстан)

В Алматинских отделениях грузовых перевозок и магистральной сети подвели итоги осеннего комиссионного осмотра. В течение 20 дней руководители отделения грузовых перевозок, магистральной сети, предприятий проделали немалый путь на автомотрисах, проверив все подразделения и участки региона, оценили положение дел, работу станций, разъездов и структурных подразделений.

Главная цель работы комиссии по проведению ОКО в регионе – проверка технологической готовности магистрали к зиме. По каждому участку, предприятию составлен перечень замечаний и недостатков, которые необходимо устранить. Были оценены своевременная подготовка специалистов и первозимников, средств снегоборьбы и выполнение ремонтных работ.

Во время осмотра по Алматинскому отделению ГП (государственное

предприятие) проверено 103 раздельных пункта, выявлено 1227 замечаний.

Проведенная проверка показала, что руководители станций отделения ГП не в полном объеме выполняют нормативы личного участия в обеспечении безопасности движения поездов. Уровень технических знаний работников тоже оставляет желать лучшего. Это свидетельствует об отсутствии должного подхода к вопросам технического обучения со стороны руководства станций.

Особое внимание в ходе осмотра уделено техническому состоянию локомотивов, их готовности к работе в зимний период.

В ходе осеннего комиссионного осмотра в хозяйстве пути и сооружений выявлено 1603 замечания, приняты 164 запретные меры. Анализ выявленных нарушений ОКО показал, что со стороны руководителей Актогайской, Алматинской, Бескольской и Алтынкольской дистанций пути упущен контроль над текущим содержанием пути и стрелочных переводов, некачественно проводятся натурные осмотры пути, при проверках не выявляются грубые отступления в техническом содержании пути и стрелочных переводов. Также отсутствует планирование планово-предупредительных работ, направленных на предупреждение появления неисправностей пути и продление сроков службы элементов верхнего строения пути.

Главный региональный ревизор Мейрамбек Серикбаев заострил внимание на отсутствии контроля руководителей и плана корректирующих мероприятий, слабо поставленной работе по предупреждению случаев наезда на людей и скот.

Вместе с тем, есть и положительные моменты – отмечена хорошая подготовка к осеннему комиссионному осмотру станции Отар.

Осенняя ревизия в регионе направлена на выявление «узких» мест в содержании объектов инфраструктуры и обеспечении бесперебойной работы железной дороги, и совещание станет хорошим стимулом для исправления всех недочетов.

Источник: railnews.kz, 16.10.2020

Более 400 мостов в Амурской области требуют капремонта или реконструкции

За счет федерального бюджета к 2024 году планируется реконструировать менее четверти проблемных объектов.

В Приамурье проведена диагностика всех искусственных сооружений, по итогам которой установлено, что 404 мостовых сооружения требуют

капитального ремонта или реконструкции. Сформирована и направлена заявка на участие в новом федеральном проекте «Мосты и путепроводы», согласно которой предлагается реконструировать до 2024 года 64 моста.

Еще одна проблема связана с созданием многоуровневых развязок через Транссиб, поэтому очень важно строительство путепроводов. В ближайшее время планируется подготовить проектные документации на строительство трех подобных сооружений: в Новобурейском, Серышево и Завитинске.

Стоит сказать, на возведение путепровода, который рухнул в 2018 году в Свободном, получено федеральное финансирование в размере 1,1 млрд руб. В настоящее время на объекте развернуты работы, через год его планируется сдать.

Источник: rzd-partner.ru, 25.09.2020

Под Мурманском ввели в эксплуатацию новый железнодорожный мост

В Мурманской области ввели в эксплуатацию железнодорожный мост, построенный на месте рухнувшей переправы через реку Кола. Торжественная церемония состоялась 28 сентября 2020 г.

Строительство заняло 105 дней. Длина моста составила 158 м, переправа имеет 34 сваи и четыре железобетонные опоры. По открытому мосту проехал грузовой поезд из Мурманска в южном направлении.

