



Гарантия качества рельсов – в договоре поставки



Сергей ПАЛКИН
Sergey V. PALKIN

Валентин КОЗЫРЕВ
Valentine A. KOZYREV



Палкин Сергей Валентинович – доктор экономических наук, кандидат технических наук, директор по техническому регулированию ТК «ЕвразХолдинг», вице-президент некоммерческого партнерства «Объединение производителей железнодорожной техники» (НП «ОПЖТ»), Москва, Россия.

Козырев Валентин Александрович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Менеджмент и управление персоналом организации» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.

Rails' Quality is Guaranteed by Supply Contract

(текст статьи на англ. яз. –
English text of the article – p. 205)

На примере эксплуатации рельсовых путей авторы рассматривают факторы надежности технических средств применительно к условиям безопасности движения поездов. Оцениваются зависимости технических требований к эксплуатации и производству рельсов, показателей надежности и качества, стандартов и нормативов, призванных обеспечивать системный порядок на уровне взаимодействия производителя, поставщика и потребителя продукции. Особое внимание отведено возможности строить отношения на основе договора поставки, позволяющего вводить гарантии качества по показателю гамма-процентного срока службы, согласовывать особые требования к эксплуатационным свойствам рельсов и самим условиям эксплуатации.

Ключевые слова: безопасность поездов, рельсы, надежность, жизненный цикл, гарантии качества, гамма-процентный срок службы, профилактика дефектов.

Известно, что ежегодно на сети железных дорог происходят многие тысячи сбоев графика движения поездов по причинам отказов технических средств. Кроме экономических потерь уровень таких отказов – это еще и характеристика состояния профилактической работы по обеспечению безопасности движения. Зачастую, по законам диалектики, количество здесь переходит в качество, что приводит к более тяжёлым последствиям, чем простой отказ, случаям – крушениям поездов и людским потерям.

Реализация актуальной для подобных случаев задачи повышения надёжности технических средств должна присутствовать на всех этапах жизненного цикла продукции. Для этого во всех вновь разработанных стандартах на продукцию, в определяющем количестве потребляемую железнодорожным транспортом, введены специальные требования по показателям надёжности. К сожалению, аналогичных примеров в области стандартизации самих процессов железнодорожных перевозок пока крайне мало. Они до сих пор не подлежат оценке на соответствие требованиям безопасности движения, а сами эти требования так и не нашли своего отражения в соответствующем техническом регламенте.

1.

В период эксплуатации большое практическое значение имеют показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и их производные. К примеру, стандартом на рельсы ГОСТ Р 51685–2013, в отличие от аналогичной версии 2000 года, предусмотрены требования по подтверждению показателя надёжности при сертификации, показателей гамма-процентного ресурса, введены критерии ремонтпригодности, свариваемости, контролепригодности и т.д.

В совокупности технические требования к рельсам в национальном стандарте 2013 года соответствуют требованиям международных стандартов EN и AREMA, а по показателям газонасыщенности стали, по классификации видов и величине неметаллических включений превышают уровень мировых стандартов.

Показатели надёжности относятся к комплексным, учитывающим совокупное влияние на качество всех технических требований. В уровне надёжности отражается степень полноценности исполнения технических требований к рельсам, а подтверждение соответствия рельсов показателям надёжности в процессе эксплуатации становится процессом своеобразной добровольной сертификации, принуждение к которой законодательством по техническому регулированию запрещается.

Определение фактического значения показателя надёжности в реальных условиях эксплуатации требует периода времени, сопоставимого с продолжительностью эксплуатационной пригодности продукции. По этим причинам показатели надёжности, как правило, не являются обязательными требованиями по безопасности продукции, которую оценивают по соответствию этим требованиям.

Такое соответствие регулярно подтверждается производителем результатами приёмо-сдаточных испытаний и удостоверяется паспортом качества, объективность данных которого заверяется представителем приёмки от ОАО «РЖД» в лице инспектора-приёмщика ЦТА.

На все установленные технические требования к рельсам производителями предоставляются гарантии качества. Совокупность подобных гарантий можно условно разделить на две основные группы. Первая — это гарантии качества, наступающие по положениям гражданского законодательства, а вторая — дополни-

тельные гарантии за пределами обязательств по законодательству. Такие именуются как конкурентные, имеющие коммерческий характер, и наступают, как правило, за пределами гарантийного срока, установленного нормативно-правовыми и техническими документами.

