625.17
М 677

МОСКОВСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ТРАНСПОРТА
ПРОФ. Н.Т. МИТЮШИН

РЕМОНТ и СОДЕРЖАНИЕ ПУТИ



МОСКВА 1926 Г.

1591

Глубокоуважаемому Владимиру Михайловичу Клоцфу

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ТРАНСПОРТА.

Профессор Н. Т. МИТЮШИН

От автора

18/I 1926

Абон. техн. Дата 2007

625.17
М677

130183

КУРС СОДЕРЖАНИЯ и РЕМОНТА ПУТИ

ЛЕКЦИИ ЧИТАННЫЕ В МОСКОВСКОМ ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРОВ ТРАНСПОРТА

ГОСУДАРСТВЕННЫМ УЧЕНЫМ СОВЕТОМ ДОПУЩЕНО В КАЧЕСТВЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ВУЗ'ов.

МОСКВА—1926

1975

ВВЕДЕНИЕ.

Первое и необходимое условие всякого правильного железнодорожного движения есть безопасность этого движения. Если другие условия правильного движения, как то: срочность, скорость, дешевизна и другие являются до известной степени условными, выполняемыми по мере возможности, то первое условие, именно, условие безопасности, является требованием безусловным. Conditio sine qua non. Безопасность эта достигается различными средствами: 1) строжайшей регламентацией железнодорожного движения—строгими правилами, нарушение каковых, например, нарушение правила непрохождения поезда мимо закрытого семафора, считается преступлением и карается по всей строгости закона. 2) Различными усовершенствованиями, как например, изобретением приборов, устанавливающих зависимость между показанием сигнала и фактическим занятием перегона. 3) Содержанием пути и подвижного состава в полнейшей исправности. Благодаря указанным мерам железнодорожное движение, как известно, достигает высокой степени безопасности. Примерно на 43 миллиона пассажиро-километров приходится один несчастный случай.

Итак одной из мер, обеспечивающих безопасность железнодорожного движения, является содержание пути в известном и полном порядке. В самом деле, накопление разного рода деформаций пути или увеличения размеров какой либо одной деформации, например, просадки стыка, сверх нормы, может нарушить безопасность движения и быть причиной схода поезда.

Находящийся на рельсах поезд опасен не тогда, когда он стоит на рельсах, а тогда, когда он двигается и тем более опасен, чем он скорее двигается, и это не только

потому, что при движении поезда увеличиваются статические давления колес на рельсы и, следовательно, увеличиваются напряжения в рельсах и других элементах пути, но и, главным образом потому, что при известных скоростях могут появиться неустойчивые формы движения поезда.

Для паровоза определенной конструкции (с таким то давлением на оси, такими то рессорами и т. д.), двигающегося по пути определенного качества (по пути в таком то порядке содержащегося, с рельсами такого то калибра и здоровья и т. д.) может быть в зависимости от указанной устойчивости движения допущена только определенная скорость или другими словами, при данной скорости движения такого то подвижного состава по пути определенного калибра безопасность движения может быть обеспечена лишь при отсутствии известных деформаций пути, т. е. при известном порядке этого пути. Так, например, согласно исследованиям Marié, одним из условий безопасности движения паровоза Pacific является наличие такого качества пути, при котором при критической скорости движения этого паровоза разница по высоте между опустившейся головкой рельса в стыке и в средине рельса была бы не более 10 м./м.

Таким образом, деформации пути для обеспечения устойчивости движения подвижного состава не должны превосходить определенной нормы. Отсюда ясно, что всякое повреждение пути, вызванное, как стихийными силами природы, так и силами, появляющимися при движении поездов, должно быть исправляемо, путь должен ремонтироваться.

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

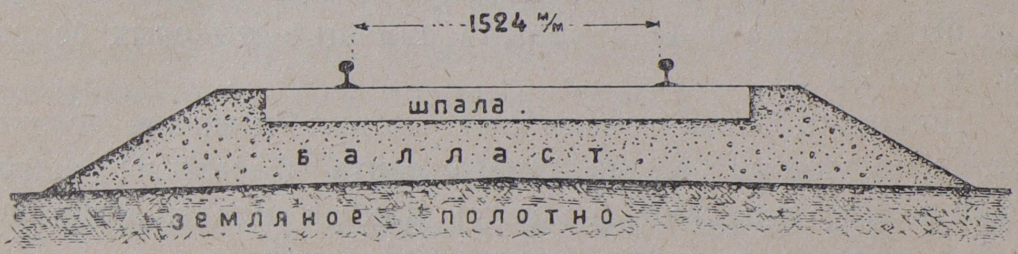
ГЛАВА I.

Правильно уложенный железнодорожный путь и его конструктивная особенность—упругость опор.

§ 1. Признаки правильно уложенного пути.

Прежде чем говорить о ремонте пути—наобходимо определить признаки правильно уложенного пути, установить характерную особенность этого пути, резко отличающую его от всякого другого постоянного сооружения—упругость его опор, рассмотреть действующие на путь силы и выявить вызываемые этими силами деформации.

Железнодорожный путь, как известно состоит из металлических рельсов, уложенных на особых опорах—шпалах. Рельсы непосредственно воспринимают давление от колес железнодорожных экипажей и служат для поддержания и направления этих колес. Шпалы лежат на балласте, являющемся некоторым промежуточным слоем между ними и земляным полотном (см. черт. № 1).



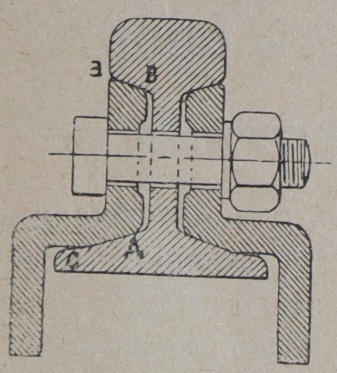
Черт. 1.

Рельсы делаются в настоящее время из стали. Особенно широкое распространение на земном шаре получили два

основных типа: 1) рельс Виньолевский и 2) рельс двухголовный, о чем подробно говорится в курсе железных дорог. В России в настоящее время нашел применение лишь рельс Виньолевский (см. черт. № 1), потому о нем, главным образом, мы и будем говорить в нижеследующем изложении.

Из рельсовых опор наибольшее распространение получили поперечины—шпалы. Шпалы бывают деревянные, металлические, железобетонные, асбестоновые и железодеревянные. В России нашли применение почти исключительно шпалы деревянные.

Балласт, за самым ничтожным исключением (Екатерининская железная дорога), применяется в России песчаный.



Черт. 2.

В правильно уложенном и в порядке содержащемся пути, рельсы должны быть уложены на строго определенном разстоянии один от другого: разстояние между внутренними, вертикальными гранями головок рельсов в прямых частях пути должно равняться 1524 м/м (см. черт. № 1). Уширение пути допускается на 6 м/м., с'ужение не допускается. Рельсы обеих ниток в прямых частях пути должны лежать в одном уровне. В кривых частях пути делаются, как известно, уширения пути и возвышения наружного рельса; величины уширений и возвышения расчитываются согласно соображениям, изложенным в курсе железных дорог, в зависимости от радиуса кривой и скорости движения. В стыках рельсы соединяются помощью стыковых накладок, которые должны плотно соприкасаться с нижними гранями „ab" головки рельса и верхними гранями „cd" подошвы рельса, для чего быть плотно подвинченными помощью стыковых болтов (см. черт. № 2).

Накладки бывают различных систем: плоские, уголковые, фартуковые и различного сорта фасонные; самые стыки между шпалами (на весу) или на шпале, о чем подробно излагается в курсе железных дорог.

Рельсы укладываются, как известно, с некоторым наклоном внутрь пути: наклон подошвы рельса к горизонту равняется $^1/_{20}$ или около этого. Рельсы прикреп-

ляются к шпалам костылями или шурупами. Для возможности плотного прикрепления рельсов к шпалам—гнезда костылей и шурупов не должны быть разработанными, сами костыли должны быть плотно забитыми, а шурупы хорошо завинченными. Рельсы должны быть здоровыми и иметь определенные размеры. Износы и местные выбоины не должны превосходить установленных норм.

Деревянные шпалы должны быть здоровыми (не гнилыми), определенных размеров и уложены на определенных расстояниях (расстояния между осями стыковых шпал на магистральных линиях обычно равняются около 500 м/м. и между осями промежуточных шпал около 700 м/м; точное количество шпал на версту определяется в зависимости от величины давления колеса паровоза и скорости движения, допущенной на данном пути). Шпалы должны быть уложены по наугольнику (оси шпал должны быть перпендикулярны к оси пути).

Балласт должен иметь оцределенную толщину и определенную конфигурацию (толщина эта примерно равняется величине расстояния в свету между шпалами); балласт должен быть водопроницаем, для чего употребляемый у нас песчаный балласт должен содержать глины не более 10 % и не быть заросшим травой. Зерна балласта должны быть определенной крупности. Балласт должен быть плотно подбитым под шпалы: между постелью шпал и балластом не должно быть пустот.

Земляное полотно, на котором уложен балласт, также должно иметь определенные размеры и определенную конфигурацию (бермы определенной ширины, откосы определенного уклона и т. д.). Откосы земляного полотна должны быть определенным образом укреплены (дерновкой, мощением, плетнями или другим способом, сообразно с соображениями, изложенными в курсе железных дорог.).

§ 2. Упругость опор железнодорожного пути.

Правильно уложенный железнодорожный путь не остается в таком состоянии постоянно, а под влиянием целой серии причин и факторов выходит из своего правильного состояния. Железнодорожный организм, как и всякий организм, с течением времени изнашивается. Подобно тому, как

клеточки живого организма с течением времени стареют, отмирают и заменяются новыми, живыми клеточками, так и различные части железнодорожного организма, в частности железнодорожного пути, как то: костыли, шпалы, рельсы и т. п. изнашиваются и для правильного функционирования всего организма требуют восстановления и заменены новыми. Такая замена пришедших в негодность, или исправление поврежденных, потерявших правильную форму и утративших требуемые размеры частей пути, называется ремонтом пути. Для того, чтобы уяснить себе, в чем должен заключаться этот ремонт, когда, и как производить исправление пути и смену пришедших в негодность различных элементов верхнего строения этого пути, необходимо прежде всего уяснить себе: 1) во-первых, характерную конструктивную особенность железнодорожного пути, резко отличающую его от других постоянных сооружений, как то: домов, мостов и т. п.; 2) во-вторых, те факторы, которые расстраивают путь, те причины, которыми вызываются его повреждения и 3) в третьих те деформации, которые указанными факторами вызываются.

