

тичные отложения развиты на участке повсеместно и представлены растительным слоем и желто-бурыми суглинками. Мощность глин колеблется от 0,3 до 12 м и имеет объемный вес 1,5...2,4 г/см<sup>3</sup>. Физико-механические свойства образцов пород до и после взрывов определялись в лабораториях Московской государственной геолого-разведочной академии.

На рис. 2 представлены зависимости определения оптимальных начальных и конечных параметров вертикальных выработок, проводимых способом взрывоуплотнения и одновременного крепления для связных пород, имеющих широкие показатели протреливаемости 0,09...0,3 кг/м<sup>3</sup>.

Проведенные автором теоретические и экспериментальные исследования по вертикальным выработкам способом взрывоуплотнения и одновременного крепления и полученные выше зависимости позволяют на практике задаться такими оптимальными первоначальными параметрами скважины, которые позволят достичь конечных параметров выработки, т. е. ее проектируемых радиуса и толщины крепи.

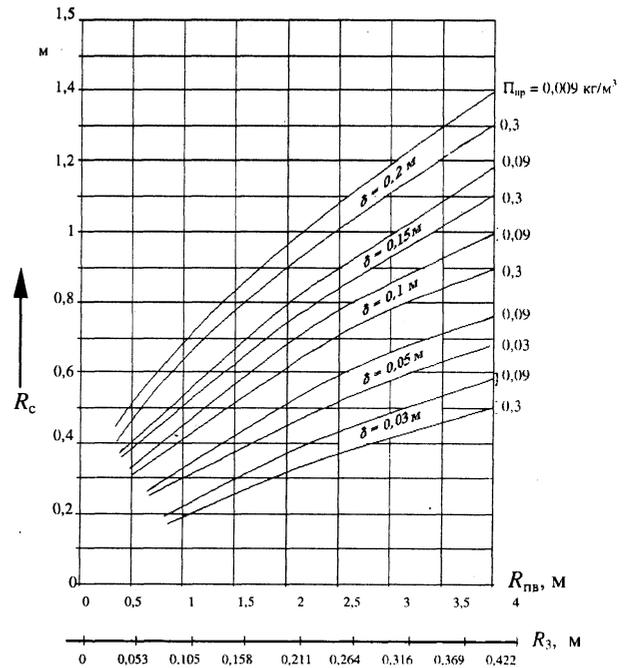


Рис. 2. График определения оптимальных параметров вертикальных выработок, проводимых способом взрывоуплотнения и одновременного крепления:  $R_{пв}$  – проектируемый радиус выработки, м;  $R_з$  – радиус заряда, м;  $R_с$  – радиус первоначальной скважины, м;  $\delta$  – проектируемая толщина крепи, м;  $\Pi_{пр}$  – коэффициент протреливаемости породы, кг/м<sup>3</sup>

УДК 625.122+625.142.4

## РЕЛЬСОВЫЙ ПУТЬ УЛУЧШЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Канд. техн. наук, доц. СУХОДОЕВ В. Н.

Белорусский национальный технический университет

В связи с ростом нагрузки на колесо вагона, интенсивности его движения и повышением требований к экологической чистоте среды проживания человека существующую конструкцию рельсового пути с поперечным расположением шпал, резервные возможности которой практически исчерпаны, во многих странах меняют на конструкцию пути с продольным расположением шпал.

Разнообразие предлагаемых вариантов конструкций рельсового пути с продольным расположением шпал объясняется отсутствием оптимального варианта.

В БНТУ разрабатываются конструкции рельсового пути с продольным расположением шпал.

Суть их – в использовании «эффекта граблей», который создается на упругом основании при загрузке вертикальной силой двух симметрично расположенных L-образной формы рычагов. Под действием этой нагрузки «грабли» (шпалы-механизмы) сходятся в верхней части и создают горизонтальную силу обжатия рельса. При решении технической задачи величина силы обжатия зависит от многих факторов, которые имеют место на практике. В нашей конструкции рельсового пути ситуация упрощается, так как «грабли» автоматически реагируют на меняющиеся условия в эксплуатационный период. Так, чем больше нагрузка на рельс, тем силь-

нее его обжатие и тем больше массивность пути в зоне нагрузки.

При составлении расчетной схемы учитывают, что шпала-механизм срабатывает как рычаг, преобразующий вертикальную нагрузку в горизонтальную в результате внецентренного нагружения. Согласно СНиП 2.02.01–83, можно определить величину крена такого внецентренно нагруженного фундамента по расчетной схеме основания в виде упругого линейно деформируемого полупространства при отсутствии заполнения пазух между рельсом и вертикальными гранями железобетонных шпал-механизмов.

Под рельс на железобетон укладывается резиновая лента, по бокам рельса пазухи заполняются упругим материалом. При заполнении пазух упругим материалом под нагрузкой происходит обжатие рельса. В итоге рельс оказывается в массивной упругой обойме. (Патент РБ № 3262 от 23.11.99, патент РФ № 2177061.)

Итак, конструктивно рельсовый путь на шпала-механизме (назовем его ленточным, так как он состоит из слоев в виде параллельных лент, выполненных из различных материалов) отличается от рельсового пути на поперечно расположенных шпалах тем, что рельс уложен внутри продольно расположенных шпал (увеличение устойчивости пути), а от вариантов с продольным расположением шпал – простотой крепления рельса со шпалой и экономичностью при его устройстве и эксплуатации.

Слоистым ленточным строением конструкции рельсового пути ленточного (РПЛ) достигаются постоянство жесткости и равнопрочность по всей его длине как в вертикальной, так и горизонтальной плоскостях, а также снижение уровня ударного шума от движущегося поезда.