В разделе 9 ГОСТ Р 51685–2013 гарантийный срок на рельсы исчисляется количеством пропущенных тонн груза (наработка), величина эта может определяться условиями договора поставки. В зависимости от категории рельсов и радиуса кривых участков пути гарантийная наработка по пункту 9.2 составляет от 320 до 500 млн т брутто.

По новым условиям от производителей, гарантийная ответственность действует за пределами установленной в ГОСТ наработки. На рельсы новых категорий ДТ гарантийная наработка дополнительно увеличена в 1,4 раза от нормативной — до 700 млн т брутто пропущенного тоннажа в прямых участках пути и до 350 млн т брутто в кривых участках.

Действующие условия гарантии на рельсы в Российской Федерации по показателям и содержанию не имеют аналогов в мировой практике и значительно их превышают. Причем, гарантируя соответствие своей продукции техническим требованиям по всем установленным показателям, отечественные производители имеют в виду реальное достижение рельсами показателей надёжности именно в эксплуатации.

Тем не менее, по данным ОАО «РЖД», по причине дефектности ежегодно из эксплуатации исключается около 100 тысяч рельсов в 25-метровом исчислении. На самом же деле их примерно в 1,5 раза больше. На изъятых рельсах дефекты достигали такого предельного состояния, что эксплуатация их недопустима как раз по условиям безопасности движения.

На замену дефектных рельсов, которые составляют около 0,5 % от всех уложенных на инфраструктуре ОАО «РЖД», ежегодно расходуется около 3,0 млрд рублей. По утверждению специалистов ЦТА, примерно половина изъятых рельсов имеет металлургические причины образования и развития дефектов. И хотя документы с объективными данными, подтверждающими такие утверждения, отсутствуют, на фоне подобных заявлений в ОАО «РЖД» регулярно возникают самые разные предложения по усилению гарантийной ответствен-



ности производителей, вплоть до создания условий, при которых замена всех дефектных и остро дефектных рельсов будет осуществляться в основном за счёт производителя или поставщика.

Впрочем, придавая большое значение гарантийной ответственности как эффективному инструменту мотивации к повышению качества, конкурентоспособности и коммерческой привлекательности продукции, нельзя игнорировать результаты фактической реализации уже имеющихся условий гарантии.

Так, в адрес производителя ежегодно со стороны эксплуатирующих подразделений ОАО «РЖД» оформляется около 100 рекламаций по качеству, что составляет 0,1 % от всех изъятых рельсов. Из предъявленных претензий только 20 % действительно подтверждаются металлургическими исследованиями, и в результате ежегодные рекламационные платежи производителей ОАО «РЖД» не превышают 2 млн рублей.

Приведённые данные свидетельствуют, что выбраковка рельсов весьма слабо связана с качеством изготовления, показателями надёжности рельсов и в значительной мере зависит от качества эксплуатации, внимания к рельсу как высокотехнологичному продукту, требующему строгого соблюдения технологических правил.

Несопоставимость данных по количеству изъятых рельсов и признанных гарантийных случаев, судя по всему, не вызывает стремления к улучшению условий эксплуатации рельсов. Опираясь только на величину расходов по досрочной замене рельсов, всё в большей мере формируется мнение о необходимости дальнейшего повышения требований по качеству и усиления гарантийной ответственности производителей рельсов. При этом не рассматривается зарубежный опыт, не принимаются во внимание обстоятельства, по которым уровень гарантий на рельсы и так беспрецедентен в мировой практике.

Наиболее эффективным, по мнению отдельных специалистов ОАО «РЖД», может стать введение гарантии качества на рельсы по показателю гамма-процентного срока службы. Считается, что, выявив такое несоответствие в эксплуатации, можно будет потребовать от производителя не только компенсации по отдельно изъятому рельсу, но и полной замены и компенсации расходов по всей партии некачественных рельсов. Важно доказать несоответствие

каждой единицы продукции в забракованной партии.

Очевидно, что замена партии рельсов, находящихся в эксплуатации, стоит немалых денег. Но даже эти, огромные и неприемлемые для бизнеса расходы без системных решений по поводу условий эксплуатации рельсов не обеспечат ОАО «РЖД» нужной надёжности железнодорожного пути.

2.

Основные проблемы, требующие решения для введения гарантии качества по показателю гамма-процентного срока службы, вытекают из анализа имеющихся договорных условий, юридических и технических предпосылок в нормативно-правовых и технических документах на рельсы.