В период с октября по май 2021 года планируется выполнить ряд работ. В частности, будет установлена инновационная система контроля состояния поста, уровня и скорости течения воды в реке, построены технические здания и локальные очистные сооружения, проведены экологические компенсационные мероприятия.

Обрушение железнодорожного моста через реку Кола на перегоне станция Кола – станция Выходной в Кольском районе произошло 1 июня. За два дня до обрушения насыпь опоры моста подмыло из-за интенсивного таяния снега.

По словам секретаря Совета безопасности России Николая Патрушева, причинами обрушения моста являются недостаточный контроль за состоянием сооружения и несвоевременный ремонт. Был введен режим чрезвычайной ситуации и открыт обходной путь. Возбуждено уголовное дело о нарушении требований безопасности

Источник: iz.ru, 28.09.2020

На сети разрабатываются новые типы стрелочных переводов

«В настоящий момент разрабатываются новые типы стрелочных переводов для грузонапряженных участков», – заявил главный инженер управления пути и сооружений Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» Дмитрий Бурков на круглом столе «Модернизация инфраструктуры Восточного полигона ОАО «РЖД»: экология, технологии, инновации».

Новые типы стрелочных переводов позволят увеличить ресурс стрелочных переводов для достижения равноресурсности пути. Наряду с этим они могут снизить затраты на обслуживание благодаря применению новой элементной базы, а также износ крестовины и остряка с рамным рельсом.

Помимо этого, спикер обратил внимание в своем докладе на то, что использование подшпальных прокладок увеличивает площадь контакта примерно в 6 раз. Применение подшпальных прокладок может увеличить срок службы верхнего строения пути и балласта, а также снизить интервал работ по подбивке до 3 раз.

Также во время своего выступления эксперт сообщил, что достижение гарантийного ресурса всех составляющих элементов пути до 700 млн т брутто и межремонтного ресурса до 1,5 млрд т брутто может снизить затраты на текущее содержание элементов пути, оптимизировать ремонтную схему, снизить затраты на ремонтный фонд и продлить жизненный цикл конструкции пути. «Все это, в свою очередь, может привести к уменьшению затрат на материалы и снижению трудозатрат», – заключил спикер.

Источник: rzd-partner.ru, 30.09.2020

Оптимизация взаимодействия в системе колесо-рельс позволит увеличить ресурс этой системы

Как сообщил директор Проектно-конструкторского бюро по инфраструктуре ОАО «РЖД» Андрей Лисицын на круглом столе «Модернизация инфраструктуры Восточного полигона ОАО «РЖД»: экология, технологии, инновации», что за счет оптимизации взаимодействия в системе «колесо-рельс» возможно увеличение ресурса этой системы в 1,3-1,5 раза.

В своем докладе спикер также рассказал о том, что в настоящий момент на участках Восточно-Сибирской и Забайкальской дирекций инфраструктуры уложены опытные партии рельсов ДТ400ИК. Напомним,

что рельсы ДТ400ИК, изготовленные по ТУ-0921-276, являются рельсами повышенной износостойкости и контактной выносливости. При производстве данных рельсов серьезно изменен химический состав и качественные характеристики.

В настоящий момент организовано комиссионное наблюдение за опытными участками пути. По словам Лисицына, по итогам наблюдения ожидается положительный результат.

Источник: rzd-partner.ru, 30.09.2020

ОАО «РЖД» проведет капитальный ремонт пути в Большом петлевом тоннеле на юге России

В Краснодарском крае начались плановые работы по капитальному ремонту пути в Большом петлевом тоннеле и на прилегающих к нему участках. Тоннель расположен в районе ст. Индюк участка Армавир – Белореченская – Туапсе.

Работы направлены на обеспечение безопасности и надежности перевозок. Они продлятся 55 сут. Ремонт пройдет по технологии «закрытый перегон», которая позволяет минимизировать сроки проведения работ.

