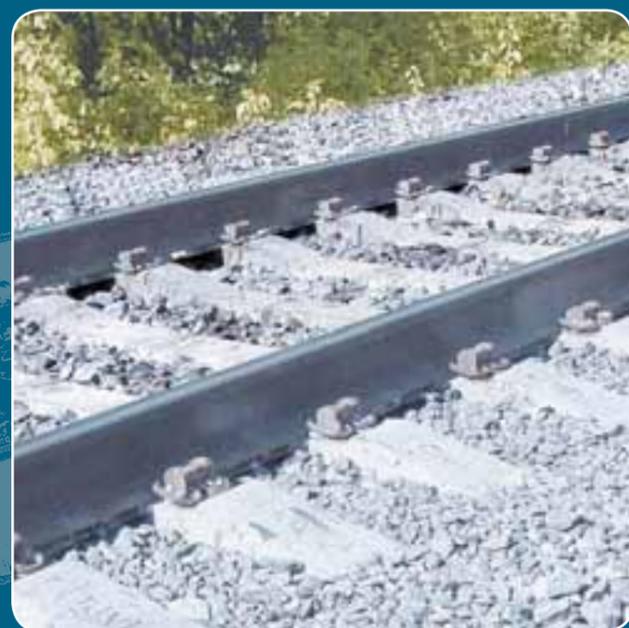


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)

# АНКЕРНОЕ БЕСПОДКЛАДОЧНОЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЕ РЕЛЬСОВОЕ СКРЕПЛЕНИЕ АРС



МОСКВА 2008

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ  
НА ФЕДЕРАЛЬНОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Государственное учреждение  
Регистр сертификации  
на федеральном железнодорожном транспорте  
(ГУ РС ФЖТ)

РАЗРЕШЕНИЕ

№ С-02004

РЕГИСТР СЕРТИФИКАЦИИ НА ФЕДЕРАЛЬНОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ  
РАЗРЕШАЕТ

МОСКОВСКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ УНИВЕРСИТЕТУ  
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)  
(ул. Образцова, д. 15, г. Москва, 129994)

ПРИМЕНЕНИЕ ЗНАКА СООТВЕТСТВИЯ  
СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ НА ФЕДЕРАЛЬНОМ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ  
НА ОСНОВАНИИ СЕРТИФИКАТА СООТВЕТСТВИЯ  
№ ССФЖТ RU.ЦП07.А.02004

Дата выдачи 15 февраля 2005 г.

Срок действия до

Руководитель

Регистра сертификации

Зарегистрировано в Регистре  
Системы сертификации



В.А. Матюшин

15 февраля 2005 г.

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ  
НА ФЕДЕРАЛЬНОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

№ 000328



Государственное учреждение  
Регистр сертификации  
на федеральном железнодорожном транспорте  
(ГУ РС ФЖТ)

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ ССФЖТ RU.ЦП07.А.02004

НАСТОЯЩИЙ СЕРТИФИКАТ УДОСТОВЕРЯЕТ, ЧТО ДОЛЖНЫМ ОБРАЗОМ ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫЙ

ТИП СКРЕПЛЕНИЯ АНКЕРНОГО РЕЛЬСОВОГО  
АРС-4 (чертеж АРС-04.04.000СБ)

ОКП 31 8544

с элементами по техническим условиям  
ТУ 3185-010-01115863-2004, ТУ 3185-001-01115863-2004,  
ТУ 2539-003-01115863-2004, ТУ 3185-004-01115863-2004,  
ТУ 3185-006-01115863-2004, ТУ 3185-007-01115863-2004,  
ТУ 3185-008-01115863-2004, ТУ 3185-005-01115863-2004,  
ТУ 2539-002-01115863-2004

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ, УСТАНОВЛЕННЫМ  
НБ ЖТ ЦП 122-2003 (пункты 1-5).

РАЗРАБОТЧИК *Московский государственный университет путей  
сообщения (МИИТ)*, ул. Образцова, д. 15, г. Москва, 129994.

Руководитель  
Регистра сертификации



В.А. Матюшин

3-я Мятницкая ул., 10, Москва, 107996, тел. 262-16-18, факс 297-23-53



# 1.

## Назначение и область применения скрепления APC.

### 1.1. Назначение скрепления APC.

Одной из главных целей путейцев на протяжении всего периода существования железных дорог было создание прочной конструкции железнодорожного пути. При этом важнейшую роль в обеспечении стабильной работы пути и обеспечении безопасности движения поездов играют рельсовые скрепления, которые призваны обеспечить надежную связь рельсов со шпалами. От качества и надежности рельсовых скреплений и их элементов во многом зависят устойчивость рельсовой колеи, особенно в условиях движения поездов с высокими осевыми нагрузками и скоростями, а также другие характеристики пути.

В мире существует большой выбор скреплений для разных конструкций пути и условий эксплуатации. В последние годы широкое применение находят различные варианты упругих бесподкладочных скреплений и конструкций с непосредственным прикреплением рельсов к шпалам, обладающие рядом значительных преимуществ в сравнении с другими видами скреплений. Данные скрепления практически не нуждаются в дополнительном обслуживании на всем протяжении срока службы и обеспечивают необходимую силу прижатия подошвы рельса к основанию.

Созданное Московским государственным университетом путей сообщения (МИИТ) анкерное промежуточное рельсовое скрепление APC относится к числу бесподкладочных упругих скреплений и предназначено для использования на бесстыковом пути грузонапряженных линий магистральных железных дорог. Высокая эффективность и новизна скрепления частично характеризуется количеством изобретений защищающих его конструкцию. Скрепление APC защищено патентами Российской Федерации № 2244777, № 2254407, № 2267568, № 2278195, № 2293810, № 2309215, № 2309014, № 43554, № 45961, № 48539, № 48540, № 53294, № 61296, № 62399, № 64642, двумя международными и двумя Евразийскими патентами, а так же рядом дополнительных заявок на изобретения.

После многолетних эксплуатационных испытаний скрепления APC, в 2001 г. началось его промышленное внедрение на железных дорогах России. В настоящее время скрепление APC применяется на Юго-Восточной, Московской, Октябрьской, Приволжской, Северной, Северо-Кавказской, Куйбышевской, Южно-Уральской, Горьковской, Свердловской железных дорогах, где уложено более 3000 км пути.





### 1.2. Область применения скрепления APC.

Бесстыковой путь со скреплением APC и железобетонными шпалами ШС-АРС или шпалами Ш-А05 (с улучшенными эксплуатационными характеристиками на продольный и поперечный сдвиг, усиленные центральная и торцевая части), может укладываться:

- в прямых участках железнодорожного пути и кривых, радиусом 350 м и более, с шириной рельсовой колеи 1520 мм (уложены опытные участки в кривых радиусом менее 300 м; проводятся опытные работы по шпалам ШС-АРС-К для участков пути в кривых, с шириной колеи 1530 мм и для переходных с переменной шириной колеи 1522, 1524, 1526 и 1528 мм);
- на мостах, с ездой как на балласте со шпалами типа ШС-АРС-М с элементами креплений охранных приспособлений, так и с безбалластным мостовым полотном;
- со шпалами типа ШС-АРС-Ч для укладки в челноках охранных приспособлений и типа ШС-АРС-Ч1 для укладки в пределах челнока и всего моста с балластным слоем между челноками;
- в тоннелях (разработана конструкция виброзащитного пути на лежнях).

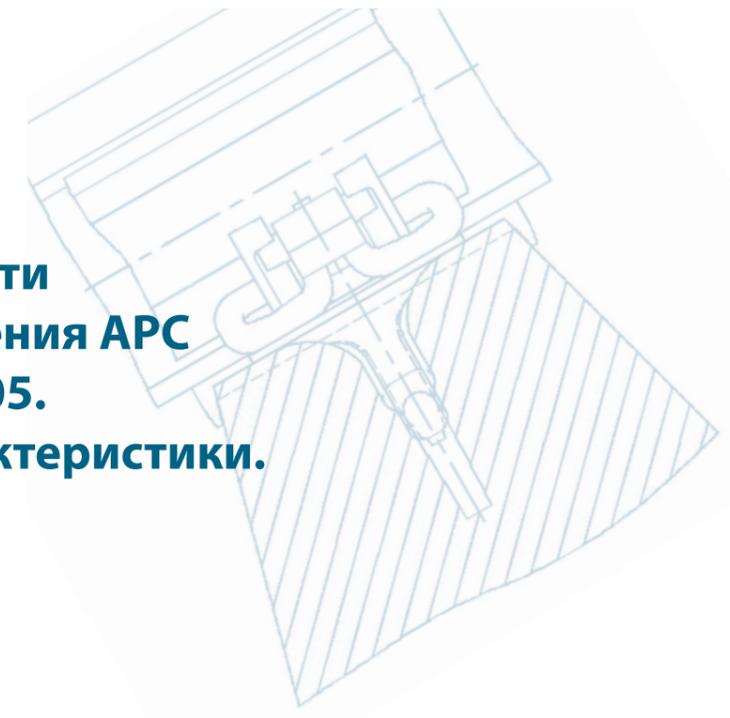
По климатическим условиям скрепление APC может использоваться в регионах с различными годовыми амплитудами температуры рельсов.