Содержание термина «гарантия качества» определяется статьями 469 и 470 ГК РФ, которыми установлена обязанность продавца в передаче покупателю товара, соответствующего по качеству обязательным требованиям и условиям договора поставки в течение гарантийного срока.

Под установленными обязательными требованиями понимаются положения законодательства по техническому регулированию. Применительно к рельсам это соответствие требованиям технических регламентов, что документально подтверждается сертификатом соответствия установленного образца, выданного аккредитованным органом по оценке соответствия.

По условиям действующего договора поставки рельсы должны быть изготовлены по ГОСТ Р 51685—2013 (или 2000 года) и по согласованному с заказчиком (ОАО «РЖД») техническим условиям, которые по положениям законодательства о стандартизации с июля 2015 года являются документами производителя со статусом СТО (стандарта организации).

В указанных технических документах содержатся все исчерпывающие технические требования, которым должны соответствовать рельсы по договору поставки. Показатель «гамма-процентный срок службы рельсов» в нормативно-правовых и технических документах на рельсы не установлен. По этой причине нет никаких оснований для введения новой гарантии качества по свойствам, к которым в технической документации отсутствуют необходимые требования.

Проблему отсутствия показателя надёжности и требований к нему можно реали-

зовать путём договорённости заинтересованных сторон о внесении существенных условий в договор поставки. На основании такой договорённости (производителя и потребителя), учитывающей обоюдные риски увеличения непроизводительных потерь, обуславливается величина показателя и соответствующая гарантийная ответственность. Предусматриваемый показатель не будет иметь никакого отношения к нормативной величине, так как устанавливается произвольно и является договорным, обоснованность его потребует определённого анализа.

Взаимное признание результатов оценки рисков целесообразно осуществить по результатам анализа массива многолетних данных о причинах фактического изъятия рельсов из пути по категориям, номерам плавок и годам поставок. Но такой детальный анализ провести не представляется возможным из-за отсутствия со стороны ОАО «РЖД» заказов в ОАО «ВНИИЖТ» на соответствующие наблюдения и научно-технические исследования, учитывающие условия эксплуатации, план и профиль пути, грузонапряжённость, климатические особенности железнодорожных линий и т.д.

Недостаточность данных по показателям надёжности рельсов в эксплуатации не позволяет установить реально обоснованную величину для внесения в техническую и нормативно-правовую документацию, а также договор поставки, что обеспечило бы технические и юридические основания для введения гарантийной ответственности по показателю гамма-процентного срока службы рельсов.

По этим причинам потребуется определить величину показателя надёжности вначале расчётами, а потом реальной эксплуатацией. После процедур валидации при положительных результатах показатель гамма-процентного срока службы необходимо внести установленным порядком в нормативно-правовые документы и технические условия на изготовление рельсов. Такую работу в течение одного года не осуществить, может потребоваться даже несколько лет.

Так, на экспериментальном кольце ОАО «ВНИИЖТ» с ежегодной наработкой 240 млн т брутто, что значительно превышает максимальную грузонапряжённость на сети железных дорог и в 6 раз среднесетевую, рельсы категории ДТ 350 за два с половиной года достигли наработки чуть

выше 600 млн т брутто. Этой величины явно недостаточно для оценки показателей надёжности, включая гамма-процентный срок службы.

Имеющиеся данные из отчётной статистики ПЧ по изъятиям рельсам характеризуют показатель надёжности в основном рельсов категории ОТ. По новым категориям рельсов (ДТ) фактические данные из-за небольшого объёма поставок не отвечают требованиям репрезентативности. По этим причинам оценка показателя их надёжности будет весьма условной.

Для получения величины показателя надёжности, близкой к реальной, следует произвести оценку по данным эксплуатации рельсов новых категорий, которые на сети должны составлять не менее 20–25 % от всех используемых. При существующем объёме поставок на выполнение названных условий потребуется не менее 3–5 лет.

3.

Отсутствие данных о реальной эксплуатации рельсов новых категорий существенно осложняет достижение консенсуса по изменению условий договора с установлением гарантийной ответственности производителя рельсов по показателю гамма-процентного ресурса.

Применить известный опыт регрессионного анализа данных полигонных испытаний для установления величины показателя гамма-процентного срока службы также не представляется возможным из-за отсутствия начальной точки в виде первого отказа испытываемых рельсов ДТ 350.

