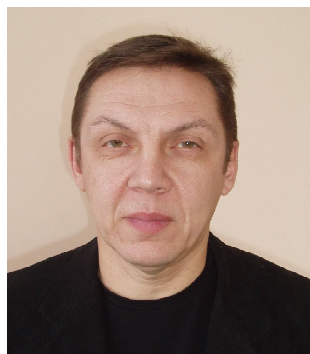




Юдин Олег Геннадьевич — доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Родился в 1963 г. В 1985 г. окончил факультет СЖД НИИЖТа, 1985–1987 гг. работал в ОПМС-19 старшим инженером-технологом, 1988–1990 гг. – аспирант НИИЖТа, преподаватель, ст. преподаватель кафедры, с 2009 г. доцент СГУПС.

Область научных интересов — совершенствование технологий проведения ремонтов железнодорожного пути Автор более 20 научных работ.

E-mail: helge@stu.ru

УДК 625.173.65.011.46

Д.В. ВЕЛИЧКО, О.Г. ЮДИН

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ПУТИ В УСЛОВИЯХ ТРАНССИБИРСКОЙ МАГИСТРАЛИ

В статье рассматривается проблема повышения эффективности организации и технологии ремонтов железнодорожного пути. Предложено расширение методики определения технико-экономической эффективности выполнения ремонтов пути за счет детализации затрат по факторам, зависящим от особенностей технологии и организации ремонта пути. Приводится доказательное подтверждение высокой технико-экономической эффективности организации ремонта пути в режиме закрытия перегона на весь период производства работ в сравнении с классическим «оконным» режимом при организации пакетного движения поездов по временно однопутному участку.

Ключевые слова: *железнодорожный путь, капитальный ремонт, закрытие перегона, организация и технология, технико-экономическая эффективность.*

При оценке экономически целесообразной организации ремонта необходимо комплексно рассмотреть все затраты, связанные с эксплуатационными и технологическими параметрами, учитывающими наиболее эффективные варианты использования техники. Современная технология ремонта пути включает в себя работы по глубокой очистке (вырезке) балласта, что имеет существенные достоинства, связанные с экономией балластных материалов, сокращением потребности в локомотивах и хоппердозаторах, снижением затрат при последующем текущем содержании пути, предотвращением переустройства опор контактной сети. Однако наличие машин по глубокой очистке значительно замедляет темп выполнения работ по ремонту пути и сокращает объем выработки в «окно».

Существует два основных варианта организации капитального ремонта (реконструкции) железнодорожного пути с глубокой очисткой (вырезкой) балласта:

- режим периодически предоставляемых «окон»;
- режим длительного закрытия перегона (полуперегона) на весь период производства работ.

Расходы на организацию и проведение капитального ремонта пути зависят от различных параметров, связанных с продолжительностью «окна» и технологией проведения работ. Условием эффективности организации ремонта пути является минимизация суммарных затрат, связанных с выполнением путевых ремонтных работ и задержек поездов, с учетом количества и продолжительностью требуемых «окон» (закрытия перегона).

Определим технико-экономическую эффективность режимов организации ремонта пути. При выполнении расчетов учитываются только переменные факторы, зависящие

от организации и технологии выполнения работ, т.е. такие факторы, как стоимость материалов верхнего строения пути не учитываются [1].

Сумма приведенных затрат при производстве работ по ремонту пути

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_o + \mathcal{E}_{но} + \mathcal{E}_{пр} + \mathcal{E}_{лок}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_3$ — затраты, связанные заработной платой монтеров пути и машинистов, р./км; $\mathcal{E}_o$ — затраты, вызванные предоставлением «окон» (закрытия перегона) для проведения ремонтов пути, р./км; $\mathcal{E}_{но}$ — затраты, связанные с непредоставлением графиковых «окон», р./км; $\mathcal{E}_{пр}$ — затраты, вызванные простоем и дополнительной работой путевых машин в режиме «окон», р./км; $\mathcal{E}_{лок}$ — затраты, связанные с арендой локомотивов, р./км.

Затраты на заработную плату монтерам пути и машинистам

Затраты $\mathcal{E}_3$ определяются по исполнительным калькуляциям на ремонт пути. Примем, что при выполнении работ в режиме закрытого перегона работникам дополнительно выплачивается денежная премия — 30 % от заработной платы.