В связи с этим частично изменится расписание поездов дальнего следования и пригородного сообщения. Составы будут перенаправлены на участок Краснодар – Горячий Ключ – Туапсе.

Для сохранения транспортной доступности населенных пунктов, расположенных на ремонтируемой линии, в период проведения работ с 13 октября по 7 декабря 2020 года будет организована мультимодальная схема перевозки пассажиров. На участке Майкоп – Белореченская – Гойтх продолжат курсировать пригородные поезда, а на участке Гойтх – Туапсе перевозки будут осуществляться автотранспортом.

Источник: rzd-partner.ru, 02.10.2020

До конца года будут запущены более 200 км железнодорожных линий

Авто- и железнодорожные перевозчики получат несколько сотен километров новых дорог к концу 2020 года, заявил министр транспорта РФ Евгений Дитрих.

Глава Минтранса отметил, что в 2020 году в эксплуатацию будет введено 205 км дополнительных путей и новых железнодорожных линий. В части автотранспорта построено или реконструировано порядка 540 км трасс федерального значения. Также благоустройство коснется и региональных дорог.

«Порядка 1700 дорог регионального значения с федеральной поддержкой будет построено и реконструировано, 16 тыс. км – отремонтировано», – уверил Е. Дитрих участников итоговой коллегии Минтранса.

Источник: rzd-partner.ru, 15.10.2020

На Октябрьской железной дороге завершается подготовка к работе в предстоящий зимний период

Подготовка Октябрьской железной дороги к работе в зимний период 2020-2021 гг. началась 1 июля текущего года. К сегодняшнему дню завершена основная работа во всех хозяйствах дороги.

Осуществлена замена 81 км рельсов и более 57,5 тыс. деревянных шпал. Подготовлено более 13 тыс. устройств пневмообдувки, электрообогрева и автоматической обдувки стрелочных переводов. Выполнена комплексная проверка состояния и ремонт свыше 3 тыс. км контактной подвески и почти 5,5 тыс. воздушных стрелок контактной сети на главных путях. Проведена проверка и ремонт наружного освещения на 553 железнодорожных станциях дороги, 625 пассажирских платформах и 742 железнодорожных переездах.

Для обеспечения в условиях сильных морозов своевременной выгрузки смерзающихся навалочных грузов подготовлено 13 тепляков, 128 пароустановок, 49 единиц вибро- и бурорыхлительной техники.

К стабильной эксплуатации в холодный период года в пригородном пассажирском комплексе подготовлено 102 вокзала, порядка 2 тыс. платформ, в дальнем сообщении – 19 вокзалов и 64 платформы.

К борьбе со снегом готово 20 пневмоочистительных, 85 снегоочистительных и снегоуборочных машин, 6 стругов-снегоочистителей, 9 экскаваторов на комбинированном ходу.

Для предупреждения заражения работников предприятий коронавирусной инфекцией в служебных помещениях ежедневно проводится санитарная уборка всех поверхностей с применением концентрированных дезинфицирующих средств. Создан запас и обеспечено наличие у персонала защитных масок, перчаток и кожного антисептика. Санитарно-бытовые

помещения также обеспечены кожными антисептиками.

Источник: rzd-partner.ru, 19.10.2020

Аннотированный обзор публикаций из иностранных журналов

Более твердая рельсовая сталь для венского метро (Австрия)

С целью дальнейшей оптимизации стоимости жизненного цикла, доступности и затрат на техническое обслуживание путей метрополитена в Вене, оператор городского транспорта Wiener Linien провел испытания стали марки R400HT на участке пути с рельсами Vignol протяженностью 700 м на линии U6 при поддержке компании voestalpine Schienen GmbH. Использование стали марки R400HT позволило снизить износ рельсов в кривых малого радиуса более чем на 50% по сравнению со сталью марки R350HT после двух лет эксплуатации. Сообщается о планах Wiener Linien по использованию стали R400HT.