Использование данных полигонных испытаний нецелесообразно по причине имеющихся различий в условиях эксплуатации рельсов в реальном действующем железнодорожном пути и на испытательном полигоне.

Пунктом 5.13 ГОСТ Р 51685–2013 (с изменением № 1) установлено, что гамма-процентную наработку рельсов до отказа определяют при полигонных испытаниях, и для сертификации её величина должна составлять 150 млн т брутто при гамма, равной 100 %, а далее она определяется величиной наработки при достижении 80 %.

В соответствии с пунктом 6.9 в ГОСТ 27.002–89 «Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения» и пунктом 70 в ГОСТ 32 192–2013 «Надёжность железнодорожной техники. Основные понятия. Термины и определения»



гамма-процентной наработкой до отказа является наработка, в течение которой отказ объекта не возникнет с вероятностью γ , выраженной в процентах.

Приведённое определение из ГОСТ подтверждает, что в требованиях к железнодорожным рельсам по ГОСТ Р 51685—2013 установлен показатель гамма-процентной наработки на отказ, который используется при сертификации, а не показатель гамма-процентного срока службы.

Показатель гамма-процентного срока службы к рельсам применять не совсем корректно, так как для рельсов срок службы определяется не в календарном исчислении, а по величине наработки пропущенного тоннажа. Отсюда корректным показателем для рельсов является гамма-процентный ресурс [1].

В определении гамма-процентного ресурса иногда используют понятие отказа, что не совсем корректно, поскольку понятие отказа в большей мере подходит к понятию безотказной работы. В определениях показателя долговечности используется понятие недостижения предельного состояния с вероятностью гамма, выраженной в процентах. Отказ и предельное состояние абсолютно разные понятия и второе требует целую систему своих критериев. Вполне понятно, что развитие возникшего в рельсе дефекта по причине некачественной рельсошпальной решётки без принятия соответствующих мер по техническому обслуживанию и ремонту проблематично подводить под гарантийную ответственность после достижения рельсом предельного состояния.

Указанный показатель нельзя применить как показатель качества в эксплуатации, по которому в случае несоответствия может наступить гарантийная ответственность. Причиной тому — определение этого показателя в специальных условиях полигонных испытаний, которые существенно отличаются от условий эксплуатации. Для условий эксплуатации такой показатель пока неизвестен и в технической документации на рельсы его нет.

Отсутствие такого показателя в нормативно-правовых документах на рельсы неслучайно. Ведь он весьма сложен для практического определения его величины, представление о нем обеспечивается соответствием всех остальных показателей качества рельсов.

Под гамма-процентным сроком службы по ГОСТ 27.002—89 в пункте 6.17 и пункте

101 по ГОСТ 32 192—2013 понимается календарная продолжительность эксплуатации объекта, в течение которой он не достигнет предельного состояния с вероятностью, выраженной в процентах.

Но даже при высокой схожести с требованиями пункта 5.13 ГОСТ Р 51685—2013 по определению наработки до достижения гамма, равной 80 %, указанный показатель, полученный в особых условиях полигонных испытаний, не может применяться к условиям реальной эксплуатации для оценки гарантии качества.

Определение гамма-процентного срока службы предполагает достижение рельсами в эксплуатации некоего предельного состояния. Пункт 2.5 ГОСТ 27.002—89 и пункт 18 ГОСТ 32 192—2013 устанавливают, что предельным состоянием является состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Из приведённых определений следует, что для рельсов должны быть установлены критерии предельного состояния. Пунктом 2.6 ГОСТ 27.002—89 и пунктом 19 в ГОСТ 32 192—2013 под критерием предельного состояния понимается признак или совокупность признаков, установленные технической и (или) конструкторской (проектной) документацией. Действующей технической документацией на рельсы таких критериев и самих предельных состояний рельсов пока не установлено. Имеющиеся требования по изъятию рельса из пути определены нормативными правовыми документами потребителя и никакого отношения к технической документации на рельсы не имеют.

В ГОСТ Р 51685—2013 и в применяемой при изготовлении продукции технической документации полностью отсутствуют критерии и описания предельных состояний рельсов. Используемые критерии предельных состояний при определении величины наработки до достижения гамма, равной 80 % в условиях полигонных испытаний, не могут применяться для оценки в условиях реальной эксплуатации в силу существенных различий.

4.