Затраты, вызванные предоставлением «окон» (закрытия перегона) для проведения ремонтов пути

При «оконном» режиме ремонта пути комплекс работ по замене рельсошпальной решетки выполняется в основные «окна», работы по укладке рельсовых плетей производятся в заключительный период в технологические «окна». Устройство временных блок-постов выполняется независимо от режима дальнейшей организации ремонта пути, а предоставляемые для этого дополнительные задельные «окна» в сравнительном анализе можно не учитывать. При режиме закрытия участка на весь период производства работ принимается технология, не требующая после открытия перегона дополнительных технологических «окон».

Затраты из-за простоя поездов во время «окна» (закрытия перегона) на 1 км пути

$$\mathcal{E}_o = \frac{\sum \Pi_{зп}}{l_{фр}} C_{п}, \quad (2)$$

где $\sum \Pi_{зп}$ — задержки поездов в период производства для основных и дополнительных работ, ч; $C_{п}$ — стоимость простоя поезда, р./ч; $l_{фр}$ — фронт работ в «окно» (закрытие перегона), км.

Затраты, связанные с непредоставлением «окон»

Одним из недостатков организации производства работ в «окно» является вероятность непредоставления «окон» и затраты с этим связанные.

$$\mathcal{E}_{но} = \frac{n_{но} C_{но}}{l_{фр}}, \quad (3)$$

где $n_{но}$ — количество непредоставленных «окон», шт.; $C_{но}$ — потери, связанные с непредоставлением «окна», р.

Так как в день «окна» весь контингент ПМС (монтеры пути, машинисты машины и механизмы) находится на участке работ, в случае непредоставления «окна» ПМС вынужден простаивать в ожидании следующего «окна». В потери, связанные с непредоставлением «окна», включаются затраты на заработную плату монтеров пути, машинистов и простой путевой техники, рассчитываются в соответствии с калькуляцией.

$$n_{но} = N_o k_{но}, \quad (4)$$

где N_o — общее количество «окон», необходимых для производства работ на участке, шт.; $k_{но}$ — коэффициент непредоставления «окна».

Анализ использования «окон» для производства работ на главном ходу Западно-Сибирской ж.д. в период 2008–2009 гг. (объем выборки 190 «окон») показал, что процент непредоставления «окон» в среднем составляет 8 %, следовательно, можно принять $k_{\text{но}} = 0,08$.

Затраты, вызванные простоем и дополнительной работой путевых машин в режиме «окон»

В соответствии с графиком производства работ определяется количество путевых машин и дней их простоя. Принимается, что при организации работ в режиме «окон» путевые машины находятся на месте производства работ постоянно, весь период выполнения ремонта, так как на передислокацию машин требуется 1–3 сут, а также необходимо проведение технического обслуживания. Схема предоставления «окон» принимается интенсивной — «понедельник—среда—пятница».

Стоимость простоя и дополнительных смен работы путевых машин в режиме «окон» включает в себя заработную плату механиков и машинистов

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = \frac{\sum C_i n_i m_i}{l_{\text{фр}}}, \quad (5)$$

где C_i — стоимость работы i -го типа машин, например, РМ, ВПР, ПБ, ДСП, ЭЛБ, р./смену; n_i — количество i -го типа машин, шт.; m_i — количество смен простоя и дополнительных работ i -го типа машин, шт.

$$m_i = k_{\text{пр}} T + (1 - k_{\text{пр}}) n_i^{\text{ок}} - 2n_i^{\text{зп}}, \quad (6)$$

где $k_{\text{пр}}$ — коэффициент стоимости простоя машин, 0,9; T — длительность общего периода производства работ, сут; $n_i^{\text{ок}}$ — количество смен работы i -го типа машин в режиме «окон», шт.; $n_i^{\text{зп}}$ — количество суток работы i -го типа машин в режиме закрытия перегона, шт.

Затраты, связанные с арендой локомотивов

Затраты на аренду локомотивов

$$\mathcal{E}_{\text{лок}} = \frac{n_{\text{лок}} C_{\text{лок}}}{l_{\text{фр}}}, \quad (7)$$

где $n_{\text{лок}}$ — потребность в локомотивах, лок.-сут; $C_{\text{лок}}$ — стоимость аренды локомотива, р./сут.

Потребность локомотивов на закрытом перегоне определяется по графикам производства работ. Расчет затрат на услуги по управлению, ремонту, техническому обслуживанию и экипировке топливом арендованного локомотива серии ЧМЭ-3, с учетом НДС, показал общую стоимость — 69,31 тыс. р./лок.-сут.