Массовое внедрение анкерного рельсового скрепления APC позволяет, в отличие от всех других видов скреплений, применяемых на железных дорогах России, решить **две главные задачи** длительное время стоящие перед путевым хозяйством сети, а именно:

1. Перейти на малолюдную технологию текущего содержания пути.
2. Резко снизить вероятность угона рельсовых плетей бесстыкового пути (со всеми вытекающими отсюда последствиями), причины возникновения которого связаны с конструктивными недостатками скреплений, применяемых в России, и массовым выходом из строя клеммных и закладных болтов из-за неудовлетворительного их содержания.

## 2.

### Основные особенности конструкции скрепления APC и шпал ШС-АРС, Ш-А05. Их технические характеристики.



#### 2.1. Основные особенности конструкции узла скрепления APC.

Основными особенностями конструкции узла скрепления APC, изображенного на рис. 1, являются:

- замоноличенный в подрельсовой зоне железобетонной шпалы (поз. 1) несъемный анкер (поз. 7) рамно-арочного типа, охватывающий подошву рельса и объединяющий работу двух клеммных узлов. Изготавливается из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ);
- две V-образные пружинные прутковые клеммы (поз. 2), прямолинейные концы (усы) которых имеют отгиб и размещены в анкерных головках между кронштейнами. Изготавливаются из прутковой стали диаметром 16-17 мм марки 60С2А или её модификаций 60С2ХА, 60С2ФХА. Все пред-

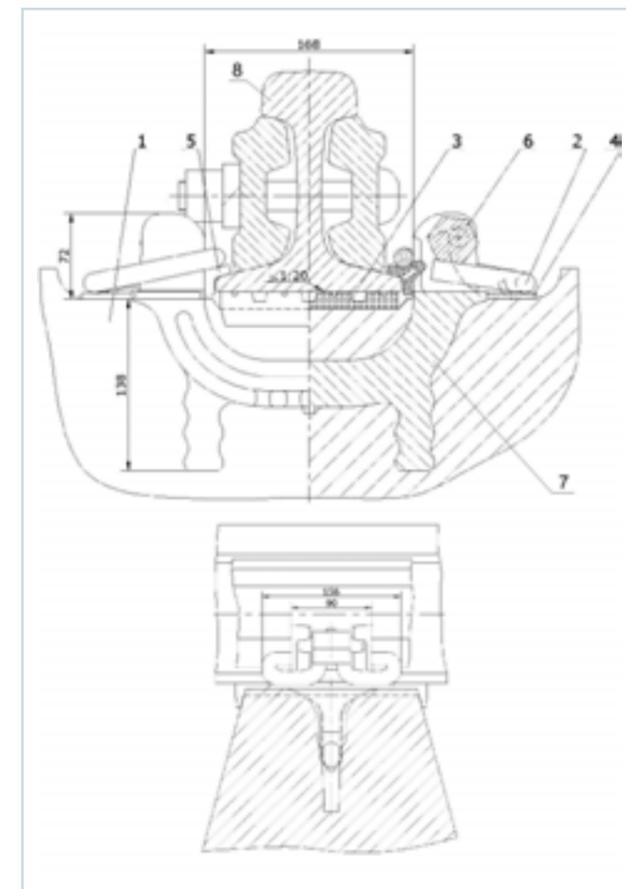


Рис. 1. 1 – железобетонная шпала; 2 – клемма; 3 – прокладка; 4 – подклемник; 5 – уголок изолирующий; 6 – монорегулятор; 7 – анкер; 8 – рельс.

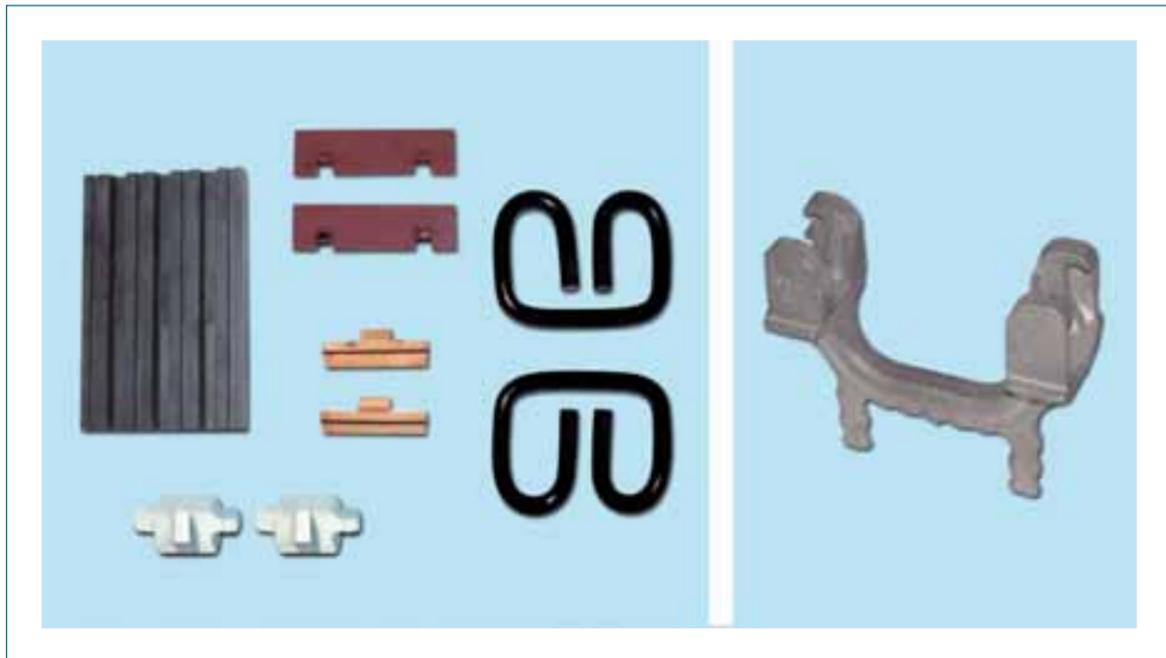


Рис. 2. Элементы рельсового скрепления APC

приятия изготовители клемм подлежат обязательной сертификации. Все клеммы должны выпускаться с защитным антикоррозионным покрытием и иметь маркировку предприятия изготовителя;

- два эксцентриковых монорегулятора (поз. 6), обеспечивают необходимую величину прижатия пружинной клеммы к подошве рельса. Каждый из монорегуляторов в центральной (монтажной) части имеет правильный шестигранник, предназначенный для поворота эксцентрика гаечным ключом с удлиненной рукояткой (длиной 1÷1,2 м). Монорегуляторы отливаются из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) или штампуются из стали марки типа Сталь 45 (с поверхностным оксидированием), Сталь 40 X;
- два подклеммника (поз. 4) с ограничителями их перемещений относительно клеммы. Изготавливаются из стальной полосы марки Ст 3. Возможен вариант замоноличивания подклеммника в шпалу на этапе изготовления шпал;
- два нарельсовых изолирующих уголка (поз. 5), с центрально расположенным выступом, размещающимся между внутренними гранями кронштейнов анкера, препятствующими горизонтальному перемещению уголка по подошве рельса, предназначены для электрической изоляции подошвы рельса от головок анкеров. Изготавливаются из термопластов класса полиамидов методом литья под давлением или капролона;
- одна подрельсовая резиновая прокладка ЦП 204-АРС или ЦП 204М-АРС (поз. 3) толщиной 14 мм. Изготавливается формовым способом из высокопрочной резины шифра 46ПМ-02, материала типа ТПК-5 или аналогичных.

Количество элементов скрепления APC в подрельсовом узле, а также вес каждого элемента, представлены в таблице № 1.