Предельными состояниями рельсов при полигонных испытаниях методикой установлены факты возникновения дефектов, по которым рельс относится по классифи-

катору к дефектному или остро дефектно-му по определённом коду. Такой классификатор, будучи принятым в ОАО «РЖД», не согласовывался с производителем и составителями технической документации на рельсы.

При полигонных испытаниях появления дефекта с определённым кодом по классификатору считается предельным состоянием и рельс изымается из испытательного пути. В режиме эксплуатации выявление аналогичного дефекта не является его предельным состоянием, и рельс эксплуатируется со снижением скорости движения по установленной градации в зависимости от размеров дефекта. Это продолжается до предельного состояния, определяемого условиями безопасности движения.

Анализ показывает, что даже при отсутствии требований в технической документации на рельсы, временно, на период их разработки и установления, можно было бы использовать отдельные критерии предельного состояния, установленные для остро дефектных рельсов классификатором ОАО «РЖД». Но при этом остаётся нерешённой проблема установления величины гамма, выраженной в процентах, и величины наработки тоннажа пропущенного груза в реальных условиях эксплуатации.

Имеющаяся величина предельного количества изъятия рельсов для назначения капитального ремонта пути с полной сменой рельсов выражена в количестве изъятых рельсов на километр железнодорожного пути. Применение этого показателя как величины гамма, выраженную в процентах, противоречит определению гамма-процентного срока службы, которым предусматривается ещё и величина наработки.

За величину наработки временно, на период установления показателей эксплуатационной надёжности рельсов, можно принять для рельсов категории ОТ наработку тоннажа до капитального ремонта с полной сменой рельсов в 700 млн т брутто, а по рельсам ДТ — 1,5 млрд т брутто. Учитывая, что такие наработки значительно превышают установленные гарантийные наработки по ГОСТ Р 51685–2013, потребуются внесения изменений в условия договора поставки, в том числе о показателях эксплуатационной надёжности и гарантии качества.

При достижении сторонами (производитель, потребитель) таких договорённостей перед эксплуатирующими железнодо-

рожный путь подразделениями возникает проблема строгого соблюдения укладки рельсов по категориям, по плавкам с учётом года поставки.

В случае наступления гарантийной ответственности потребитель вправе по статье 475 ГК РФ потребовать соразмерного уменьшения цены товара, безвозмездного устранения недостатков в разумный срок или возмещения расходов на устранение недостатков.

В условиях гарантии установлено, что за единицу продукции принимается рельс длиной 25 метров, а если рассматривается гарантийный случай по рельсу длиной 100 метров, то признаётся не соответствующей по качеству только его часть с дефектом длиной 12,5 метра. Отсюда вытекает следующая задача — определения гамма-процентного срока службы именно для рельсов в 100 метров, что возможно только в реальной эксплуатации.

Переход рельса длиной 100 метров в предельное состояние приобретает несколько иное значение, чем то, которое описано в классификаторе дефектов для рельсов в 25 метров. Нецелесообразно изымать весь 100-метровый рельс, например, даже по излому. Поэтому критерии предельного состояния будут носить совершенно другой характер, нежели для рельсов длиной 25 метров. Разработка этих критериев имеет чрезвычайно важное значение для введения гарантии качества по показателю гамма-процентного срока службы.

Определяющим для обеспечения наступления гарантийной ответственности производителя по показателю гамма-процентного срока службы рельсов становится строгое соблюдение требований эксплуатационного документа. Таким документом является руководство по эксплуатации, подготовленное в «РЖД». Учитывая, что такой документ появился впервые, он существенно изменил прежнюю систему эксплуатации рельсов и содержит немало количество компромиссных положений, которые призваны содействовать эксплуатационной надёжности рельсов.

По мнению производителей рельсов, абсолютно недопустима система эксплуатации, когда потребитель не заботится о предупреждении дефектов, возникающих вследствие естественного износа. Во многих случаях система противоречит требованиям технического обслуживания рельсов на начальных этапах возникновения микродефектов, особенно устранимых



местным шлифованием. К обнаруженным средствами оперативной диагностики первоначальным дефектам не принимаются профилактические меры. Такая практика способствует нарастанию дефектности и развитию износа до предельного состояния рельса, который для обеспечения безопасности требует немедленного изъятия из пути.

ВЫВОДЫ

1. Соответствие рельсов фактическим показателям надёжности подтверждается исполнением совокупности технических требований, оценка которых осуществляется приёмо-сдаточными испытаниями.