Оценка эффективности организации капитального ремонта пути в условиях Транссибирской магистрали проводилась для участка Западно-Сибирской ж.д.:

1 путь перегона Мошково–Ояш ЗСЖД, длина полуперегона 15 км, классификация 1Б2, грузонапряженность 63 млн т км бр./км в год, скорость движения 120/80 км/ч, количество поездов — 84 пар, кривые с $R 507–2600$ м, доля кривых 57 %, уклоны 0–12 ‰ (ремонт выполнен в 2009 г.), верхнее строение пути до ремонта (звеньевая конструкция, Р65, деревянные шпалы, скрепление Д0, щебеночный балласт) и после ремонта (бесстыковая конструкция, Р65, железобетонные шпалы, скрепление ЖБР, щебеночный балласт).

При выполнении капитального ремонта пути в «оконный» режим, исходя из опыта выполнения работ ПМС, условий организации работ и выработки лимитирующей

машины для глубокой вырезки балласта РМ, фронт работ в основные «окна» — 0,5 км, фронт работ в технологические «окна» для укладки плетей бесстыкового пути — 1,6 км. В соответствии с организацией и технологией производства работ в табл. 1 предоставлены основные характеристики выполнения ремонтов пути.

Расчет всех пяти факторов, влияющих на общий уровень технико-экономического эффекта, выполняется по формулам (2)–(7), с учетом следующих данных.

Результаты расчета калькуляций на заработную плату монтеров пути и машинистов, с учетом величины премии для режима закрытия перегона не менее 30 %, заносятся в табл. 2.

В соответствии с табл. 1 общее время производства работ в режиме «окон» — в 3,33 раза больше, чем при закрытии перегона, что пропорционально увеличивает затраты на заработную плату.

Объемы производства работ по сравниваемым вариантам абсолютно одинаковы, однако в связи с растянутостью «оконной» технологии, требующей значительного времени на развертывание и свертывание машинных комплексов, соотношение рабочих смен по вариантам варьируется в зависимости от длины фронта работ.

Таблица 1

Характеристика организации ремонтов пути

Организация ремонта	Длина участка, км	Время (количество) основного «окна», ч (шт.)	Время (количество) технологического «окна», ч (шт.)	Время закрытия перегона, сут	Общий период производства работ, дней	Кол-во рабочих смен (12 ч), шт.
«Окно»	15	12 (30)	12 (10)	–	68	40
Закрытие перегона	15	–	–	12	12	24

Затраты, связанные с предоставлением «окон», определяются по (2), при этом учитывается, что пропускная способность рассматриваемых участков позволяет пропускать поезда с организацией двустороннего пакетного движения поездов по временно однопутному перегону.

Средние фактические задержки поездов в период производства работ определялись с графиков движения — 37 ч/сут, с учетом отвода части грузовых поездов через соседнее направление — 150 ч/сут. При пропуске поездов приоритетом обладают пассажирские и пригородные, поэтому основные задержки поездов в период производства работ приходится на грузовые — средняя стоимость простоя поезда — 620 р./ч.

Зная общее количество «окон» и коэффициент $k_{но}$, можно рассчитать количество непредоставленных «окон» — 3 шт.

Простой путевых машин зависит от стоимости их работы: РМ — 26,46 тыс. р./смену, ВПР — 20,42 тыс. р./смену, ПБ — 9,92 тыс. р./смену, ДСП — 9,24 тыс. р./смену, ЭЛБ — 3,86 тыс. р./смену (учтены привлекаемые машины).

В соответствии с графиком производства работ в режиме закрытого перегона время производства работ машинами РМ (3 шт.), ВПР (4 шт.), ПБ (2 шт.) составляет — 4 сут, ЭЛБ (1 шт.), ДСП (2 шт.) — 8 сут. В соответствии со схемой предоставления «окон» и технологией производства в режиме «окон» календарный период производства работ составляет 68 дней.

Следовательно, при производстве работ в «окна» неэффективно используется время — 56,2 сут работы РМ, ВПР, ПБ; 48,2 и 29,6 сут работы ЭЛБ, ДСП, что вызывает дополнительные затраты на простой машин и зарплату машинистов.

В соответствии с использованием графиков производства работ количество локомотивов, привлеченных на участок работ, составляет:

- в режиме закрытия перегона — 142 лок.-сут;
- в режиме «окон» — 205 лок.-сут.

Результаты расчетов по всем видам дополнительных затрат сведены в табл. 2 для дальнейшего сравнительного анализа.