Таблица № 1

Наименование элемента	Вес, кг	Количество, шт.
Анкер	4,1 – 4,7	1
Монорегулятор	0,35	2
Клемма APC	0,825	2
Подклеммник	0,218	2
Уголок изолирующий	0,032	2
Прокладка ЦП 204-АРС	0,52	1

## 2.2. Основными особенностями конструкции узла скрепления APC, изображенного на рис. 1 и представленного поэлементно на рис. 2, являются основные технические характеристики скрепления APC.

**2.2.1.** Скрепление обеспечивает надежную регулируемую связь рельсов со шпалами. Усилие прижатия подошвы рельса, передаваемое монорегулятором на клемму, а соответственно и на рельс, зависит от позиции установки монорегулятора. Усилие прижатия приведены в таблице 2.

Таблица № 2

Диаметр клеммы (мм)	Усилие прижатия (кг)			
	1-ая позиция	2-ая позиция	3-ья позиция	4-ая позиция
16	40÷240	260÷460	770÷1000	1000÷1200
17	50÷290	310÷550	920÷1160	1200÷1440

**2.2.2.** Скрепление APC обеспечивает возможность регулировки положения рельсовых нитей по высоте до 25 мм при помощи регулировочных прокладок, устанавливаемых под подошву рельса.

**2.2.3.** Поскольку клемма имеет односторонний отгиб концевых усов, то за счет изменения положения усов по направлению вверх или вниз представляется возможность увеличения диапазона регулировки положения рельсовых нитей в вертикальном направлении. В зависимости от толщины регулировочной прокладки, положение клеммы и позиция монорегулятора должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Толщина прокладки (высота регулировки)	Положение клеммы	Позиция монорегулятора
до 5 мм	усы клеммы вверх	3
6...10 мм	усы клеммы вверх	2
11...15 мм	усы клеммы вниз	4
16...25 мм	усы клеммы вниз	3

**2.2.4.** Регулировочные прокладки размером 144 × 215 мм изготавливаются толщиной 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 20 мм из полимерных материалов.

Для регулировки ширины колеи допускается использование рихтовочных пластин, устанавливаемых под изолирующим уголком.



Рис. 3б. Шпала ШС-АРС (фрагмент)



Рис. 3а. Шпала Ш-А05

### 2.3. Основные технические характеристики шпалы ШС-АРС (рис. 3а, 3б).

- длина шпалы – 2700 мм;
- ширина шпалы понизу на торце – 300 мм;
- высота в среднем сечении – 145 мм (ШС-АРС), 160 мм (Ш-А05);
- высота торца – 150 мм (ШС-АРС), 180 мм (Ш-А05);
- масса шпалы с двумя анкерами – 280 кг (ШС-АРС), 292 кг (Ш-А05);
- расстояние между наружными ребрами головок анкеров, формирующими ширину рельсовой колеи, составляет  $(1777 \pm 1)$  мм.

#### Показатели материалоемкости:

- расход бетонной смеси – 0,11 м<sup>3</sup> (ШС-АРС); 0,114 м<sup>3</sup> (Ш-А05);
- расход стали (проволоки диаметром 3 мм) на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси – 67,2 кг;
- расход чугуна на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси – 85,45 кг.

Шпалы изготавливаются из тяжелого бетона по ГОСТ 26633, морозостойкостью не ниже F 200.

## 3.

### Основные преимущества скрепления APC по сравнению со скреплениями КБ-65 и ЖБР-65.С.



#### 3.1. Основные преимущества скрепления APC в сравнении с КБ-65.

- Обеспечение надежного закрепления рельсовых плетей от продольных перемещений без периодического подкручивания элементов скрепления, в связи с этим — значительное снижение эксплуатационных затрат на текущее содержание пути. Технико-экономические расчеты, проведенные с использованием данных Юго-Восточной, Московской и Октябрьской железных дорог показали, что экономия эксплуатационных затрат более 100 миллионов рублей в год на каждую 1000 км пути;
- Малодетальность: имеет вдвое меньше деталей в узле скрепления (7-9 против 21), что обеспечивает экономию 16,43 т металла на 1 км пути;
- Вес съемных элементов в 3,6 раза меньше;
- Обеспечение более стабильного содержания рельсовой колеи по ширине;
- Обеспечение выправки железнодорожного пути по уровню до 25 мм (КБ-65 — до 14 мм);
- За счет значительного уменьшения нагрузок в зоне взаимодействия анкера и шпалы, по сравнению с нагрузками при использовании закладных болтов в скреплении КБ-65, резко уменьшается ползучесть или виброползучесть, что обеспечивает срок службы шпалы более 50 лет;
- Снижение в 2,1 раза трудоемкости работ по сборке рельсошпальной решетки со скреплением APC на звеносборочной базе (ручной вариант сборки);



**Рис. 4.** Автоматическая линия по сборке рельсошпальной решетки

- Возможность осуществления полностью автоматизированной сборки рельсошпальной решетки за счет применения автоматических сборочных линий, работающих с производительностью до 1000 м рельсошпальной решетки в 8 часовую рабочую смену (рис. 4). Годовой экономический эффект от централизованной сборки железобетонной решетки со скреплениями APC на Лискинском заводе «Спецжелезобетон» составляет 67 500 руб. на один километр готовой продукции.

При расчете не учтена экономия от сокращения: площадей земельных участков, производственных, складских и бытовых помещений, снижение коммунальных расходов, затрат на содержание инженерных сетей, потребления электроэнергии, помимо сокращения фонда оплаты труда, не учтено снижение затрат на социальное обеспечение и т.д.



**Рис. 4.** Автоматическая линия по сборке рельсошпальной решетки (продолжение)

### 3.2. Основные преимущества скрепления APC в сравнении с ЖБР-65.

- Обеспечение надежного закрепления рельсовых плетей от продольных перемещений без периодического подкручивания элементов скрепления, что значительно снижает эксплуатационные затраты на текущее содержание пути по сравнению со скреплением ЖБР-65 (более 100 тыс. руб. в год на 1 км пути);
- Обеспечение выправки железнодорожного пути по уровню до 25 мм, ЖБР (теоретически) — до 15 мм;
- Обеспечение более стабильного содержания рельсовой колеи по ширине;
- Вес съемных элементов в 2,1 раза меньше;
- За счет значительного уменьшения нагрузок в зоне взаимодействия анкера и шпалы, по сравнению с нагрузками при использовании закладных болтов в скреплении ЖБР-65, резко уменьшается ползучесть или виброползучесть, что обеспечивает срок службы шпалы до 50 лет;
- Возможность осуществления полностью автоматизированной сборки рельсошпальной решетки;
- Высокая коррозионная стойкость и соответственно увеличение сроков между капитальными ремонтами пути.

#### Примечания:

1. В бесподкладочном варианте скрепления ЖБР-65, в сравнении с APC и КБ-65, резко увеличиваются эксплуатационные затраты на работы по устранению отступлений по уширению пути и замене нащпальных прокладок.
2. Вследствие «слабости» узла прикрепления рельса к шпале путь со скреплением ЖБР на участках, подверженных электрокоррозии, может не обеспечить безопасность движения поездов.
3. Подкладочный вариант скрепления ЖБР-65, является самым дорогим вариантом скрепления из применяемых в России.
4. Эксплуатационные испытания шурупно-дюбельного варианта скрепления ЖБР на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ показали, что после пропуса 100 млн. тонн брутто, 32 % процентов шпал изъято из эксплуатации.