Железнодорожный путь резко отличается от большинства постоянных сооружений земного шара, как-то: гражданских построек, искусственных сооружений и т. п., тем, что он не основывается на опорах, прочно и неизменно покоящихся на твердом, незыблемом грунте, как например, опоры моста (или дома) на скалистом или другом твердом грунте, а покоится на упругих опорах, не остающихся неподвижными, а меняющих свое положение—то оседающих, то поднимающихся, то сдвигающихся в сторону, в связи с деформациями всего верхняго строения, например, в связи с сжатием балластного слоя, оседанием земляного полотна, изгибом рельса и другими деформациями, вызываемыми динамическими усилиями проходящего поезда или другими. Железнодорожный путь постоянно претерпевает ряд упругих деформаций; это, как бы бесконечно длинная, постоянно изгибающаяся, колеблющаяся, упругая лента, покоющаяся на упругом земляном полотне. Указанная, ясно выраженная упругость пути присуща летнему пути. Каково состояние скованного морозом зимнего пути будет рассмотрено при изложении вопроса о зимнем ремонте.

ГЛАВА II.

Силы, действующие на путь.

§ 3. Стихийные силы природы.

Что касается до факторов и причин, вызывающих деформации пути, то нужно сказать, что железнодорожный путь находится в постоянной борьбе с целой серией сил, действующих на него и расстраивающих его. На путь действуют стихийные силы природы, как-то: ливневые и весенние воды, размывающие путь, морозы, вызывающие образование пучин и нарушающие плавность пути, ураганы и порывы ветра, сдувающие балласт; колебания в температуре, вызывающие резкое изменение отдельных элементов, например длины рельсов и т. д.

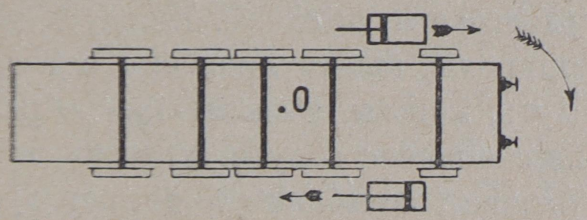
§ 4. Силы, появляющиеся при движении поездов.

А. Условия движения железнодорожных экипажей по рельсовым путям.

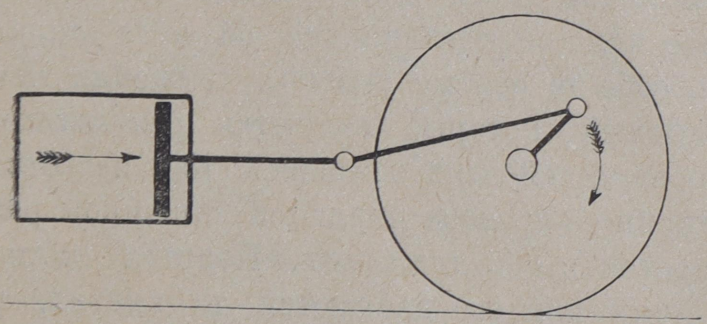
Кроме стихийных сил природы на путь действуют различные силы, появляющиеся при движении поездов. Чтобы составить себе ясное представление об этих силах, необходимо уяснить себе те особые условия движения железнодорожных экипажей, которые являются результатом конструктивных особенностей этих экипажей. Как известно, особенности конструкции паровоза являются причиной различных неправильностей в его движении. Поршни цилиндров паровоза при движении его двигаются то вперед, то назад, при чем, если поршень цилиндра, расположенного с правой стороны паровоза, двигается вперед, то по соображениям, известным из курса паровозов, поршень цилиндра с левой стороны двигается назад. При таком движении этих поршней появляются силы инерции, направленные в противоположные стороны: сила инерции одного поршня в сторону движения паровоза, а другого в обратную сторону. Эти силы инерции дают пару сил, стремящихся повернуть паровоз около вертикальной оси, проходящей через его центр тяжести. (см. черт. № 3).

Поворачиваясь то в одну, то в другую сторону паровоз будет двигаться не по прямой, а по некоторой извилистой линии или, как говорится, будет вилять.

Помимо частей, двигающихся взад и вперед, в паровозе имеются элементы, как например, кривошипы и шатуны (см. черт. № 4), которые двигаются то вверх, то вниз и вызывают появление сил инерции, которые также направлены то вверх, то вниз. Эти силы при движении вверх стремятся приподнять колесо над рельсом — разгружают рельс, а при движении вниз стремятся прижать колесо к рельсу перегружают его; происходит, так называемое подпрыгивание паровоза. Виляние паровоза сопровождается вредными для верхняго строения пути и весьма значительными *) горизонтальными ударами, а подпрыгивание — еще большими вертикальными. Некоторую долю этих сил удается парализовать помощью устройства противовесов. Особенно вредны удары в стыках. Кроме указанных виляния и подпрыгивания при движении паровоза, как известно из курса паровозов, имеют место и другие пертурбации и неправильности в его движении, как то: боковая качка, подергивание и другие, которых мы подробно рассматривать не будем. Движение вагона также не лишено неправильностей. При действии на вагон некоторых внешних сил, как например, боковой силы ветра W, вагон выходит из своего нормального положения, а именно: продольная ось его перестает



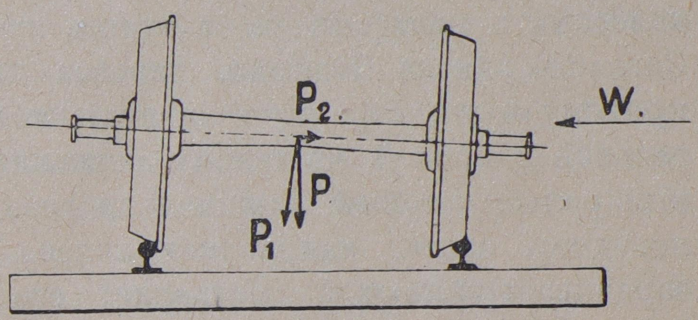
Черт. 3.



Черт. 4.

*) См. наше исследование: О влиянии на напряжения в рельсах поперечных горизонтальных сил, появляющихся при движении поездов по прямым частям пути. Известия Иваново-Вознесенского Политехнического Института 1922 г.

совпадать с продольной осью пути, и вагон принимает положение, показанное на чертеже № 5, а именно: левое колесо приближается к левому рельсу и набегает на него и, благодаря коничности бандажей, повышается, а правое колесо удаляется от правого рельса и благодаря коничности бандажей понижается, вследствие чего вагон принимает наклонное положение, также как и ось ската. Силу тяжести вагона P, приложенную к середине оси ската, можно разложить на две силы: на силу P_1, перпендикулярную к оси ската и на силу P_2, параллельную этой оси. Эта последняя сила P_2 будет стремиться вернуть вагон в его нормальное положение; под действием этой силы вагон станет понижаться, и ось его будет стремиться стать по средине пути, но благодаря силе инерции, которая разовьется во время опускания вагона, последний будет продолжать свое движение и правое колесо станет набегать на правый рельс, благодаря чему вагон вновь станет косо, но только теперь поднимется его правая сторона, а левая опустится.



Черт. 5.

Вновь появится слагающая силы тяжести, которая опять будет стремиться вернуть вагон в его нормальное положение и, таким образом, благодаря коничности бандажей вагон будет отклоняться от своего нормального положения то в одну, то в другую сторону, т. е. произойдет так называемое виляние вагона. Таковы особенности движения железнодорожных экипажей в прямых частях пути.

В кривых частях пути движение подвижного состава сопровождается следующими явлениями; прежде всего замечается общее для всякого криволинейного движения явление—появление центробежной силы; эта сила стремится вынести паровоз и вагоны внаружу кривой. Как известно из курса железных дорог, для уничтожения этой силы поднимается наружный рельс на такую высоту, чтобы появляющаяся при таком под'еме центростремительная сила парализовала центробежную силу. Высота указанного под'ема

наружного рельса расчитывается в зависимости от определенной скорости движения поезда; но, так как различные поезда двигаются по дороге с различными скоростями, то ясно, что расчитанная на определенную конкретную скорость высота под'ема будет уничтожать центробежную силу только тех поездов, которые двигаются именно с этой скоростью; для всех же остальных центробежная сила не будет вполне парализована и вредные ее последствия, горизонтальные давления на рельсы, будут на лицо.

Кроме указанных сил, появляющихся при движении поездов по кривым частям пути и зависящих от скорости движения, при указанном криволинейном движении железнодорожных экипажей появляются еще другого сорта силы, независящие от скорости движения, а именно так называемые радиальные давления, зависящие от сил трения между колесами и рельсами и от длины жесткой базы экипажей. Согласно закона Ньютона, паровоз или вагон, двигаясь по кривому пути, стремится двигаться по направлению касательной к кривой, но такому движению препятствует наружный рельс, который, нажимая на реборду наружного колеса переднего ската, направляет колесо по кривому пути, поворачивает экипаж и заставляет его двигаться по кривой. При указанном поворачивании экипажа колесам его приходится соскользнуть по направлению, перпендикулярному к оси рельса, т. е. поперек пути; кроме сего, как известно из курса железных дорог, колеса экипажа при движении по кривой скользят по направлению, параллельному оси рельса, т. е. вдоль пути. Всем указанным скольжениям сопротивляются силы трения, возникающие между колесами и рельсами. Чтобы повернуть экипаж, нужно преодолеть эти силы трения; если бы поверхность бандажа и головки рельса были идеально гладкими, то между бандажем и рельсом не появилось бы никаких сил трения и поворачивание экипажа происходило бы без всякого усилия; в виду же шероховатости указанных поверхностей, рельсу, поворачивающему экипаж, приходится с известной силой нажать на реборду колеса, чтобы повернуть экипаж. Вследствие равенства, согласно закону Ньютона, силы действия силе противодействия, колесо экипажа с такой же силой давит на рельс. Эта горизонтальная сила и называется радиальным давле-

нием. Всличина ее кроме сил трения зависит еще от длины жесткой базы экипажа, но не зависит от скорости движения *).

Кроме указанных выше сил трения, как известно, при движении поездов появляются и другие силы трения: продольные силы трения от качания колес, появляющиеся, как при движении по прямым частям, так и по кривым; поперечные силы скользящего трения от виляния паровоза и вагона, продольные силы трения от тормажения.

В. Классификация сил, появляющихся при движении поездов.