Таблица 2

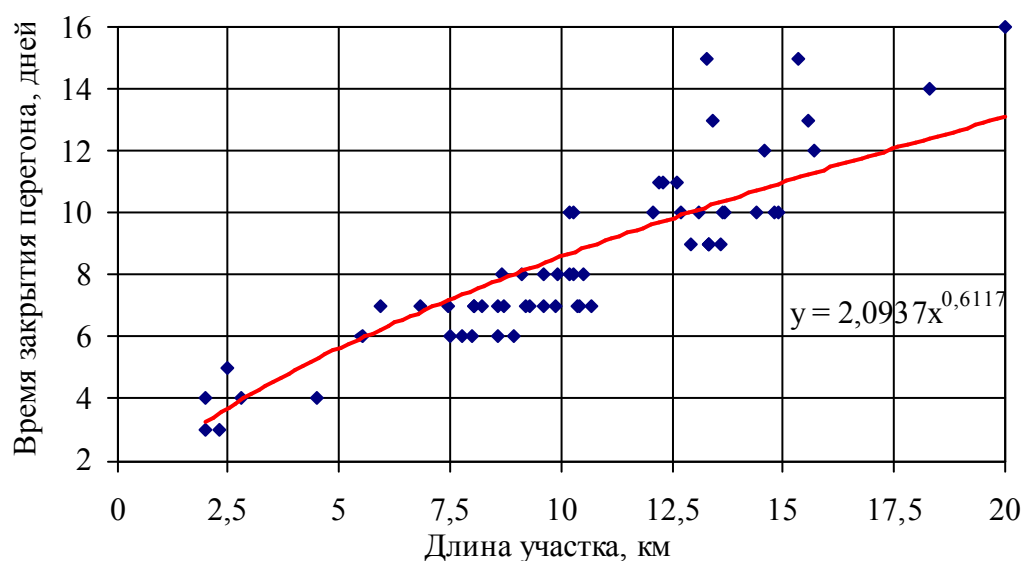
Сравнительный анализ затрат по переменным факторам

Режим организации ремонта	Длина участка, км	Вид затрат, тыс. р./км					Общие затраты, тыс. р./км
		$\mathcal{E}_з$	$\mathcal{E}_о$	$\mathcal{E}_{но}$	$\mathcal{E}_{пр}$	$\mathcal{E}_{лок}$	
«Окно»	15	1186,38	110,77	144,36	749,75	947,29	3138,55
Закрытие перегона	15	462,74	74,40	—	—	656,17	1193,31

В результате сравнения вариантов определено, что затраты при производстве работ в режиме закрытого перегона значительно ниже, чем при производстве работ в «окна», экономический эффект составляет 1,95 млн р./км.

Наибольшие затраты при организации ремонта в режиме «окон» — расходы на заработную плату, на привлечение локомотивов и путевых машин. Влияние такого чрезвычайно важного и дорогостоящего фактора, как задержка поездов за счет внедрения рационального пакетного режима движения сводится к минимуму.

Опыт Западно-Сибирской железной дороги по выполнению капитальных ремонтов с закрытием перегона (рисунок) показывает высокий уровень производительности такого режима организации работ, средний уровень которой — 1–1,5 км/сут, а максимальный — более 2,28 км/сут (что в 6 раз превышает выработку 1998 г. — 0,38 км/сут). Производительность работы машин глубокой очистки балласта повышается в 2–3 раза (до 2,1 км/смену), эксплуатационные расходы уменьшаются в 1,5–2 раза, потребность в локомотивах сокращается до пяти раз, в рабочих поездах — в 2,4 раза [2].



Показатели организации ремонта в режиме длительного закрытия перегона

Дополнительные неучтенные колоссальные эффекты от внедрения организации ремонта пути с длительным закрытием второго пути перегона связаны с сокращением общего срока производства работ более чем в 5 раз, что обеспечивает решение стратегических целей развития ОАО «РЖД» в области ресурсосбережения, повышения качества и технико-экономической эффективности его деятельности.

Библиографический список

1. Величко Д.В., Пикалов А.С. Эффективность организации ремонта пути в режиме длительного закрытия перегона // Транспорт Урала. 2011. № 4. С. 77–81.
2. Летние ремонтно-путевые работы: акцент на качество // Железнодорожный транспорт. 2009. № 4. С. 2–4.

D.V. Velichko, O.G. Yudin. Efficiency Assessment of Track Organization at the Trans-Siberian Railway.

The article aims at increasing the efficiency of the organization and technology of railway track repair. There are some proposals how to develop the procedure of determining the techno-economic efficiency of track repair with the use of specified expenditures for factors dependent on technology and repair organization peculiarities. The findings show that a complete train running stop for the whole period of repair work (blocking of the line) proves a higher degree of the techno-economic efficiency as compared with the temporary single-track running.

Key words: *railway track, overhaul, blocking of the line, organization and technology, techno-economic efficiency.*