За счет постоянства жесткости РПЛ обеспечиваются надежность и долговечность пути, а также постоянство уровня шума, значительно сниженного. Параметры пути в поперечном направлении вследствие износа хотя и меняются, однако очень медленно и ритмично. При этом образуется равномерный износ как рельсового пути, так и подвижного состава.

Характер нагрузки от движущегося вагона на рельсовый путь – ее быстрое возрастание и снятие, т. е. динамический. При динамическом приложении нагрузки направление инерционных сил разгона и торможения должно совпадать с на-

правлением, для которого жесткость пути больше. У РПЛ не только рельс, но и шпала-механизм, балласт укладываются по линии действия сил инерции, поэтому плавное гашение этих сил обеспечивается более эффективно.

У РПЛ нет жесткого соединения слоев или элементов пути ни в продольном, ни в поперечном направлениях, а потому нет и мест концентрации напряжений и звуковых мостиков.

Соединение лент выполняется в соответствии с законом Амонтона, и потому обжатие и силы трения играют роль главных связующих параметров. Соединяющие силы обжатия и трения как функции нагрузки развиваются от колеса вагона постепенно от нуля до максимума значения и наоборот, а также являются распределенными, не создающими зон концентрации напряжений и деформаций. В свою очередь отсутствие зон концентрации напряжений и деформаций обеспечивает продление срока службы пути без ремонтных работ.

Отсюда следует, что между стыками рельсов сосредоточенная нагрузка от колеса вагона становится распределенной на менее прочные и менее жесткие слои верхнего строения пути, где она бесшумно гасится. В РПЛ и местах стыков (рельсов, железобетонных элементов шпала-механизма) происходит преобразование сосредоточенной нагрузки от колеса вагона на распределенную практически без изменения НДС основания и балласта, которое создается на удаленных от конца балки участках. Так, стык рельсов находится внутри железобетонных элементов шпала-механизма и под нагрузкой от колеса вагона вследствие «эффекта граблей» обжимается ими с силой, достаточной, чтобы обеспечить равножесткость пути и отсутствие смещений концов по отношению друг к другу. В результате достигается плавный и бесшумный перекал колеса по стыку.

В то же время и рельс служит жестким связующим стержнем для сборных железобетонных элементов шпала-механизма в местах стыка, так как железобетонные элементы обжимают рельс, частично зависают на нем. Их концы не смещаются по вертикали, а потому не возникнет концентрация напряжений в контактном слое железобетон–балласт.

Итак, в результате автоматического регулирования скрепления рельса с железобетонными

элементами (балками) шпалы-механизма повышается долговечность рельсового пути, а потому сокращается или отпадает вовсе потребность в ремонтных работах, решается проблема стыка и снижается уровень ударного шума от движущегося поезда.

В основе надежности РПЛ лежат совершенство конструкции, ее доступность, малое количество деталей, размеров и операций, однотипность и простота технологических операций по разработке механизмов, по длине пути, условий для совершенствования технологических процессов всех стадий строительства и эксплуата-

ции пути. Автоматизация производственных процессов – легко осуществима и способствует существенному повышению качества и стабильности параметров пути, а также значительному сокращению сроков строительства, что особенно важно в условиях города.

РПЛ предполагает ощутимую экономию металла (до 50 %), щебня (до 100 %), электроэнергии и трудозатрат как в процессе строительства, так и эксплуатации. Строительство 1 км пути обойдется дешевле в два раза, т. е. вместо 1 км рельсового пути можно проложить два за те же средства.

УДК 624.138

## ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

*Канд. техн. наук, доц. БАБАСКИН Ю. Г.*

*Белорусский национальный технический университет*

Под действием эксплуатационных и погодноклиматических факторов на автомобильных дорогах возникают разнообразные дефекты в виде трещин, выбоин, шелушения и др. Техническое состояние дороги оценивается эксплуатационными показателями, на основании которых могут приниматься решения о сроках и видах ремонтных работ. Автомобильная дорога как объект изучения может находиться в трех состояниях:

$D_{10}$  – новая дорога, лишенная дефектов (исходная система);

$D_{20}$  – дорога, подверженная дефектам;

$D_{30}$  – дорога, отремонтированная с использованием материала  $C_1$  и технологии  $C_2$ .

Переход системы  $D_{10}$  в  $D_{20}$  происходит на основании причин внутреннего или внешнего характера, системы  $D_{20}$  в  $D_{30}$  – искусственным путем с использованием показателей  $C_1$  и  $C_2$ , что требует дополнительного вложения труда и затрат материальных средств. Система  $D_{30}$  должна приближаться к  $D_{10}$ , однако абсолютно равными они никогда не будут вследствие дискретности системы  $D_{20}$  и адгезионных качеств компонентов нового материала и первоначального.

Следовательно, можно записать

$$D_{10} \Rightarrow D_{20} \Rightarrow D_{30} \equiv D_{10}. \quad (1)$$

Первая ступень этого выражения характеризуется причинным фактором, определение которого требует установления зависимости каждого фактора от последующих. В теории непрерывных сред для облегчения исследования процессов, протекающих в структуре неоднородных материалов, может быть использован принцип континуумизации, который дает возможность применять непрерывные функции для описания явлений и процессов, происходящих в неоднородных структурированных материалах, и таким образом рассматривать неоднородные структуры как континуум (непрерывность). Следует отметить, что континуум является типизацией объекта и не отражает структуру реальной среды.

Используя принцип континуумизации, цементобетонное покрытие может быть рассмотрено в виде материальной точки, элемента и цикла. Учитывая, что за материальную точку принимается объем тела, в пределах которого физические свойства объекта одинаковы, размеры этого объекта минимальны, в результате чего его деформацией можно пренебречь. В нашем случае это компоненты, составляющие цементобетон. За