#### Характеристики скреплений APC, КБ-65 и ЖБР-65:

Таблица № 4

Наименование показателей	Вид скреплений		
	APC	КБ-65	ЖБР-65 (бесподкладочный вариант)
Количество всех элементов в узле, шт.	7-9	21	11
Масса съемных элементов на 1 шпале, кг	6,94	24,94	14,36
Масса металлических элементов на 1 шпале (APC с учетом анкера), кг	15,17	22,88	12,92

## 4.

### Мероприятия реализованные МИИТ по совершенствованию скрепления APC

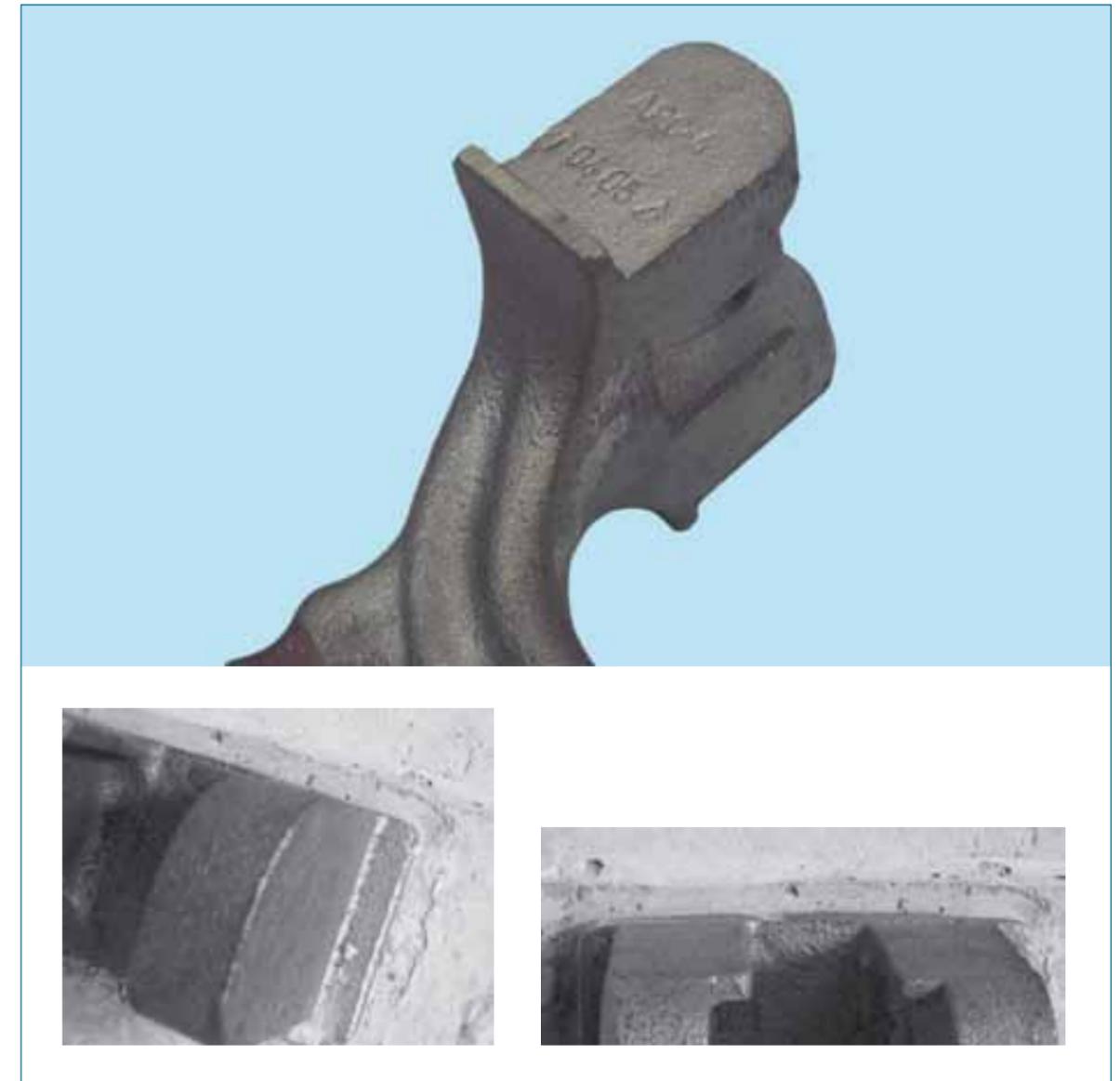


- Проводятся эксплуатационные испытания специальных шпал для кривых  $R < 350$  м, с обеспечением плавного увеличения шаблона в переходных кривых от 1520 мм до 1535 мм. Введение дифференцированного шаблона в кривых участках пути в системе Метрополитена, **позволило снизить интенсивность износа рельсов в 2,5 – 3 раза** (опубликовано в газете Гудок 28.06.2006 г.). Получение аналогичного результата в системе ОАО «РЖД», **позволит экономить многие сотни миллионов рублей ежегодно.**
- В 2005 году разработана конструкция шпал Ш-А05 44x3 с улучшенными эксплуатационными характеристиками на продольный и поперечный сдвиг, усиленной средней частью. Опытная партия шпал с 2006 г. проходит полигонные испытания на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ. Серийный выпуск подобных шпал налажен в Монголии.
- Разработана конструкция шпал Ш-А05 4x10 со стержневым армированием для изготовления в коротких формах, допускающих автоматизацию процесса изготовления.
- В 2005 г. проведена промышленная апробация и в настоящее время всеми предприятиями-изготовителями налажен выпуск анкеров второго исполнения, значительно снижающих воздействие на изолирующий уголок, и, соответственно, обеспечивающих высокую стабильность рельсовой колеи (рис. 5, 6). Анкера первого исполнения сняты с производства.
- Разработана конструкция и проведена апробация комбинированного металло-полиамидного изолирующего уголка (рис. 7а), для кривых участков пути при анкерах первого исполнения. Эксплуатационные испытания на Московской и Октябрьской железных дорогах показали, что применение подобных уголков изолирующих в кривых участках пути при анкерах первого исполнения снижает интенсивность износа в 3-5 раз.



**б) Деформация уголка изолирующего при анкерах 1-го исполнения**  
Стрелкой показан след на уголке изолирующем от выступа на анкере первого исполнения

*Рис. 5.* Фрагменты анкера по чертежу APC-04.04.005 (а) и уголка изолирующего после эксплуатации в кривой (б)



*Рис. 6.* Фрагменты анкера по чертежу APC-04.04.005-01 (второе исполнение)



Рис. 7. Комбинированный металло-полиамидный уголок (а) и изолятор с защитной полкой и выступом (б).

- Получены положительные результаты полигонных (кривая  $R = 400$  м, грузонапряженность 350 млн. тонн брутто в год) и эксплуатационных (кривая  $R = 280$  м, грузонапряженность 47 млн. тонн брутто в год) испытаний изолирующих уголков с защитной полкой и выступом (рис. 7 б, рис. 8), стабилизирующих положение клеммы, в том числе в нестандартных ситуациях (при полностью изношенной полке одного из уголков). В настоящее время серийно поставляется только этот тип изоляторов. Проводится комплекс работ по подбору материала для изоляторов работающих в кривых.
- Установлено, что при использовании изоляторов из капролона интенсивность отказов в крутых кривых снижается в 10–30 раз.
- Рядом предприятий изготовлены опытные изоляторы из различных материалов повышенной прочности. В том числе: из полиамида ПА6-ЛУ1 модифицированного различными компонентами, материалов ПА6-УП-ОК, «Зайтель-490», «Elastollan R 2000», высокопрочных полиуретанов и др. В МИИТ проведены испытания опытных изоляторов из более 30-ти типов материалов. Установлено, что исследованные физико-механические характеристики материала ПА6-УП-ОК аналогичны капролону. Для проведения полигонных испытаний изоляторов из новых материалов на Экспериментальном кольце