Таким образом, из вышеизложенного видно, что все силы, появляющиеся при движении поездов по рельсовым иутям, могут быть разделены на две группы: на силы вертикальные и на силы горизонтальные, и эти последние—на силы поперечные и на силы продольные.

Вертикальные силы предствляют из себя: вертикальные слагающие сил тяжести, вертикальные слагающие сил инерции неуравновешенных масс (непарализованных противовесами), вертикальные удары в стыках.

Поперечные горизонтальные силы это—горизонтальные удары и поперечные горизонтальные силы скользящего трения. Продольные горизонтальные силы это—удары колеса в противошерстный конец рельса и продольные силы трения от качания и от скольжения колес.

ГЛАВА III.

Деформации пути.

§ 5. Характер и классификация деформаций.

А. От действия стихийных сил природы.

Все рассмотренные выше силы, как стихийные силы природы, так и силы, появляющиеся при движении поез-

*) См. Boedecker—Wirkungen zwichen Rad nnd Schiene Проф. Цеглинский. Железнодорожный путь в кривых. Наши исследования 1) Динамическия напряжения в рельсах железнодорожного пути в кривых. 2) О влиянии на устойчивость и прочность рельсового пути,скорости движения железнодорожных экипажей в кривых.

дов, действуя на путь, выводят его из правильного состояния, повреждают и расстраивают его.

Эти повреждения от действия сил стихийных выражаются в нарушении плавности пути—его искривлении и выпучивании от морозов, в размывах земляного полотна и балласта ливневыми и весенними водами, в сдувании балласта ветрами, в гниении шпал, в искривлении рельсов при удлинении их и уничтожении зазоров от резкого и сильного повышения температуры, в оползнях, т. е. сползании, сдвигах и просадках всего земляного полотна вместе с железно-дорожным путем при расположении его на косогоре и т. д.

В. От действия сил, появляющихся при движении поездов.

Рассмотрим теперь деформации пути, вызываемые движением поездов.

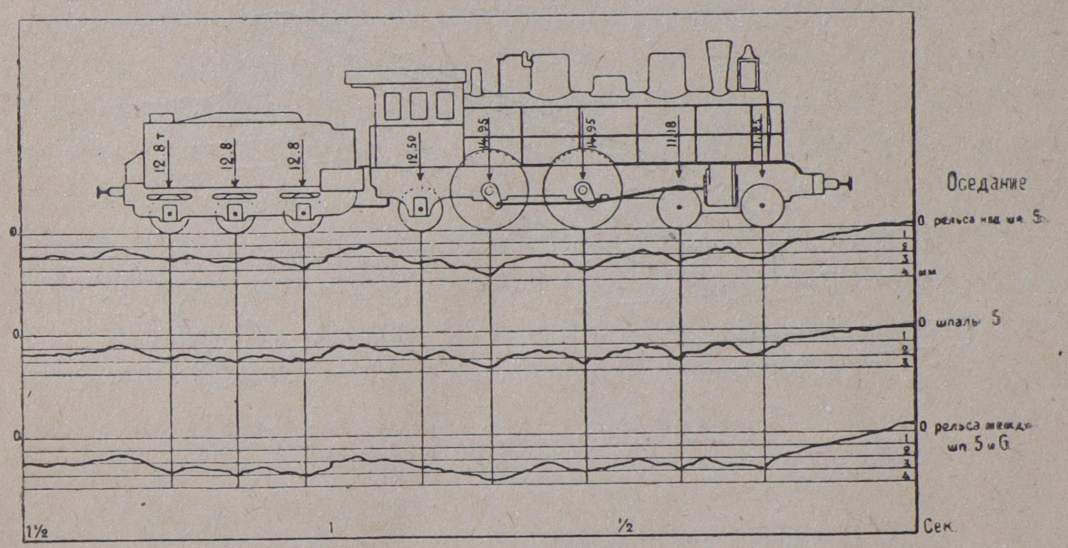
При рассмотрении действия на путь сил, появляющихся при движении поездов, нужно различать два момента: один—это момент нахождения точки приложения действующей силы (точка касания между колесом и рельсом) в пролете между стыками рельса, и другой—в самом стыке рельса.

Рассмотрим сначала работу пути в пролете между стыками. Под действием вертикальных сил путь дает упругую веритикальную осадку, балласт сжимается, шпалы оседают и, хотя и весьма незначительно, тоже сжимаются; рельс в местах прикрепления к шпалам вместе со шпалами опускается, а в пролете между шпалами отчасти опускается, отчасти изгибается. Теоритические исследования профессора Н. П. Петрова, рассматривавшего рельс, как многопролетную балку на упругих опорах, и предложившего способ интегрирования в конечных разностях уравнения траектории движения точки касания между колесом и рельсом, показали, что указанная траектория движения есть прямая линия (столь мало отличающаяся от прямой—лишь на некоторые доли миллиметра, что с практической точки зрения может быть принята за совершенно прямую линию). Указанные выводы проф. Петрова подтвердились исследованиями Аста и других и опытными наблюдениями профес-

сора Васютынского*), получившего помощью изобретенного им фотографического аппарата, интереснейшие диаграммы деформаций рельса под действием проходящего поезда.

Одна из таких диаграмм изображена на нижеследующем чертеже № 6.

Из указанного чертежа усматривается, что величина оседания шпалы и соответственного понижения рельса над шпалой почти совершенно одинакова с величиной понижения рельса между шпалами—около 4 м./м. и, что траектория движения точки касания между колесом и рельсом лишь на доли миллиметра отличается от прямой линии.



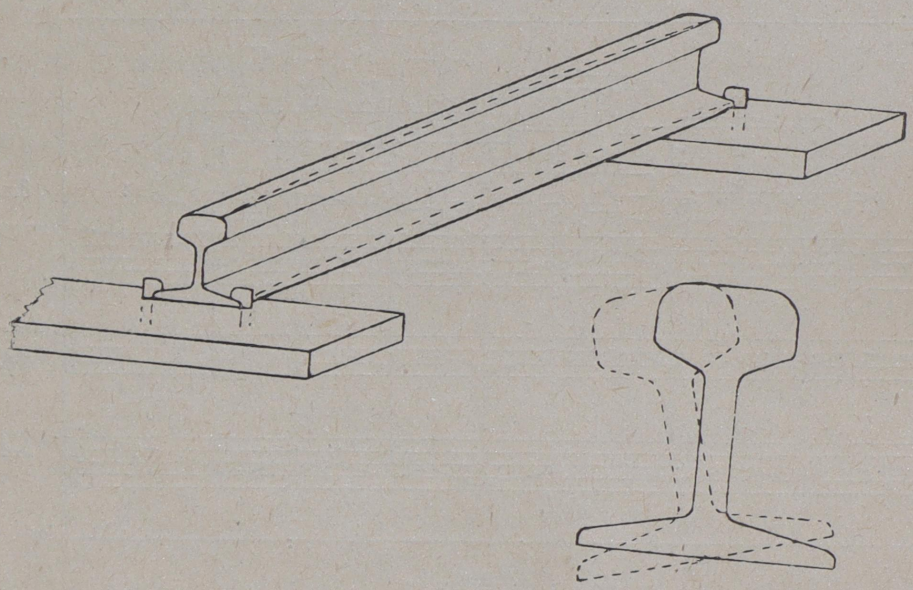
Черт. 6.

Таким образом движение колеса по рельсу между его стыками в вертикальной плоскости совершенно плавное, но это, конечно, при исправных рельсах и колесах (при рельсе и колесе без выбоин) и при хорошо подбитых, правильно уложенных и здоровых шпалах. Несмотря на всю плавность движения, вертикальные силы, (вертикальные удары при перегрузке колес и другие) кроме указанных выше упругих деформаций, (сжатия баласта и шпал, опускания шпал и рельса) вызывают еще колебательные движения в рельсе—его вибрации и ряд остающихся деформаций, как то: смятие головки рельса, износ шпал, просадка баласта и др.

*) см. доклад проф. Васютынского XVI Совещательн. С'езду Сл. Пути.

Действие горизонтальных сил таково:

Поперечные горизонтальные силы вызывают некоторый упругий сдвиг в сторону шпал, а также и рельса по шпале, отжимая костыли и производя прогиб рельса между шпалами в плоскости горизонтальной. Траектория движения колеса в плоскости горизонтальной, также, как и вертикальной, мало отличается от прямой линии в прямых частях пути и от плавной кривой в кривых частях пути. Таким образом плавность пути в плоскости горизонтальной также мало нарушается, как и в плоскости вертикальной. Горизонтальные удары, также как и вертикальные, вызывают вибрацию рельсов. Кроме сего, горизонтальные попе-



Черт. 7.

речные силы стремятся опрокинуть рельс, приподнимая внутреннюю грань подошвы рельса и стремясь выдернуть внутренние костыли или шурупы (см. черт. № 7).

Силы трения поперечные и продольные, производят истирание головки рельса. Наконец, продольные силы трения производят угон рельсов.

При рельсах и колесах с выбоинами, при плохо подбитых гнилых шпалах, при плохо забитых костылях, при плохом балласте, деформации пути будут более значительные: вертикальные осадки плохо подбитых гнилых шпал на плохом балласте больше, чем соседних, хорошо подбитых; точно также оседания рельсов над шпалами при плохо подбитых шпалах больше, чем при хорошо подбитых, здоровых шпа-

лах на хорошем балласте. Таким образом, при плохо содержащемся пути, плавность пути будет больше нарушена и вертикальные удары от вертикальных сил инерции тяжелого поезда, двигающегося по неровному пути, будут гораздо больше, и, следовательно, смятие рельса и шпал, осадки шпал, сжатие балласта и вибрации рельсов и вообще деформации пути гораздо более значительные.

Так будет в пролете между стыками рельсов.