Источник: Eisenbahntechnische Rundschau. – 2020. – № 6. – S. 58 (нем. яз.)

Возведение моста городской железной дороги в Штутгарте (Германия)

Новый мост городской железной дороги в Штутгарте был успешно переброшен через федеральную трассу A8 в ночь со 2 на 3 мая 2020 г. под управлением компании Sweco. Конструкция моста была изготовлена в течение нескольких месяцев в непосредственной близости от автомагистрали. Фактический процесс передвижения арочного моста весом около 1500 т над магистралью занял всего около 30 минут. Однако для того, чтобы подготовить путь для большегрузных транспортных средств, перемещающих мост, и затем его демонтировать, не повредив полосы движения, потребовались значительные подготовительные и завершающие работы. Публикуется информация о конструкции моста.

Источник: Eisenbahntechnische Rundschau. – 2020. – № 6. – S. 76 (нем. яз.)

Напряжение рельса из-за взаимодействия конструкций моста с различными типами рельсового пути и условиями движения (Великобритания)

Статья посвящена эффекту «дополнительного напряжения» (additional rail stress) при взаимодействии «мост-путь» и условиям, при которых оно возникает. Представлены меры, которые могут компенсировать дополнительное напряжение рельса.

Источник: Permanent Way Institution. – 2020. – № 1. – P. 47-49 (англ. яз.)

От текущего содержания пути до управления активами

Редакционная статья об изменениях концепции текущего содержания пути в связи с развитием средств мониторинга и диагностики – от обслуживания, зависящего от времени, к обслуживанию, зависящему от состояния, далее к профилактическому (превентивному) обслуживанию. Требуется еще один шаг: от концепции текущего содержания одной компании к скоординированному обслуживанию всей сети в целом и, более того, к включению инвестиционных затрат и срока службы в систему эффективного управления жизненным циклом (Life Cycle Management).

Источник: ZEVrail. – 2020. – № 3. – S. 65 (нем. яз.)

Описание состояния стрелочных переводов и прогнозирование на основе данных

Из-за высокой стоимости, а также компонентов, требующих постоянного и тщательного наблюдения и технического обслуживания, стрелочным переводам следует уделять повышенное внимание. При этом нецелесообразно выделять отдельные части из общей системы. Скорее, необходимо понять общую систему стрелочных переводов и разобраться в возможностях ее оптимизации. Для этой цели были изучены различные данные модели для описания и прогнозирования поведения стрелочных переводов. В ходе исследования были использованы данные измерений путеизмерительного вагона EM250 оператора инфраструктуры Австрийских федеральных железных дорог ÖBB Infrastruktur AG. Разработанный в рамках проекта алгоритм позволяет точно позиционировать все доступные измерительные сигналы и обеспечивает синхронность между отдельными данными измерений с учетом зависимостей между сигналами. На основе

этих данных можно провести различную аналитику стрелочных переводов и разработать новые методы, которые позволят в будущем внедрить систему управления жизненным циклом (LCM) для стрелочных переводов.

Источник: ZEVrail. – 2020. – № 3. – S. 80-86 (нем. яз.)

Несущая способность балластного слоя железнодорожного пути

Балластный слой железнодорожного пути представляет собой неплотную породу, несущая способность которой, в отличие от твердых веществ, зависит не только от параметров материала, но также и от напряженного состояния, которое определяется историей нагружения. Изменение напряженного состояния и, следовательно, несущей способности напрямую связано с оседанием балласта. Эта зависимость может быть использована в будущем для практической количественной оценки влияния технологии подбивки шпал и динамической стабилизации пути на несущую способность, которая имеет решающее влияние на затраты на текущее содержание верхнего строения железнодорожного пути. Публикуются результаты лабораторного эксперимента, определяющие распределение напряжений и позволяющие в сочетании с простым моделированием получить представление о процессе изменения несущей способности.

Источник: ZEVrail. - 2020. - № 3. - S. 94-102 (нем. яз.)