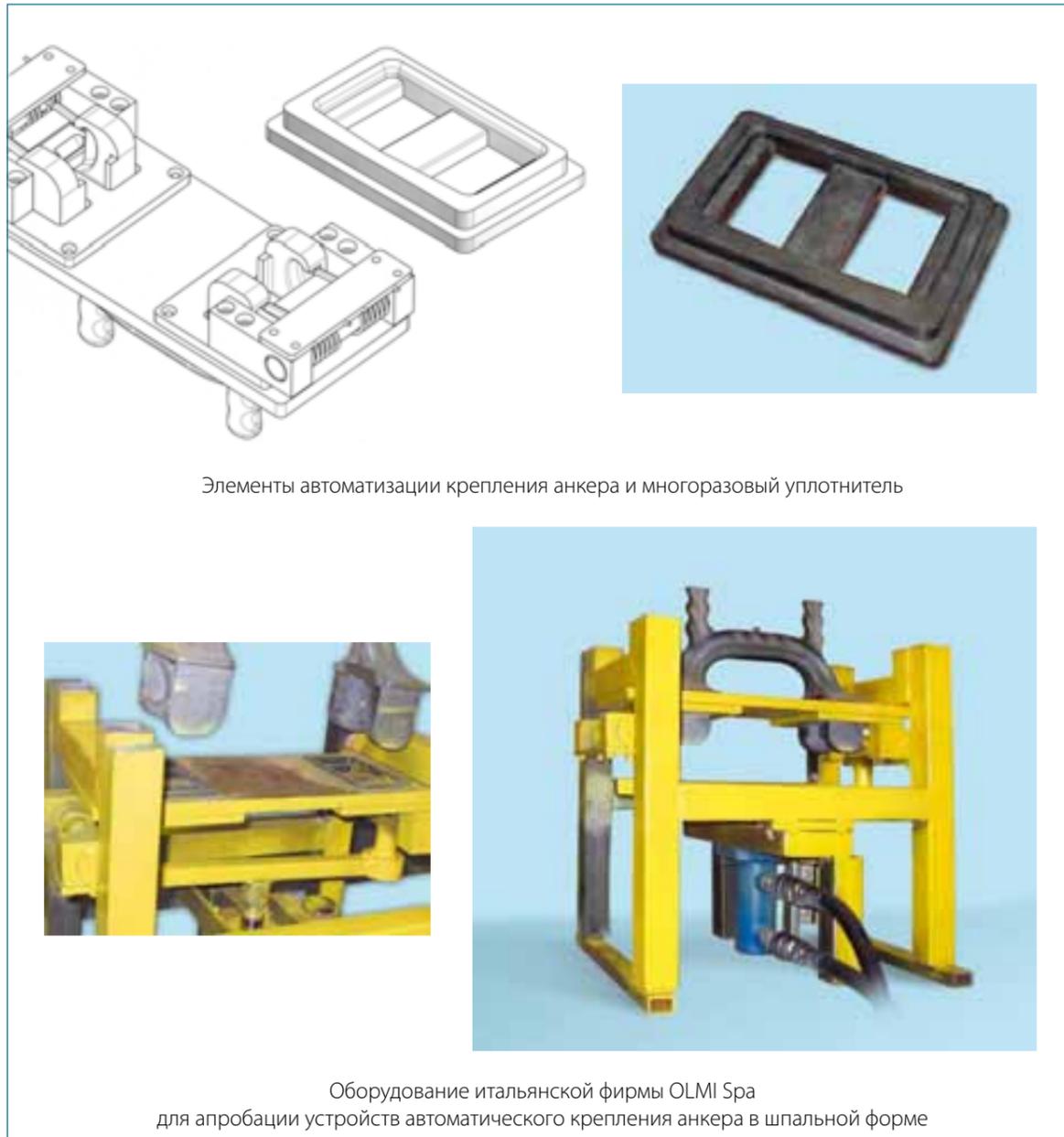
Рис. 8. Фрагмент анкера с клеммой и изолятором с защитной полкой

ВНИИЖТ в кривой  $R = 400$  м дополнительно к ранее испытываемым уложено два звена со скреплением APC, причем использовались шпалы с анкерами первого исполнения ранее пропустившие тоннаж 787,25 млн. тонн брутто. После пропуска 106 млн. тонн брутто проведено комиссионное вскрытие, установлено, что не один уголок не вышел из строя.

- Разработан комплект чертежей регулировочных изоляторов, применение которых обеспечивает плавный отвод ширины колеи от 1520 до 1530 мм. Изготовлена формооснастка для их серийного выпуска.
- Разработана конструкция изолятора без выступа на рабочей поверхности. Использование данного типа изоляторов позволяет изготавливать анкера без окна и тем самым снизить на 30 % удельное давление на изолятор.
- Разработан «вандалоустойчивый» вариант монорегулятора. Причем, «вандалоустойчивый» вариант модификации скрепления может использоваться и на ранее уложенном пути со скреплением APC.
- С учетом накопленного опыта эксплуатации за предыдущие годы, в 2006–2008 г.г. МИИТом полностью переработан и утвержден Департаментом пути и сооружений комплект эксплуатационной документации на скрепление APC.
- В 2006–2008 г.г. полностью переработан и утвержден Департаментом пути и сооружений комплект технической документации на скрепление APC. Все производители элементов скрепления APC выпускают продукцию по согласованию с МИИТ по единым чертежам, используя учтенные экземпляры технической документации.
- МИИТом разработана документация и запланирована закладка опытных участков шпал типа ША-05К, допускающих плавную регулировку шаблона на одном и том же типоразмере шпал.
- Разработана конструкция и проведена апробация прокладок-амортизаторов повышенной жесткости типа ЦП204М-APC (рис. 9), изготовленных из материала ТПК-5, имеющих динамическую (обратимую) разуклонку в 4 раза ниже чем у стандартных прокладок. Полигонные испытания показали, что предполагаемый срок службы прокладок не менее 1 млрд. тонн брутто.



Рис. 9. Усовершенствованные прокладки – амортизаторы скрепления APC



**Рис. 10.** Апробация элементов автоматизации крепления анкеров и новых уплотнителей



**Рис. 11.** Монорегулятор из стали 45



**Рис. 12.** Усовершенствованные анкера

- Проведены научные исследования и опытно-экспериментальные работы по совершенствованию технологии изготовления шпал, как в части автоматизации крепления анкера в шпальной форме (совместно с Итальянской фирмой OLCMI Spa), так и в части повышения качества бетона и смягчения режимов термообработки. Получены положительные результаты. В частности, Итальянской фирмой OLCMI Spa предлагается уплотнитель выдерживающий несколько десятков тысяч формовок. Уплотнители прошли апробацию (рис. 10). В 2006 г. в условиях Вяземского завода ЖБИ, проведена сравнительная промышленная апробация стандартной и предлагаемой бетонной смеси при температуре термообработки в пропарочной камере +600 °С. Установлено, что скорость набора прочности бетона возрастает в 1,5–2 раза, конечная прочность бетона на 80–90 % выше стандартной, что позволяет снизить расход цемента.
- Разработана конструкция и изготовлена партия штампованных монорегуляторов (рис. 11).
- Разработана конструкция и проведена апробация анкера с массой на 0,234 кг ниже, чем в серийной конструкции. Использование облегченных анкеров позволяет снизить стоимость скрепления в целом и повысить его экономическую эффективность.
- В результате многовариантных конечноэлементных расчетов поведения анкера в составе шпалы при различных вариантах эксплуатационного воздействия, разработана конструкция и проводятся полигонные испытания облегченного анкера весом на 25 % меньше серийного изделия (рис. 12 а), результат — снижение стоимости анкера на 15 – 20 % или шпалы со скрепления в целом на 5 – 7 %. Разработана конструкция скрепления с анкером с площадками для опирания клемм (рис. 12 б). При такой конструкции выдерживающее вертикальное усилие снижается вдвое. Снижается количество съемных деталей, упрощается процесс сборки и не усложняется процесс изготовления шпал. Конструкторская документация согласована с заводом изготовителем. Выпуск новых анкеров может быть налажен в течении 2–3 месяцев.



**Рис. 13.** Клеммы APC готовые к отгрузке

- В 2005 г. разработана конструкция, проведена апробация и внедрены в серийное производство клеммы из калиброванного прутка диаметром 17 мм, обеспечивающих усилие прижатия рельса на 20 % выше стандартной конструкции (28 кН). Отработана и внедрена в серийное производство технология нанесения защитного покрытия на клеммы (рис. 8, 13). Освоен метод предварительного статического нагружения клемм, его применение обеспечит исключение попадания некачественных клемм на дороги. Разработаны и утверждены требования по сертификации клемм. В настоящее время все предприятия имеют сертификаты соответствия.
- Разработано и прошло апробацию новое устройство для замера усилия прижатия рельса в скреплении APC. Подготовлен серийный выпуск приборов «АпАТЭК-ИПК-1» (рис. 14).
- Стоимость скрепления стабилизирована на уровне стоимости скрепления КБ-65.
- Проводятся работы по организации независимого выборочного экспресс-контроля качества продукции. С рядом железных дорог достигнута договоренность о проведении постоянного мониторинга качества продукции поступающей от заводов изготовителей элементов скрепления APC, в том числе, за счет организации соответствующих лабораторий.