Что касается до рельсовых стыков, то там деформации, получающиеся при проходе поездов, будут несравненно более значительными, чем рассмотренные выше деформации в протеле между стыками и картина явления гораздо более сложная. Стыки рельса являются самым больным местом железнодорожного пути; это по выражению одного из докладчиков на Международном Бернском железнодорожном конгрессе в 1910 году,—«наши величайшие враги» „Nos plus grands énnemis“. В самом деле: цельность рельсовой колеи в стыке нарушена, рельсовая нитка разрезана. Концы двух рельсов, являющихся один продолжением другого соединены между собой—перекрыты стыковыми накладками. Как бы сильны и мощны ни были эти накладки, но заменить собой цельный, неразрезанный рельс они не могут; всегда это место будет более слабым. Несмотря ни на мощность накладок, ни на то, что расстояние между стыковыми шпалами менее значительно, чем между промежуточными шпалами, прогиб рельсового пути от действия сил вертикальных, и его деформации в стыке будут более значительными. Стыковые шпалы находятся в условиях крайних опор неразрезной балки и потому осадки их должны быть большей величины. Плавность пути нарушается. При малейшем ослаблении стыковых накладок (от износа мест соприкасаний их с рельсом или плохого подвинчивания стыковых болтов) противошерстный конец рельса при нахождении колеса на пошерстном конце несколько возвышается над последним, и колесо, при вступлении на противошерстный рельс, ударяется в выступающий конец рельса. При новых, хорошо подвинченных накладках, колесо, как известно, перескакивает через самый противошерстный конец и, падая, ударяет в противошерстный рельс на

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА БИИЖТ

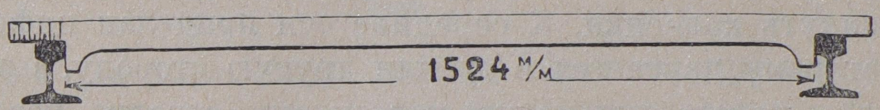
некотором расстоянии от конца, образуя там характерную выбоину. При падении колеса на противошерстный конец, этот последний ударяет в шпалу, способствуя ее смятию. Горизонтальные силы, действуя на концы рельсов, нарушают плавность рельсовой нитки в плоскости горизонтальной. Под действием вертикальных и горизонтальных сил концы рельсов скручиваются; накладки изгибаются и также подвергаются скручиванию. Плавность движения колеса явно нарушается и в стыке ощущается характерный резкий удар—толчек. Толчек этот тем сильней и вредные последствия его тем больше, чем хуже содержится стык, чем слабее накладки и чем более они изношены, чем хуже подтянуты стыковые болты, чем ниже качество балласта, чем хуже подбиты шпалы и т. д. Посему особенно серьезное внимание при наблюдении за путем и при его ремонте должно быть обращено на рельсовые стыки.

Результатом всех изложенных выше причин и факторов, расстраивающих путь, являются различные деформации, которые могут быть упругими и остающимися. Накопление остающихся деформаций и рождает те дефекты пути, которые подлежат ремонту. Классифицировать эти остающиеся деформации можно так: 1) неправильное положение в профиле и в плане и повреждения рельса: понижение рельса; изгиб рельса в плоскости вертикальной и в плоскости горизонтальной, сдвижка рельса в сторону, неправильный наклон рельса, скручивание рельса, угон рельса. Износ и смятие головки рельса, излом рельса. 2) Неправильное положение в профиле и плане и повреждения шпал: оседание шпалы; боковая сдвижка, угон, перекос шпал, смятие, растрескивание, вообще механический износ и гниение шпал. 3) Деформации балласта: упругие и остающиеся осадки балласта, нарушения в установленных размерах балластного слоя, засорение и проростание балласта. 3) Деформации скреплений: отжатие в сторону, изгиб, износ и окончательное повреждение (отломка головки) костылей, изгиб, износ и повреждение шурупов и болтов, изгиб, износ и перелом накладок, изгиб, износ, скручивание и излом подкладок. Наконец, 5) деформации земляного полотна, которые будут рассмотрены в

отделе III. Результатом неправильного положения различных элементов верхнего строения в плане являются уширения, с'ужения и искривления пути; результатом просадок пути—вертикальные толчки.

§ 6. Способы обследования деформаций.

Задачей наблюдающего за путем является содержание его в порядке и исправление повреждений, если таковые произошли и не удалось их предотвратить. Таким образом, прежде всего необходима проверка пути и выяснение, находится ли он в порядке и правильно ли он уложен. Проверка эта может быть произведена отчасти простым внимательным осмотром, отчасти путем инструментальной поверки помощью особых инструментов. Прежде всего поверяются правильность ширины колеи и надлежащий уровень рельсов. Правильность ширины колеи поверяется особым прибором, именно путевым шаблоном, а правильность высоты рельсов обычно помощью бруска, укладываемого поверх рельсов и уровня.



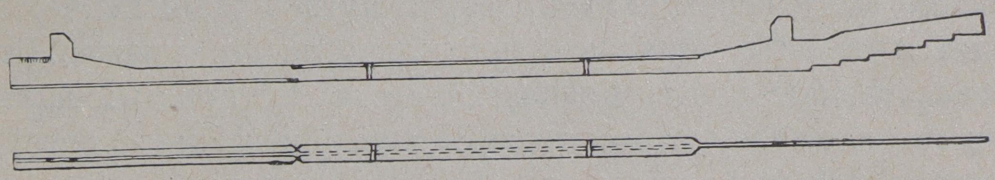
Черт. 8.

Шаблоны бывают различных систем. Примером простейшего из них может служит изображенный на чертеже № 8.

Деления на конце шаблона служат для определения величины отступлений от нормальной ширины колеи в 1524 м.м. Иногда оба прибора для определения ширины колеи и уровня рельсов соединяются в один, причем устраивается так, что по установке прибора можно прочесть в определенных мерах отступления от нормального положения пути: такое-то уширение или такое-то с'уженине пути и такое-то возвышение одного рельса над другим. Примером может служить шаблон, изображенный на чертеже № 9.

Существуют и другие системы шаблонов. Для того, чтобы помощью описанных выше шаблонов проверить путь, следует к каждому проверяемому месту прикладывать шаблон. Таким образом, поверка сопровождается постоянным прикладыванием и сниманием шаблона. Существуют и такого рода подвижные шаблоны, которые будучи уста-

новлены на рельсы передвигаются по ним на колесах и помощью особой стрелки, двигающейся по циферблату, показывают ширину пути, в том месте, по которому передвигается шаблон. Таким образом, идя по пути, передвигая перед собой шаблон и наблюдая за колебаниями стрелки, можно составить картину изменения ширины колеи на протяжении всего осмотренного пути без постоянного прикладывания и снимания шаблона. Прибор состоит из двух колесиков, вращающихся на оси, состоящей из полой трубки.

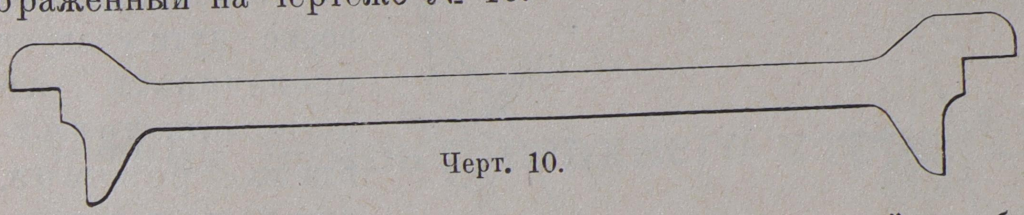


Черт. 9.

Колесики имеют реборды и, будучи установленными на рельсы, прикасаются этими ребордами к внутренним граням головок рельсов; плотность соприкасания достигается тем, что внутри полой оси помещается пружина, которая стремится раздвинуть колесики. К середине оси приделан циферблат, по которому двигается в ту или другую сторону, в зависимости от расстояния между колесиками, стрелка, известным образом соединенная с одним из колесиков (именно с подвижным, имеющим возможность двигаться вдоль оси). Таким образом, величина расстояния между колесиками или, другими словами, действительная ширина колеи может быть учтена в любой данный момент, в любом данном месте по показанию стрелки. Шаблон может быть передвигаем помощью приделанных к оси двух ручек. Таким образом, передвигая перед собой шаблон, можно проверить ширину колеи, идя по пути пешком, или проезжая на дрезине. Помощью аналогичных, но несколько более сложных подвижных приборов может быть проверено и возвышение головок рельсов. Существуют приборы, изображающие отступления от нормы в уровне рельсов и в ширине колеи графически на ленте бумаги в искаженном масштабе (Organ. 1879 стр. 259). Упомянутые выше приборы могут указать лишь на относительное возвышение одного рельса над другим. Если же оба рельса одной колеи просели (опустились) на одинаковую величину, оставаясь оба в одном уровне, то такую просадку

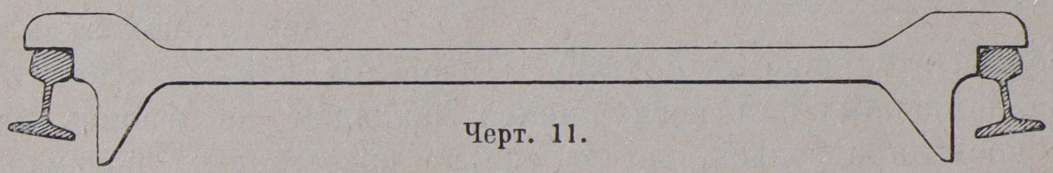
прибор уловить не может, но это легко обнаружить простым глазом, если стать сбоку и смотреть вдоль рельса. Кроме ширины колеи и возвышения рельсов поверяется правильность наклона рельса. Правильность наклона может быть поверена помощью особых шаблонов.

Примером такого шаблона может служить шаблон, изображенный на чертеже № 10.



Черт. 10.

При переуклоненном рельсе установленный шаблон примет положение, показанное на чертеже 11, именно верхняя боковая грань рельса будет касаться шаблона, а подошва рельса нет.



Черт. 11.

При разуклоненном рельсе, шаблон примет такое положение (см. черт. 12), при котором подошва рельса будет касаться, верхняя, боковая грань—нет.

Примером шаблона другого типа может служить шаблон, изображенный на чертеже 13.

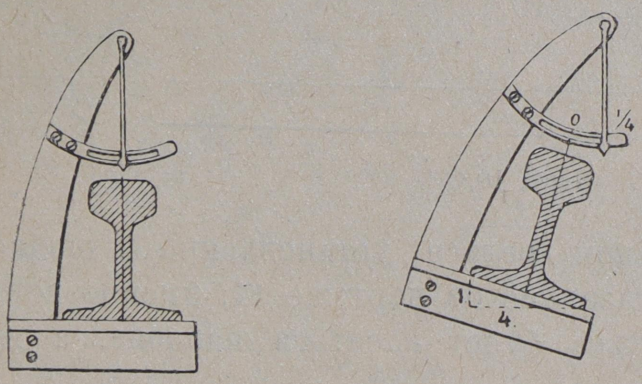


Черт. 12.