2. Технической документацией на рельсы не предусматриваются нормативно установленные показатели надёжности для эксплуатации.

3. Разработка таких показателей на основе требований стандартов (ГОСТ и ГОСТ Р) и с применением методов верификации и валидации станет гарантией их достижения в ходе эксплуатации рельсов.

4. Введение дополнительных показателей надёжности на основе договорённости производителя и потребителя обуславливает процесс согласования новой стоимости продукции и нового качества, особых требований к эксплуатационным свойствам рельсов.

5. Целесообразность введения гарантии качества по показателю гамма-процентного срока службы необходимо оценивать по наличию положительного экономического эффекта.

6. Гарантийные обязательства по гамма-процентному сроку службы могут быть реализованы только после внесения установленным порядком соответствующих изменений в договор поставки рельсов.

7. Договор поставки должен предусматривать порядок мониторинга, периодичность оценки, условия объективности результатов, правила распространения результатов на рельсы различной длины, свидетельства о соблюдении требований руководства по эксплуатации.

8. Реализация требований по показателю надёжности обуславливает усиление руководства по эксплуатации в отношении технического обслуживания и содержания рельсов в исправном состоянии.

9. Реализация гарантии качества по показателю гамма-процентного срока службы нуждается в принятии сторонами специального порядка взаимодействия при выявлении гарантийных случаев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьёв И. А., Лесун А. Ф., Иванов П. С., Благин Е. Г. Предельная деформация транспортных систем и оценка их эксплуатационного ресурса. — М.: Книги, Нижний Новгород, 2011. — 336 с.

2. Ботвина Л. Р., Тютин М. Р., Солдатенков А. П. и др. Деструкция рельсовых сталей в условиях тягеловесного и высокоскоростного движения // Интеллектуальные системы на транспорте: Материалы Третьей международной научно-практ. конференции «ИнтеллектТранс-2013». — СПб., 2013. — С. 307–313.

3. Махутов Н. А., Демина Ю. А., Петрова И. М. и др. Усталостное разрушение рельсовой стали после эксплуатации // Сб. материалов V-й международной конференции «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». — М.: ИМЕТ РАН, 2013. — С. 87–88.

4. Ботвина Л. Р., Тютин М. Р., Солдатенков А. П. и др. Закономерности накопления повреждений в рельсовой стали в условиях контактной усталости // Сб. материалов V-й международной конференции «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». — М.: ИМЕТ РАН, 2013. — С. 11–12.

5. Козырев В. А., Палкин С. В., Шишмаков В. Т. и др. Корпоративный менеджмент на железнодорожном транспорте России: Учеб. пособие. — М.: ВНИИТИ РАН, 2014. — 384 с.

6. Козырев В. А., Лисенков А. Н., Палкин С. В. Развитие систем менеджмента качества: Учеб. пособие. — М.: УМЦ по образованию на ж.д. транспорте, 2014. — 268 с.

7. Rail grinding. [Электронный ресурс]: http://www.leonhard-weiss.de/bau/eng/html_docs/expertise/track/ref-rail-grinding.html. Доступ 12.01.2015.

8. Zarembski, A. Rail problems, rail maintenance and rail grinding. [Электронный ресурс]: [http://www.engr.udel.edu/outreach/short-courses/Rail %20Engineering/RailProblemsMaintenanceGrinding/index.html](http://www.engr.udel.edu/outreach/short-courses/Rail%20Engineering/RailProblemsMaintenanceGrinding/index.html). Доступ 12.01.2015.

9. Tuzik, B. The what, where, why and how of rail grinding. [Электронный ресурс]: <http://interfacejournal.com/archives/568>. Доступ 12.01.2015.

10. The most comprehensive range of quality equipment for track and OHL laying, maintenance and control. [Электронный ресурс]: <http://www.geismar.com/en/14-grinding>. Доступ 12.01.2015.

11. ГОСТ 27.601–2011. Надёжность в технике. Техническое обслуживание и его обеспечение. — М.: Стандартинформ, 2013.

12. ГОСТ 32192–2013. Надёжность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2014.

13. ГОСТ Р 51685–2013. Рельсы железнодорожные широкой колеи. Общие технические требования. — М.: Стандартинформ, 2014.

14. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. — М.: Стандартинформ, 2015.

Координаты авторов: Палкин С. В. – palkin77@gmail.com, Козырев В. А. – miit_menagment@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 19.05.2016, принята к публикации 22.09.2016.