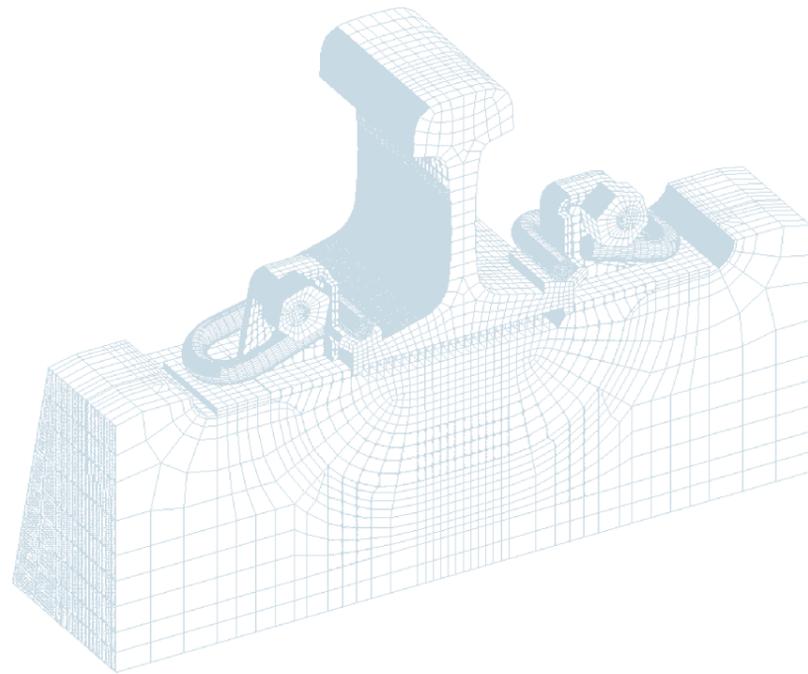
**Рис. 14.** Прибор для измерения усилия прижатия рельса



**Рис. 15.** Рельсошпальная решетка со шпалами Ш-А05 и усовершенствованными деталями

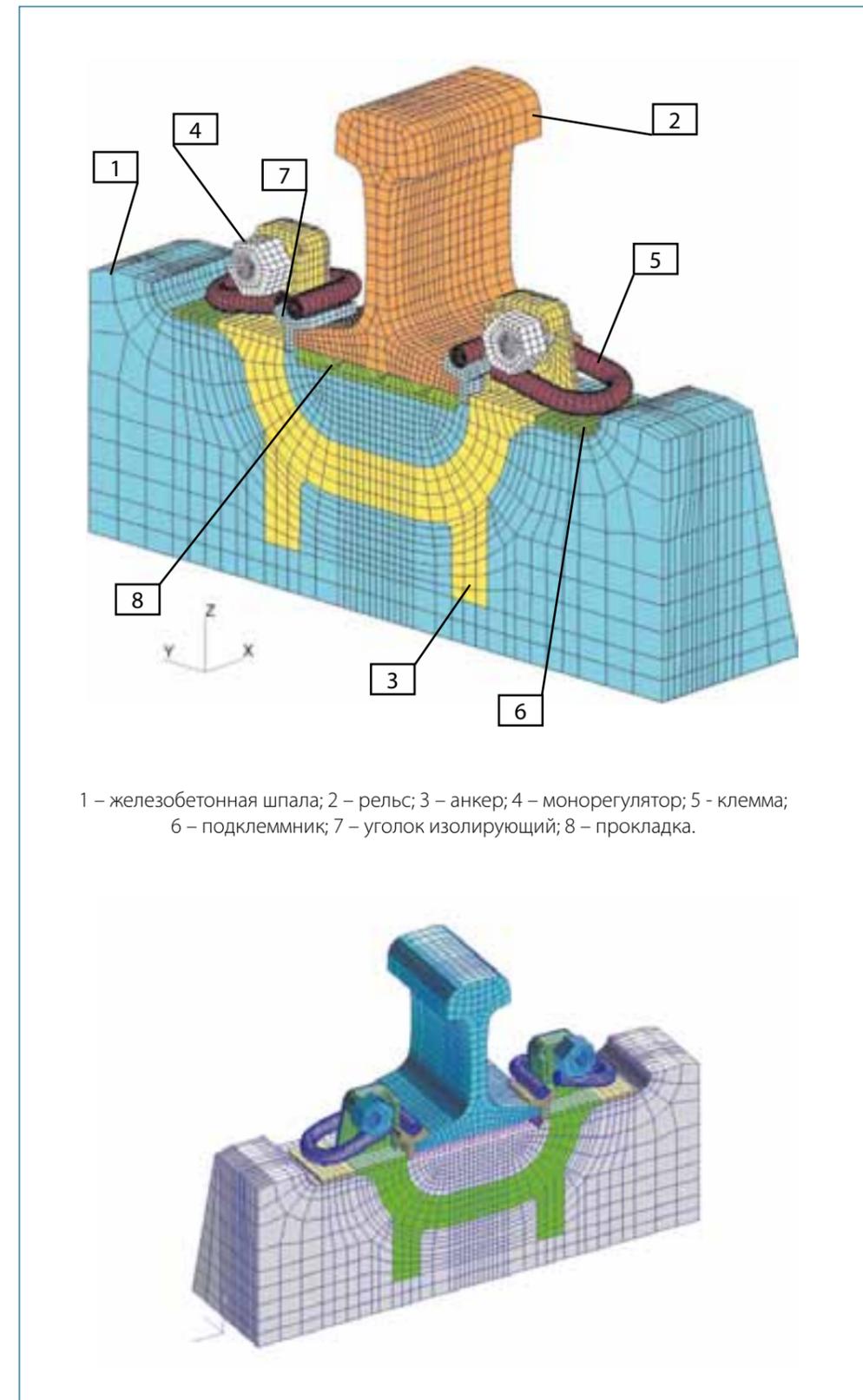
## 5.

## Организация производства.



Промышленное производство элементов крепления APC и железобетонных шпал ШС-АРС осуществляется в соответствии с конструкторской документацией (КД) и техническими условиями (ТУ), разработанными МИИТ и утвержденными в Департаменте пути и сооружений ОАО «РЖД» с учетом материалов вышеуказанных патентов, результатов нелинейного конечноэлементного анализа напряженно-деформированного состояния конструкции (рис. 16, 17) и опыта ее эксплуатации.

Изготовление шпал ШС-АРС обеспечивается Лискинским шпальным заводом Юго-Восточной железной дороги, Вяземским шпальным заводом Московской железной дороги, Чудовским шпальным заводом Октябрьской железной дороги, Энгельсским шпальным заводом Приволжской железной дороги. Суммарная производственная мощность составляет свыше 2 млн. шпал в год, что позволяет произвести укладку более 1000 км пути (при расчетной эпюре в 1872 шпалы на 1 км пути).



1 – железобетонная шпала; 2 – рельс; 3 – анкер; 4 – монорегулятор; 5 – клемма; 6 – подклемник; 7 – уголок изолирующий; 8 – прокладка.

**Рис. 16.** Фрагменты конечноэлементной модели анкерного бесподкладочного промежуточного рельсового крепления APC

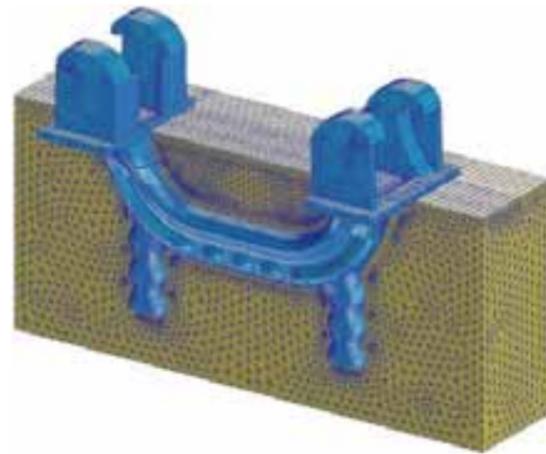


Рис. 17. Конечноэлементная модель анкера APC и фрагмента шпалы

Производство элементов крепления APC (анкеров, монорегуляторов, пружинной клеммы, подклеммника, подрельсовых прокладок, уголка изолирующего, анкерного уплотнителя) осуществляется ведущими заводами Российской Федерации.

Монтаж рельсошпальной решетки на железобетонных шпалах со креплением APC на производственной базе ПМС, замена инвентарных рельсов на плети бесстыкового пути и ввод их в оптимальный температурный интервал закрепления, сварка рельсовых плетей бесстыкового пути до длины блок участка, выправка бесстыкового пути укладкой регулировочных прокладок производится в соответствии с Техническими указаниями по укладке эксплуатации и ремонту бесстыкового пути со креплением APC.

Разработан набор инструментов (рис. 18 ÷ 21), который применяется при производстве работ по сборке (разборке) и содержанию пути со креплением APC. В настоящий момент, с использованием материалов наработанных при создании автоматизированной линии (рис. 4), проводятся работы по созданию средств механизации и автоматизации работ при проведении путевых работ.

В 2003–2004 г.г. МИИТом проведен полный комплекс работ по подготовке крепления APC к сертификации в Регистре сертификации на федеральном железнодорожном транспорте. В настоящее время — **крепление APC первое сертифицированное** в России рельсовое крепление. Сертификат соответствия № ССФЖТ RU.ЦП07.А.02004 (лист 1, 2 обложки) и Разрешение на применение знака соответствия С – 02004.