Если рельс уложен без наклона и, следовательно, подошва его горизонтальна, то и подведенная под подошву рельса горизонтальная полка шаблона примет также горизонтальное положение, а весок, всегда принимающий отвесное положение, будет перпендикулярен к нижней горизонт. полке шаблона и установится против нулевого деления верхнего сектора. При наклонном положении рельса весок отойдет от нулевого деления и чтение по сектору укажет величину наклона.

О наклоне рельса можно также судить по так называемому „накату“, т.-е. по блестящей полосе, образующейся

на головке рельса от качения по последней бандажей колес. При правильном наклоне рельса, соответствующем коничности бандажа, блестящая полоса должна проходить по середине головки; при переуклонке—полоса наблюдается ближе к наружной стороне и при разуклонке—к внутренней стороне головки рельса.



Черт. 13.

Затем, при проверке пути следует исследовать, не имеется ли лопнувших рельсов, или рельсов с изломами, или большим износом головки; нет ли лопнувших или сильно поврежденных накладок и болтов и хорошо ли подтянуты здоровые накладки; нет ли надломленных или погнувшихся накладок; не в'елись ли в последние рельсы, нет ли сильно сработанных, поломанных или совершенно отсутствующих костылей или шурупов, и достаточно ли прочно они держатся в шпалах. Затем освидетельствуют шпалы: не потрескались ли они, не прогнили ли и как они лежат на балласте. Далее наблюдают, нет ли угона рельсов. Наконец освидетельствуют состояние балласта и земляного полотна, а именно, сохранили ли они свои нормальные размеры (толщина и ширина балластного слоя, ширине бровки земляного полотна, нормальный уклон откосов), не засорился ли балластный слой, не пророс ли он травой и вообще достаточно ли он водопроницаем, не засорились ли водоотводные канавки. Об осмотре земляного полотна будет подробнее изложено ниже при рассмотрении вопроса о ремонте земляного полотна в отделе III. Кроме указанных выше способов обследований пути, таковые могли быть произведены при проезде в поезде, именно: стоя на площадке заднего вагона или на паровозе, можно по характерным толчкам заметить просадки пути, сдвижку его в сторону, перекосы и др., о чем будет подробно изложено при описании исправления толчков.

II. РЕМОНТ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ.

ГЛАВА IV.

Летний ремонт верхнего строения.

§ 7. Общие сведения о ремонте пути.

Замеченные при осмотре пути неисправности должны исправляться, путь должен ремонтироваться.

Подойти к вопросу о ремонте пути можно различными путями: или рассмотреть, как работает каждый элемент пути отдельно, какую борьбу он ведет с внешними силами, какие испытывает деформации, какого рода получает повреждения, как эти повреждения исправляются, т.-е. рассмотреть всю жизнь этого элемента, жизнь сложную и разнообразную и меняющуюся, например, в зависимости от времени года: так, исследовать, например, жизнь шпалы: как она работает летом при периодическом смачивании дождевой водой и последующем высыхании и при частых подбивках пути и перешивках и затем, как зимою при замерзании балласта; или можно рассмотреть согласованную работу группы элементов, например, рельсов, шпал и балласта, т.-е. всего верхнего строения, и рассмотреть их работу в разные периоды года. Останавливаясь на этом последнем способе, можно изучить работу элементов железнодорожного пути, рассмотрев эту работу в два различные периода, в течение которых работа этих элементов резко видоизменяется, именно в летний и зимний периоды. Приурочивая к этим двум периодам рассмотрение вопроса о ремонте пути, мы разделим этот вопрос на две части: летний ремонт пути и зимний, и в связи с такой классификацией посвятим вопросу о ремонте верхнего строения две главы: главу IV—летний ремонт верхнего строения

и главу V—зимний ремонт верхнего строения. Рассматривая вопрос о ремонте пути с других точек зрения, например, с точки зрения характера работ, различают ремонт текущий, состоящий в исправлении случайных повреждений отдельных составных частей пути и капитальный, состоящий в приведении в полный порядок всех элементов. С точки зрения протяжения, на котором производится ремонт, таковой можно классифицировать как сплошной, когда ремонт производится на протяжении целой версты и попикетный, когда на протяжении одного пикета (длиною в сто саженей).

Что касается до стоимости содержания пути, то в среднем за 1905—1914 годы расход на версту по сл. пути составляет 2070 рублей (см. доклад XXXIII с'езду сл. пути Манос'а И. Я.).

Переходя к рассмотрению вопроса о летнем ремонте верхнего строения пути, необходимо прежде всего отметить характерную особенность летнего пути, резко отличающую его от пути зимнего. Летом путь не скован морозом, не отличается жесткостью, как зимой, а более упруг: шпалы при проходе поездов дают заметную упругую осадку от сжатия упругого балласта и путь, действительно, представляет из себя путь на упругих опорах, как бы бесконечную ленту на упругом основании.

Рассмотрим теперь, как ремонтировать такой путь, при чем начнем с рассмотрения такого рода исправлений, которые не сопровождаются сменой поврежденных элементов новыми, а лишь приведением различных элементов в правильное положение. К такого рода работам относится прежде всего, так называемая „перешивка пути".

§ 8. Перешивка пути.

Обнаруженные при осмотре пути уширения или с'ужения колеи свыше допускаемой величины исправляются следующим образом: прежде всего необходимо выяснить причину обнаруженных уширения или с'ужения. Причинами таковых могут быть: 1) боковой сдвиг рельса по шпале, вследствие разработанности гнезд костылей, искривления, или совершенного отсутствия таковых. 2) переуклонки или разуклонки рельсов, 3) чрезмерной подбивки

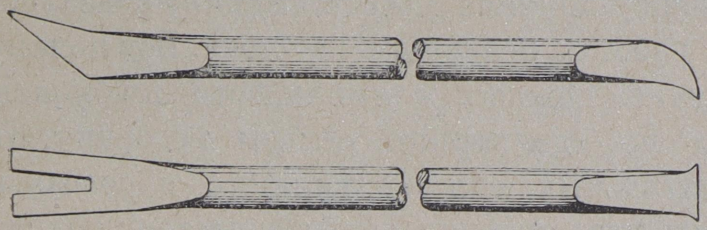
середины шпалы по сравнению с концами (уширение пути), 4) перекос шпал (с'ужение пути), 5) износ головки рельса и скручивание рельса.

Примечание: Бывали случаи обнаружения уширения путй без наличия какой либо из указанных выше причин. Причиной уширения (или с'ужения) оказалось применение на работах неверного шаблона. Вот почему необходима точная поверка правильности шаблонов. Что касается до сил, сдвигающих рельсы в сторону, то, помимо горизонтальных сил от виляния паровоза и других, причиной раздвижения рельсов бывало прохождение по путям подвижного состава с чрезмерно большим расстоянием между колесами.

Неправильность пути, вызванная первой из указанных выше пяти причин, исправляется помощью так называемой перешивки пути.

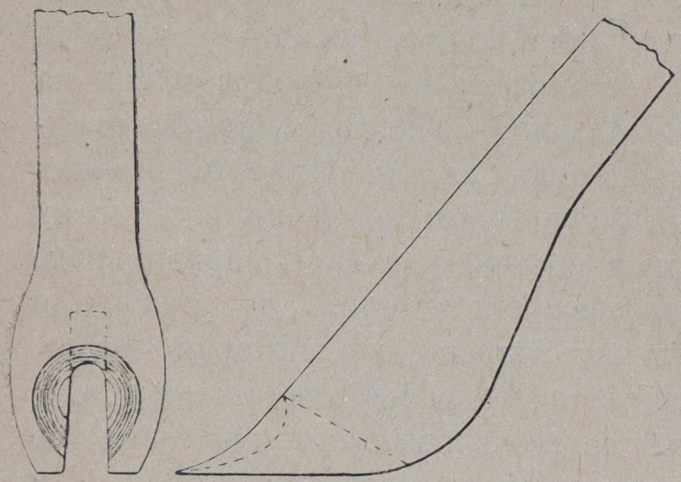
Выяснив, что причиной уширения является боковая сдвижка рельса по шпале, надлежит прежде всего установить, какая именно рельсовая нитка отошла в сторону от правильного положения. Это может быть легко обнаружено, если посмотреть на одну, а потом на другую нитку. Правильно лежащая рельсовая нитка представится нам в виде совершенно прямой линии (в прямых частях пути) или в виде плавной кривой (в кривых частях пути); нитка же отошедшая в сторону от своего правильного положения — в виде зигзагообразной линии. Эта последняя рельсовая нитка и подлежит перешивке, которая заключается в следующем: прежде всего рельс „расшивают", т. е. выдергивают прикрепляющие его костыли; при этом нужно иметь ввиду, что ввиду чрезмерного ослабления прочности пути не разрешается выдергивать единовременно костыли более, чем на трех шпалах (и при том только на одной нитке). Не все, однако, придают столь большое значение работе костылей. Например Кэмп (Camp) даже полагает, что в прямых частях пути они помогают удержать рельс на месте, главным образом, когда рельс не работает, когда он не нагружен поездом. Во время же движения поездов рельс удерживается, помимо своего соединения со шпалой, еще весьма значительными временными силами сцепления между рельсом и колесными скатами. (См. Notes on track,

изд. 1903 г., стр. 532; подлинные слова Кэмпа мы приводим ниже в § 15 о смене шпал). Вытаскивание костылей производится помощью изображенного на чертеже № 14, так называемого лапчатого лома или помощью инструментов, изображенных на чертежах 15 и 16.

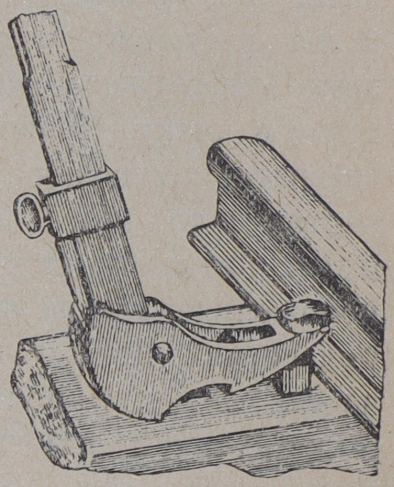


Черт. 14.

Если вытаскивают промежуточный костыль, то, поддев лапками лома под ушки костыля, нажимают на другой конец лома; при этом, по мере вытаскивания костыля, под конец лома подкладывают сначала костыль, а под конец процедуры иногда и костыльный молоток. Если вытаскивают стыковой костыль, то под бородку костыля поддевают плоским концом лома, а нажимают на лапчатый конец. После вытаскивания костыля забивается деревянная пробка, т. е.