Рис. 18. Устройство для демонтажа монорегуляторов



Рис. 19. Устройство для монтажа монорегуляторов



**Рис. 20.** Устройство для извлечения «заклинившихся» уголков изолирующих (в том числе, реализуется микросдвигка рельса)



**Рис. 21.** Устройство для измерения силы прижатия пружинной клеммы

## 6.

### Монтаж подрельсового узла.

Монтаж (сборка) новой рельсошпальной решетки на железобетонных шпалах ШС-АРС и аналогичных со скреплением АРС производится на сборочных стендах звеносборочных баз путевых машинных станций (ПМС) отдельными звеньями длиной по 25 м с использованием инвентарных рельсов.

В настоящем описании на примере одного из двух подрельсовых узлов железобетонной шпалы ШС-АРС показана последовательность монтажа элементов скрепления АРС.

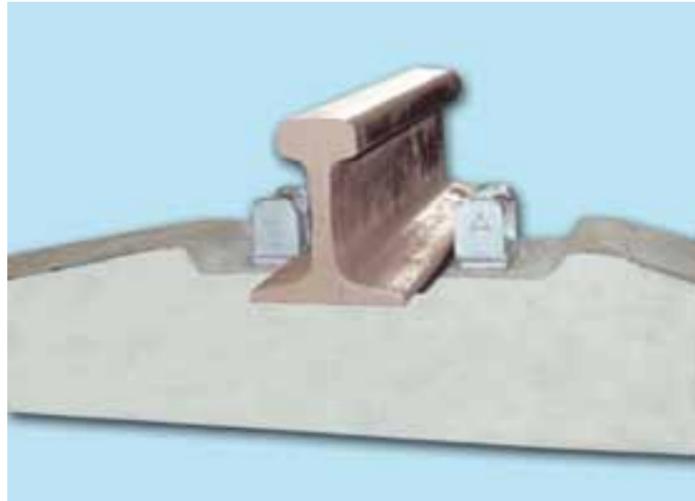
#### 6.1. Раскладка шпал по эюре на сборочном стенде.

Первой операцией сборки рельсошпальной решетки является раскладка железобетонных шпал по эюре перпендикулярно продольной оси сборочного стенда. При этом эюра шпал в пределах звена должна быть одинаковой, без уменьшения расстояния между осями шпал в стыковой зоне. Допустимое отклонение расстояния между осями шпал — в пределах 2 см.

#### 6.2. Раскладка подрельсовых нашпальных прокладок.

После раскладки железобетонных шпал по эюре на их подрельсовые площадки укладываются амортизирующие нашпальные прокладки ЦП 204 АРС.





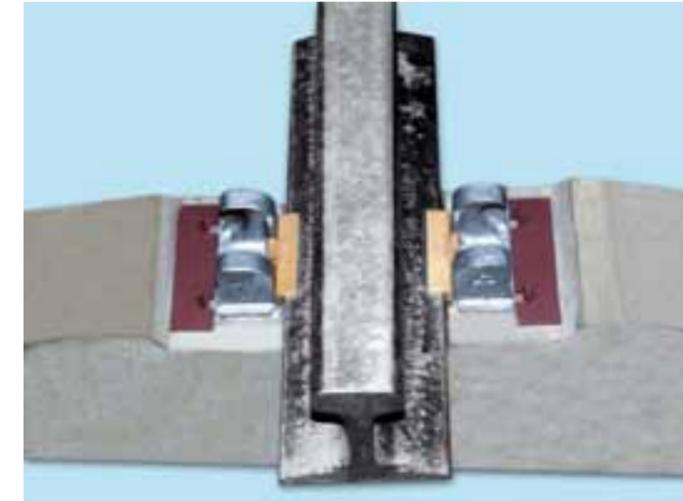
### 6.3. Раскладка рельсов.

Следующей операцией монтажа является укладка краном инвентарных рельсов длиной 25 м на разложенные на сборочном стенде шпалы с на-шпальными прокладками.



### 6.4. Установка изолирующих уголков.

Разложив рельсы, приступают к установке изолирующих уголков. При этом одна из полок уголка устанавливается вертикально между боковой гранью подошвы рельса и кронштейнами анкера, вторая ложится на подошву рельса сверху, а выступ уголка, фиксирующий его положение, укладывается между кронштейнами анкера.



### 6.5. Раскладка подклеммников.

После установки изолирующих уголков производится раскладка подклеммников, предохраняющих от разрушения поверхность шпалы в зоне контакта с клеммой. При этом подклеммники размещаются снаружи анкера, вплотную к его кронштейнам.



### 6.6. Раскладка пружинных клемм.

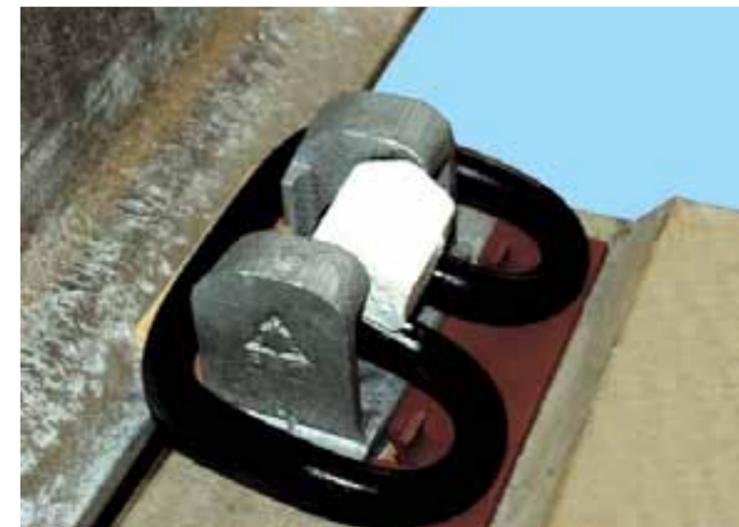
После укладки изолирующих уголков и подклеммников на них укладываются пружинные клеммы. При этом закругленные части (витки) клеммы располагаются на подклеммнике, огибая его отогнутые выступы, прямой участок клеммы размещают на полке изолирующего уголка, а монтажные «усы» клеммы положением «вверх» — между кронштейнами анкера.



### 6.7. Установка монорегуляторов.

После укладки пружинных клемм производится установка монорегуляторов. При этом эксцентриковый монорегулятор устанавливается на монтажные «усы» клеммы таким образом, чтобы опорные участки осевых выступов вошли в крюкообразные проушины кронштейнов анкера, а треугольный выступ должен быть вставлен между монтажными «усами» клеммы. После этого, гаечным ключом (размер ключа 36 мм) с удлиненной рукояткой, монорегулятор поворачивается на вторую (монтажную) позицию.

Данная операция является последней в процессе монтажа рельсошпальной решетки со скреплением APC.



### 6.8. Подрельсовый узел в сборе (фрагмент).



### 6.9. Собранная и уложенная в путь рельсошпальная решетка со скреплением APC и шпалами ШС-APC

# 7.

## Результаты.

Реализация комплекса описанных выше мероприятий позволила еще более снизить эксплуатационные затраты при использовании скрепления APC и значительно снизить вероятность выхода элементов из строя. Два конкретных примера.

В ноябре 2006 осуществлено устройство опытного участка на шаблоне 1530 мм со скреплением APC в кривой  $R = 280$  м. Грузонапряженность 47 млн. тонн брутто в год, скорость движения до 60 км/ч. В сопряженной кривой  $R = 310$  м скрепление КД.

На участке пути с деревянными шпалами и скреплением КД к апрелю 2007 г. шаблон достиг 1544 мм, после этого один раз в месяц проводилась регулировка ширины колеи. В июне 2007 г. произведена смена рельсовых плетей за счет перемены рабочего канта. До смены рабочего канта на участке с деревянными шпалами на протяжении более 200 м ширина колеи достигала 1545–1547 мм, при износе головки рельса  $7 \div 9$  мм. К ноябрю 2007 г. максимальные значения ширины колеи опять достигли значений  $1545 \div 1546$  мм.

В кривой  $R = 280$  м со скреплением APC сразу после укладки бесстыковых рельсовых плетей ширина колеи составила в среднем 1533 мм. К июню 2007 г. ширина колеи стабилизировалась на уровне  $1541 \div 1542$  мм (с учетом износа  $7 \div 8$  мм) и по состоянию на 17 декабря 2007 г. находилась в таком же состоянии с небольшим увеличением величины шаблона, но в более равномерно распределенном от шпалы к шпале состоянии (рис. 22, 23). Ручными промерами 18 декабря 2007 г. установлено, что ширина колеи достигает  $1543 \div 1546$  мм, при этом износ рельса  $12 \div 14$  мм, т.е. изоляторы и прокладки-амортизаторы в отличном состоянии. Таким образом, в наиболее крутой кривой с модернизированными элементами скрепления APC, как по размеру ширины колеи, так и по величине бокового износа рельсов, получены наилучшие результаты.