Черт. 15.



Черт. 16.

колышек, обычно заранее заготовленный из пропитанного материала, длиною около 90 м/м. и несколько меньшего поперечного сечения, чем костыль (около 10 м/м. × 5 м/м.). Практика показала, что при больших, чем указанные, размерах пробок, при забивке в них костылей, может произойти растрескивание шпалы. Если пробки заранее не изготовлены, а делаются на месте работ из непропитанного материала, то желательно, во избежание их загнивания, окунать их в нефть или смолу. После забивки пробок на рельсы

укладывается шаблон и под подошву рельса, отошедшего от правильного положения, подводят один конец лома; нажимая затем на другой конец, сдвигают этот рельс в сторону, согласно указаниям шаблона настолько, чтобы ширина колеи получилась нормальная; после этого в поставленные пробки забивают костыли, причем, забивают одновременно и наружный и внутренний костыли поочередными ударами костыльного молотка. Помощью такой одновременной забивки внешнего и внутреннего костылей достигается отвесность забивки последних. Если костыль сломан и его нет возможности вытащить, то его продавливают внутрь шпалы и в отверстие забивают деревянную пробку. Новый костыль, в таком случае, забивается в шпалу в другом месте. При дубовых шпалах предварительно следует просверлить дыру для костыля. Если костыль отсутствует или вытащенный костыль сильно износился (со стороны соприкасания с рельсом он обычно перерезается подошвой рельса на известную глубину), то забивается новый костыль; если же костыль только изогнулся, то его следует выпрямить и вновь забить.

На месте производства работ, путь является более или менее, в зависимости от характера работ, ослабленным; если происходит, например, смена рельса, то прочность пути является настолько нарушенной, что по снятии сменяемого рельса и до установки нового, движение поездов должно быть прервано; если производится описанная выше перешивка пути, по месту работ пропуск поездов допускается. В виду указанного выше ослабления пути, место работ должно быть ограждено соответственными сигналами. Что касается до способа ограждения места работ сигналами, то нужно сказать, что в настоящее время, в связи с проектом новой сигнализации для русских жел. дорог, в Высшем Техническом Комитете Н. К. П. С. вырабатываются новые правила ограждения путевых работ.

Правила эти в настоящее время еще не введены. По вопросу о времени введения новых правил ограждения путевых работ XXXIII С'езд Инж. Сл. Пути вынес следующее постановление:

«Не отрицая рациональности новой системы ограждения путевых работ и желательности ее введения, С'езд

однако находит, что во избежание двойственности в толковании сигналов поездными агентами, частичное введение ее только в отношении путевых работ нерационально и может повлечь несчастные случаи, а посему полагал бы необходимым и возможным ввести новую систему ограждения путевых работ только одновременно с введением новой системы сигнализации в полном об'еме».

Согласно указанных новых правил, работы, которые требуют остановки, ограждаются переносными сигналами следующим образом:

В 50 метрах, с обоих сторон от препятствия, устанавливается красный щит (прямоугольник, окрашенный с обоих сторон в красный цвет), или развернутый красный флаг (а при отсутствии таковых быстрое кругообразное движение рукой или каким либо предметом, по возможности красным, или наконец, ряд следующих один за другим отрывистых звуков духового рожка или свистка, взрыв одной или нескольких хлопушек).

Ночью—красный огонь фонаря (а при отсутствии такового—кругообразное движение фонаря с каким либо огнем или просто светящимся предметом, например, горящим факелом, головней и т. п,; ряд следующих один за другим отрывистых звуков духового рожка или свистка, взрыв одной или нескольких хлопушек).

На расстоянии полной длины тормазного пути и не менее 700 метров от них устанавливается желтый щит—квадрат, окрашенный с одной стороны в желто-оранжевый, а с другой в белый цвет. Ночью—желтый огонь фонаря. Близ желтого щита укладываются хлопушки.

Работы, которые требуют только тихого хода, ограждаются так:

В 50 метрах, с обоих сторон от препятствия, устанавливается зеленый диск—круг, окрашенный с одной стороны в зеленый, а с другой—в белый цвет, или развернутый зеленый флаг (а при отсутствии таковых—медленное движение вверх и вниз одной вытянутой рукой или каким либо, кроме красного, предметом). Ночью—зеленый огонь фонаря, а при отсутствии его медленное движение вверх и вниз фонаря с каким либо, кроме красного, огнем или просто

светящимся предметом (например горящим факелом, головней и т. п.).

На расстоянии полной длины тормазного пути и не менее 700 метров от них устанавливается желто-белый щит —квадрат, окрашенный с одной стороны в желтооранжевый и белый цвета, в виде двух треугольников, соприкасающихся по диагонали, причем правый верхний треугольник желтый. Обратная сторона белая с черной диагональю.

Ночью—один белый, молочный огонь фонаря.

Пока эти правила в жизнь еще не вошли, приведем здесь ныне действующие, именно применявшиеся до сего времени правила на одной из наших железных дорог.

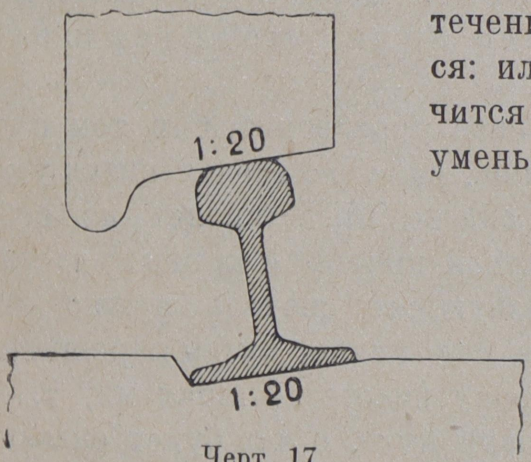
Перешивка пути ограждается одним зеленым сигналом, установленным на месте работ и передвигаемым по мере хода работ. Работа производится под наблюдением старшего или подстаршего рабочего.

Описанная выше перешивка производится в том случае, если, как мы видели выше, одна рельсовая нитка уложена правильно. Если же и она не представляет из себя прямой (или совершенно плавной кривой в кривых частях пути), а линию зигзагообразную, то сначала нужно эту нитку привести в правильное положение, путем перешивки или путем сдвижки ее в сторону вместе со шпалами, т. е. путем, так называемой, рехтовки пути, о чем будет сказано ниже, а затем уже произвести описанную выше перешивку второй рельсовой нитки. Рехтовка первой нитки (вместо перешивки) производится в том случае, если неправильность ее положения является результатом сдвижки ее вместе со шпалами, а не сдвижки по шпалам, вследствие отжатия костылей. Описанными выше способами, именно путем перешивки одной только рельсовой нитки, или путем перешивки обоих ниток или, наконец, путем перешивки одной и рехтовки другой нитки, исправляются уширения (или с'ужения) пути. А если бы путь по шаблону оказался верен (без уширения или с'ужения), и, в то же время, обе рельсовые нитки имели бы зигзагообразное направление, т. е. извилины одной рельсовой нитки в точности повторялись бы другой, то для уничтожения указанной неправильности нужно было бы произвести соответствующую сдвижку всего пути (обоих

ниток вместе со шпалами) в сторону, то есть рехтовку пути. Самый способ производства рехтовки опишем ниже; сначала же, рассмотрим как исправить уширение (или с'ужение) колеи, если оно вызвано следующей из указанных выше пяти причин, именно переуклонкой или разуклонкой рельса.

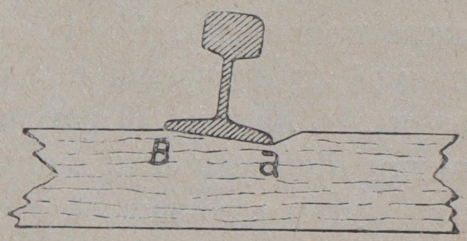
§ 9. Исправление переуклонки или разуклонки рельса.

Как известно, рельс укладывается на шпале с уклоном внутрь колеи от $^1/_{20}$ до $^1/_{15}$. Наклон устраивается для того, чтобы при конических бандажах достигнуть центральности передачи давления.



Черт. 17.

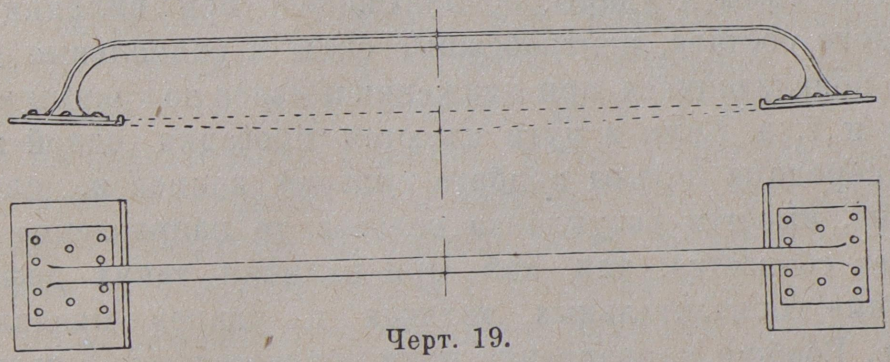
Правильный наклон рельса с течением времени может измениться: или увеличиться, причем получится переуклонка рельса, или уменьшиться—получится разуклонка рельса. Как переуклонка, так и разуклонка должны быть исправлены. Прежде чем приступить к исправлению указанных неправильностей, необходимо выяснить причину их появления. Причин этих может быть две: 1) или неравномерное смятие шпалы подошвой рельса—чрезмерное вдавливание внутренней грани подошвы рельса „а" (черт. 18), причем получается переуклонка рельса, или наружной грани „в", причем получается разуклонка рельса;



Черт. 18.

или 2) неправильная подбивка шпалы: если середина шпалы подбита сильнее, чем концы шпалы, получается разуклонка рельса; в противном случае переуклонка. Как обнаружить переуклонку или разуклонку помощью шаблонов или помощью наблюдения за накатом, описано в § 6. Исправление неправильного наклона производится следую-

щим образом: если неправильность наклона является результатом первой из указанных причин, именно неравномерное смятие шпалы и чрезмерное вдавливание в нее одной грани подошвы рельса, то поступают так: рельс расшивается, разбалчивается и снимается. По снятии рельса помощью французского топора исправляется неправильность затески шпалы. Работа производится под наблюдением дорожного мастера и ограждается красными сигналами: одним на месте работ и двумя на расстоянии 300 саженей (или 500 саженей—если путь к месту работ идет с уклоном равным или более 0,005); дается предупреждение—депеша начальникам станций с просьбой предупредить машинистов о соблюдении особой осторожности и об уменьшении скорости движения поездов. Если неправильность затески обнаружена на небольшом протяжении или на одной только шпале, то исправление может быть произведено помощью расшивки и выдвигания этой шпалы в сторону и исправлением затески таковой по особому шаблону, изображенному на чертеже 19.



Черт. 19.

Если причиной неправильности наклона рельса является неправильность подбивки шпалы, то должна быть исправлена таковая. Вопрос о производстве подбивки шпал будет подробно рассмотрен ниже при рассмотрении вопроса об исправлении толчков. Мы видели выше, что следующими после неправильности наклона рельса причинами уширения или с'ужения пути могут быть: чрезмерный износ головки рельса или перекос шпал; исправление может быть сделано помощью смены рельса и передвижкой шпал, о чем будет подробно сказано ниже при рассмотрении вопроса о смене рельсов и шпал. Если обнаружилось, что ни одна из вышеуказанных причин не имеется налицо, а уширение полу-

чилось от применения на работах неверного шаблона, то ясно, что такой шаблон должен быть из'ят из употребления. Правильность шаблонов должна периодически поверяться. Если выяснится, что уширение пути происходит от курсирования по путям подвижного состава с конструктивными неправильностями, выходящими за дозволенные пределы, то таковой состав не должен быть допущен к обращению.

§ 10. Рехтовка пути.

Выше, при рассмотрении вопроса о перешивке пути, мы видели, что если весь путь—обе рельсовые нитки вместе со шпалами, сдвинулись в сторону от своего правильного положения, или, как говорят, направление пути сбилось в сторону, то такая неправильность исправляется помощью так называемой рехтовки пути.

Причинами сдвижки пути в сторону являются: всякого рода поперечные, горизонтальные силы, как-то: горизонтальные силы и удары, появляющиеся при вилянии подвижного состава, центробежные силы и радиальные давления, появляющиеся при движении поездов по кривым частям пути и т. д. Если в пути имеются просадки одной нитки, или середина шпалы подбита сильнее концов и, следовательно, имеется разуклонка рельсов, то направление пути скорее сбивается, так как при наличии таких дефектов, влияние горизонтальных толчков и ударов проявляется резче. Вообще, направление пути сбивается тем больше, чем более ослаблен путь, например, весной во время оседания пучин или после различного рода ремонтных работ, например, после сплошной смены шпал, растревожившей постель шпал и т. д. *).

*) См. Gamp Notes on track. Chicago, 1903, page 529. „Путь более уклоняется в сторону там, где есть просадка одной рельсовой нитки, т.-к. при падении вагона в пониженную точку, путь бросает внаружу. Просадки на кривой более способствуют отклонению пути, чем на прямой. Более сильная подбивка средины шпалы, чем концов, сдвигает путь в сторону, в одном месте в одну сторону и в другом в другую. Неровности пути весной или при появлении пучин во время заморозков, или после под'емки толчков, или от просадок после смены шпал—также являются причинами плохого направления пути".

Рехтовка производится следующим образом: балласт перед торцами шпал с той стороны, в которую должна быть сделана сдвижка пути, отрывается. Рабочие, человек около 8, становятся по одному в каждом шпальном ящике, подсовывают под рельс один конец лома или деревянного кола и, нажимая на другой конец, по команде одного, наблюдающего за работой, сдвигают путь в сторону; становятся рабочие обычно спиной к тому направлению, в котором производится сдвижка.—Можно становиться и лицом. Рехтовка производится под наблюдением старшего рабочего, который становится на некотором расстоянии от рабочих над одной из рельсовых ниток и, смотря вдоль нее, руководит самой сдвижкой. Рехтовку производят всегда по одной определенной рельсовой нитке: на кривой—по упорной, на двухпутной линии—по наружной, а на однопутной—по какой нибудь одной рельсовой нитке. На прямой рехтовка производится на глаз. На кривой несколько точек следует проверить инструментом и между ними можно производить рехтовку на глаз. Поверить правильность кривой, величину ее радиуса проще всего по величине стрелы прогиба рельса. Производя сдвижку пути, рабочие постепенно передвигаются вдоль пути. Если сдвинуть путь в сторону требуется на значительную величину и без перерыва движения поездов, то сдвижка производится постепенно, сразу не более как сантиметров на 6 вдоль всего сдвигаемого пути; затем еще на 6 сантиметров и т. д. По окончании рехтовки торцы шпал должны быть засыпаны балластом точно также, как и дыры, куда втыкались колья.

Если рельсы лежат в притык один к другому без надлежащих зазоров, то может случиться, что при рехтовке и подаче пути в одну сторону, путь в соседнем месте выгнется в другую сторону. В таком случае необходимо предварительно произвести разгонку прозоров или вставить укороченный рельс.

Место работ ограждается одним зеленым сигналом, передвигаемым по мере хода работ.

§ 11. Разгонка прозоров.

Совершенное отсутствие зазоров, т. е. расположение рельсов один в притык к другому или, хотя и наличие за-

зоров, но величины ненормальной, не соответствующей данной температуре воздуха, получается вследствие так называемого угона рельсов, когда на каком либо участке пути рельсы сдвигаются вдоль пути в одну сторону, при чем сдвигаются или по шпалам или вместе со шпалами.

До настоящего времени полагали, что причинами такого угона являются: 1) появляющиеся при движении поездов горизонтальные продольные силы трения между рельсами и бандажами колес и 2) удары колес в торец головки рельса. Указанные силы трения, как бы прилепляя рельс к колесам подвижного состава, заставляют эти рельсы двигаться в направлении движения поезда и тем сильнее, чем больше сцепление между колесами и рельсами. Особенно сильное сцепление получается при скользящем трении, при наличии тормажения. Поэтому угон рельсов наблюдается, главным образом, на участках пути с уклонами, где поезда идут с тормажением. Ясно, что угон будет тем больше, чем тяжелее курсирующие поезда и чем количество этих поездов больше. Ясно также, что на горизонтальных площадках рельсы будут угоняться в грузовом направлении. Угон рельсов наблюдается и на кривых, где имеют место силы скользящего трения. Удары колес в противошерстный конец рельса, особенно сильные при разработанных и плохо подтянутых накладках, также способствуют угону. Если рельсы плотно прикреплены к шпалам, то может иметь место и сдвижка самих шпал вдоль пути, при том тем большая, чем хуже балласт и грунт полотна (например, глинистый).

В последнее время появилась новая теория, именно теория американского профессора Джонсона, об'ясняющая явление угона следующим образом:

„Рельс при сходе колеса со шпалы начинает прогибаться, причем удлиняются его нижние волокна на большую величину, чем этого требует криволинейность очертания прогнувшегося рельса. Это удлинение производит скольжение рельса по направлению движения по впереди лежащей шпале, где сопротивление трению меньше, ибо она менее нагружена колесом, катящимся к ней и находящимся во время увеличения прогиба на первой половине пролета. После перехода колеса на вторую половину пролета, прогиб

начинает уменьшаться, рельс укорачивается, и скольжение происходит по первой шпале, где трение меньше, тоже в сторону движения колеса, ибо теперь она меньше нагружена; таким образом, при проходе колеса последовательно через все шпалы, рельс изгибается и выпрямляется змееобразно и ползет вперед, выдвигаясь на впереди лежащих точках опоры и подтягиваясь на сзади лежащих". (См. доклад XXXIII С'езду Инж. Сл. Пути К. Э. Кюнера „Проблемы усиления верхнего строения пути в связи с явлением угона и действием температуры").

К. Э. Кюнер считает указанный выше изгиб рельса главнейшим фактором, создающим угон рельса; удар же колеса в противошерстный конец рельса фактором сравнительно ничтожным.

Некоторым подтверждением указанной выше теории проф. Джонсона может служить известное явление со сдвижкой вдоль пути мостовой фермы над подвижной опорой при проходе поезда по мосту; сдвижка эта является результатом удлинения нижнего пояса мостовой фермы, вследствие прогиба ее под тяжестью поезда. После прохода поезда ферма, удерживаемая неподвижной опорой, возвращается обратно.

Весьма интересны последние исследования К. Э. Кюнера, бросающие свет на сущность явления.

Подчеркивая оригинальность в высшей степени интересной и остроумной теории проф. Джонсона и обращая внимание на интереснейшее исследование К. Э. Кюнера и в тоже время, не отрицая наличия и других факторов, способствующих появлению угона рельсов, остановимся теперь на рассмотрении вредных последствий указанного угона рельсов и мер борьбы с ними. (См. доклад К. Э. Кюнера последнему С'езду Инж. Сл. Пути 1925 г. и статью его в „Железнодорожном Деле", август 1925 г.).

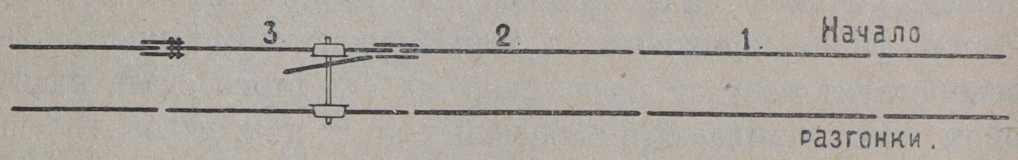
Известно, что отсутствие зазоров может быть сопряжено с опасностью схода поезда, т. к. при повышении температуры воздуха и удлинении рельсов, эти последние, при отсутствии зазоров и при наличии угона, могут искривиться и образовать уширение пути. Кроме того, угон рельсов, уничтожающий или уменьшающий зазоры в одном конце участка пути, этим самым увеличивает их в другом конце. Чрезмерное увеличение зазоров, как известно, вредно отзы-