Опыт эксплуатации показал, что в крутых кривых при использовании скреплений на железобетонном основании, за первоначальный период эксплуатации выбираются технологические зазоры, а также происходит небольшое поднятие упругих элементов боковых упоров (изоляторы-

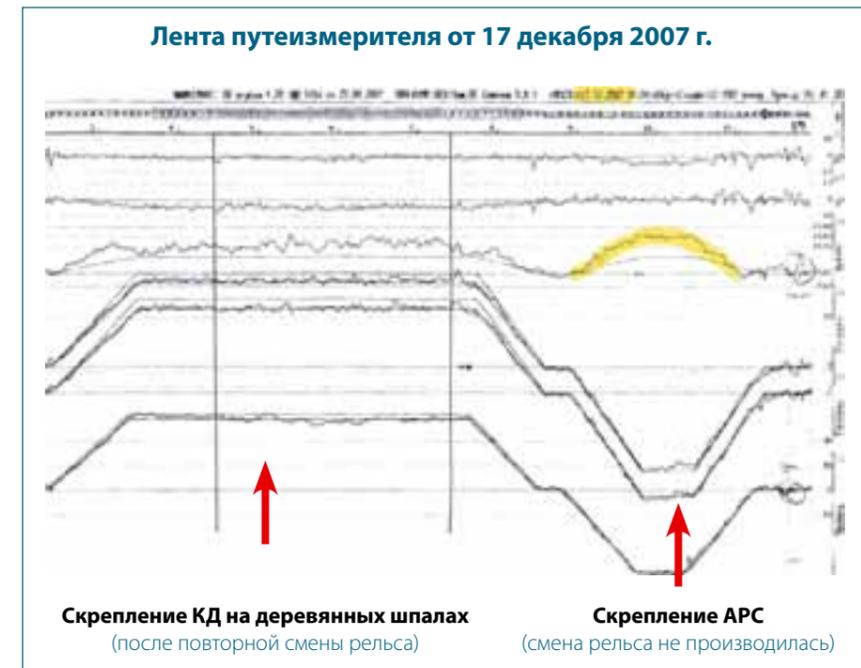


Рис. 22.

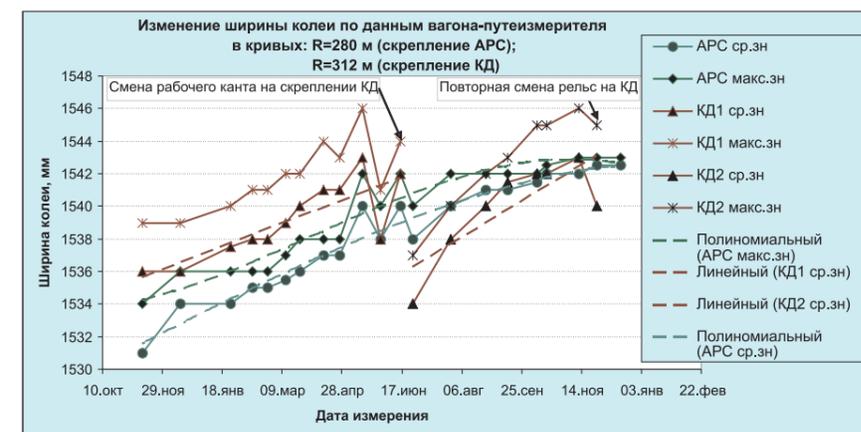


Рис. 23.

демпферы для APC-4, напальная прокладка для КН-65 и КБ-65, боковой упор для ЖБР-65. Данный суммарный размер составляет порядка 4–5 мм. Следовательно, при проектировании пути с дифференцированным шаблоном, необходимо использовать железобетонные шпалы с колею образующим размером на 4–5 мм меньше номинального шаблона (т.е. укладывать путь по нижнему допуску). Например для обеспечения шаблона 1530 мм – шпалы изготавливать под колею 1526 мм, после пропуска незначительного тоннажа шаблон стабилизируется на уровне номинала. МИИТом предложен новый способ укладки скрепления APC в кривых участках пути, который даже при использовании существующей конструкции скрепления APC позволяет укладывать путь на дифференцированном шаблоне.

### ПОЛИГОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО АРС НА ЭК ВНИИЖТ В КРИВОЙ РАДИУСОМ 400 М

Протяженность опытного участка 50 п.м. со следующими характеристиками пути: рельсы Р65 длиной по 25 м, железобетонные шпалы Ш-А05 с модернизированным скреплением АРС-4 и эпюрой 2000 шт/км; баласт щебеночный; уклон пути по направлению обращаемого состава Я= +1,5 ‰.

Скорость подвижного состава 70 км/ч с нагрузкой 270-300 кН на ось, общая масса состава свыше 8 тыс.тонн. Испытания начаты 20 ноября 2006 г.

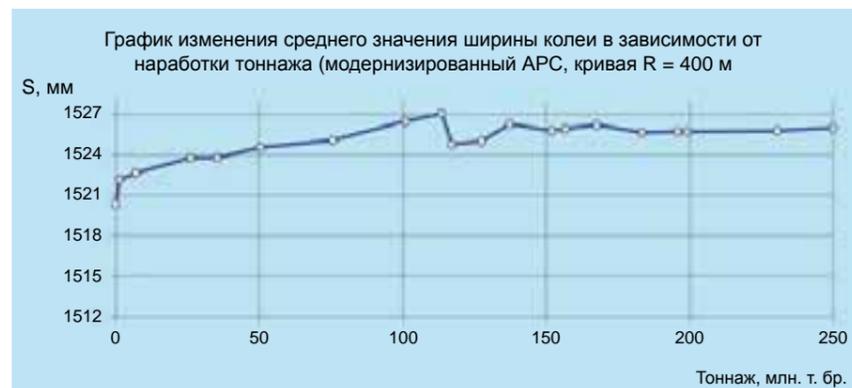


Рис. 24.

Помимо эксплуатационных испытаний в 2006 г. на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ в кривой радиусом 400 м начато проведение полигонных испытаний модернизированного рельсового скрепления АРС-4. По результатам детальной ревизии после наработки тоннажа 196 млн. тонн установлено, что скрепление АРС-4 с усовершенствованными элементами обеспечивает стабильную ширину колеи, среднее значение 1526 мм. Из рис. 24 видно, что в диапазоне 120 ÷ 250 млн. тонн брутто ширина колеи практически не меняется. В основном, это связано с хорошей работой изоляторов и подрельсовых прокладок ЦП 204М-АРС из материала ТПК-5 производства ОАО «АРТИ».

Общее число отказов элементов скрепления АРС-4 на участке–2006 г. в 13 раз меньше по сравнению с участком–2003 г. (после пропуска 200 млн. тонн брутто), а без учета отказов в зоне сухого выплеска в 31 раз меньше. Принимая во внимание, что расчет сравнительной экономической эффективности различных типов скреплений проведенный Гипротранстэи по результатам полигонных испытаний 2003 г. показал, что эксплуатационные затраты на скреплении АРС в 4–6 раз ниже чем на скреплении КБ и ЖБР, очевидно, что модификация АРС 2006 г. значительно увеличит эту разницу и применение модернизированного АРС позволит снизить эксплуатационные затраты на обслуживание скреплений в десятки раз. Сказанное подтверждается так же тем, что в 2006 г. обработаны материалы 3-х дорог по отказам скрепления АРС-4 первого поколения. Общий полигон обработанных данных 1300 км. Установлено, что в прямых участках пути эксплуатационные затраты до 110 рублей в год, в кривых до 3,5 тысяч рублей, что во много раз меньше чем на скреплении КБ и ЖБР.

#### КОНТАКТЫ ДЛЯ СОТРУДНИЧЕСТВА.

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ)

127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 15

Тел.: +7 (495) 684-23-81

Факс: +7 (495) 681-69-00

E-mail: kruglov@miit.ru

Проректор по научной работе – **Круглов Валерий Михайлович**

Тел./факс: +7 (495) 684-29-29

Заведующий ОНИЦ «Перспективные технологии»

Аксёнов Юрий Николаевич

E-mail: Onicpt-Aks@tochka.ru