вается на движении поездов. Посему при наличии угона рельсов должно быть произведено исправление пути, должна быть произведена, так называемая, разгонка прозоров и, кроме того, должны приниматься предохранительные меры против угона рельсов. Разгонка прозоров за границей обычно производится помощью особых приборов; так, например, в Германии помощью прибора Бауера (Bauersche Schienenrueker; см. A. Schau Der Eisenbahnbau Berlin 1920. стр. 104; или Organ 1888 стр. 295). Прибор состоит из винта с правой и левой нарезкой. На винт надеваются гайки, снабженные боковыми цапфами. Сняв стыковые накладки, указанные цапфы вставляются в дыры для болтов и, таким образом, укрепляются на двух соседних рельсах. Вращая винт в ту или другую сторону, можно раздвигать или сближать рельсы. У нас обычно разгонка производится следующим образом: прежде всего надлежит установить, с какого места начать производить разгонку. В одном конце участка, на котором имеет место угон рельсов, прозоры имеют минимальную величину и даже равняются нулю, если рельсы лежат в притык один к другому; это именно тот пункт, к которому рельсы сдвигаются. В другом конце участка, именно в том месте, от которого рельсы угоняются, прозоры будут иметь наибольшую величину. Ясно, что к этому месту должны быть сдвинуты назад ушедшие рельсы. Это и будет местом начала работ по разгонке прозоров. Самое производство работ заключается в фактической сдвижке рельсов по направлению к указанному месту начала работ. При этой сдвижке рельсов вдоль пути, они будут подвигаться над промежуточными шпалами и особых препятствий такому продвижению не встретят; что же касается до движения рельсов над стыковыми шпалами, то таковому продвижению они встретят препятствие, именно: если накладки фартуковые, то фартук накладки упрется в стыковую шпалу и не даст рельсу продвинуться над шпалой; если же накладка уголковая, то препятствовать продвижению будут костыли, забитые в шпунты накладки. Препятствие, оказанное фартуком, устранено быть не может, а потому при сдвижке рельса придется вместе с ним передвинуть и стыковую шпалу, для чего отрыть балласт с той стороны стыковой шпалы, в которую будет идти разгонка. Препятствие, ока-

занное уголковыми накладками, может быть устранено путем выдергивания стыковых костылей; при указанном выдергивании костылей из шпунтов накладок их следует забить рядом с накладками так, чтобы они, не препятствуя движению рельса по шпале, в то же время держали рельс, не давая ему возможности сдвинуться в сторону поперек пути. Устранив указанное выше препятствие, можно произвести самую сдвижку. Сдвижку производят сразу нескольких звеньев в зависимости от длины рельсов: при длине рельса в 10 метров—3 звена. Для этого надо эти три звена освободить от всех остальных последующих звеньев, именно: на одной половине накладок, соединяющих третье (от начала работ) звено с соседним четвертым звеном, разболтить болты (если накладки шестидырные, то три болта); чтобы разболченные половинки накладок не отошли в сторону, следует расшить их сбоку костылями так, чтобы эти накладки могли двигаться вдоль пути и в то же время держали рельс. Самая сдвижка может быть произведена различными способами. Обычно у нас производится так. На указанном выше третьем звене ставят скат от вагончика; на ось этого ската кладут боком так называемый „боевой рельс“ так, чтобы головка этого рельса касалась путевого рельса той самой рельсовой нитки, которая подлежит сдвижке, именно головку боевого рельса кладут на подошву путевого рельса за две шпалы до рельсового стыка между третьим и вторым звеньями. На этих двух шпалах вытаскивают внутренние костыли сдвигаемого рельса, вытаскивают для того, чтобы боевой рельс мог скользить по подошве передвигаемого рельса в пределах указанных двух шпал. Человек около 8 рабочих держат другой конец боевого рельса, откатывают его на скате назад и, затем, толкая и двигая боевой рельс вперед, сильно ударяют его головкой по накладке указанного выше стыка между третьим и вторым звеньями; произведенный таким образом удар в накладку заставит находящиеся впереди этой накладки два звена (второе и первое) и позади накладки третье звено подвинуться вперед и, таким образом, несколько уменьшить находящиеся впереди боевого рельса прозоры. (Черт. 20).

Ударов рабочие делают столько, чтобы прозоры уменьшились до требуемой нормальной величины. Величина тре-

буемого прозора, соответственно данной температуре, может быть измерена особыми прозорниками, заложенными в стыки между рельсами. При уменьшении прозоров впереди разболоченной накладки, очевидно, прозор у стыка, перекрытого этой разболаченной накладкой, увеличится; при этом может получиться, что величина прозора будет столь велика, что для пропуска поезда необходимо будет принять какие то меры предохранения от вреда, вызванного указанным увеличением; именно: если величина будет более 25 м/м., то в прозор следует заложить кусок рельса; для этой цели следует иметь особый набор головок рельса без пяты; иногда вместо этого забивают в прозор дубовые клинья. Когда при производстве работ дойдут до такого места, где стыки чрезмерно сближены, то там указанное выше увеличение прозора будет уже полезно. При указанном способе работ, очевидно, накладка, подверженная ударам боевого рельса, портится. Во избежание этого следует на время производства

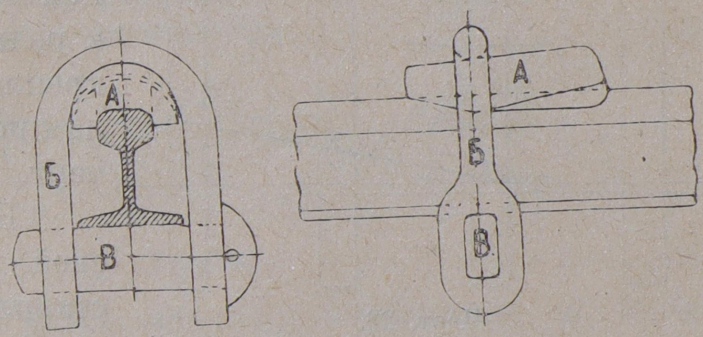


Черт. 20.

работ заменить путевую накладку, по которой ударяют боевым рельсом, специально для сего принесенной накладкой, которую по окончании работы на данном стыке, переставлять на следующие стыки по мере хода работ. Если угон рельсов произошел и на другой нитке, то и там точно также следует произвести разгонку прозоров и при этом стыки рельсов поставить по наугольнику. Мы видели выше, что вместе с рельсами приходится перегонять и некоторые шпалы. Для сего, ослабив костыли на такой шпале и отрыв балласт с той стороны шпалы и на таком протяжении, на которые требуется перегнать шпалу, производят эту перегонку ударом кувалды по шпале. Постановка стыков по наугольнику должна быть произведена, независимо от состояния прозоров, во всех тех случаях, когда забег одного стыка за другой превышает 15 сантиметров. При производстве работ по разгонке прозоров, вместе с передвигаемой рельсовой ниткой может передвинуться и один конец шпалы и вследствие

этого получится с'ужение или уширение пути (с'ужение в том случае, если получится забег одного конца шпалы за другой, т. е. перекос шпалы). Посему, при производстве разгонки прозоров необходимо путь проверять по шаблону. Кроме сего, при производстве разгонки прозоров, костыли могут расшататься; поэтому они должны быть добиты и, где нужно, перешиты с забивкой пробок. Если, вследствие сильного повышения температуры, ставшие в притык один к другому рельсы получили столь большое удлинение, что получилось искривление пути и опасное для движения поездов выпирание в сторону, то следует немедленно, не дожидаясь производства разгонки прозоров, произвести временное исправление пути устроив две обратные кривые в прямой части или сдав кривую в сторону в кривой части пути; после этого уже приступить к разгонке прозоров. Разгонка прозоров производится под наблюдением дорожного мастера и ограждается тремя красными сигналами: одним на месте работ и двумя другими, установленными с двух сторон от места работ на расстоянии от 300 саж. до 500 саж., в зависимости от уклона пути (500 саж. при сплошном уклоне в 0,005 и более). Кроме сего, дается предупреждение об уменьшении скорости движения поездов.

Кроме указанного выше способа производства разгонки прозоров, таковая может быть произведена помощью нижеследующего прибора Дедюлина: на рельсы накладывают стальной клин А, поверх него надевают железный хомут Б и закрепляют последний помощью чеки В.

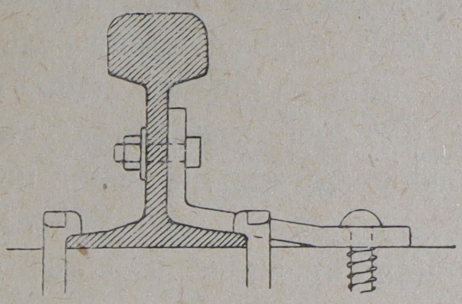


Черт. 21.

Ударяя по клину боевым рельсом, положенным боком на скат вагончика, подобно тому, как это описано выше, производят сдвижку рельса.

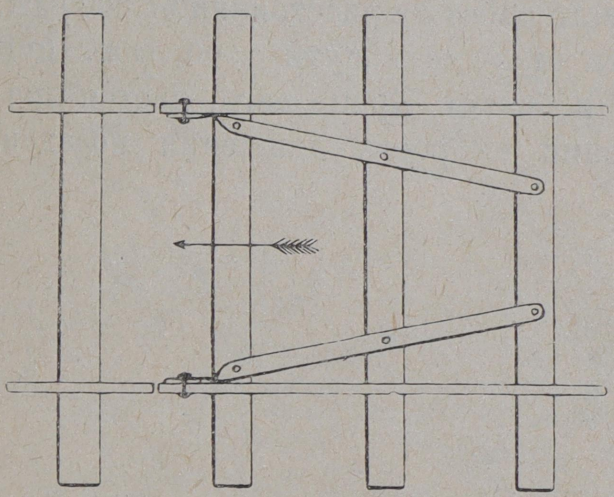
Указанные оба способа, обычно употребляемые у нас до сего времени, отличаются тем недостатком, что удар передается рельсам не центрально. Указаннного недостатка

лишен прибор системы инженера И. В. Попова, предложенный им в 1922 г. XXXIII С'езду Инж. Сл. Пути (см. доклад „Механический износ шпал, меры борьбы с ним в связи с усилением закрепления рельса к деревянным шпалам применительно к верхнему строению русских железных дорог").



Черт. 22.

Помимо производства разгонки прозоров и перегонки стыков, необходимо принимать меры в предупреждение самого появления угона. Меры эти бывают самые разнообразные. Для предупреждения угона рельсов могут служить нижеследующие приспособления, имеющие целью перенести действие угоняющих сил с рельса на шпалы: 1) изображенная на чертеже изогнутая плоская накладка, одним концом прикрепленная к середине рельса, а другим к шпалам (см. черт. 22).



Черт. 23.

2) Изображенное на чертеже полосовое железо, изогнутое таким образом, что одним концом оно прибалчивается к рельсу, а другим прикрепляется к трем шпалам помощью ершей (см. черт. 23).

На Рязано - Уральской ж. д. таких полос ставилось на 0,008 уклона 40 пар на версту.

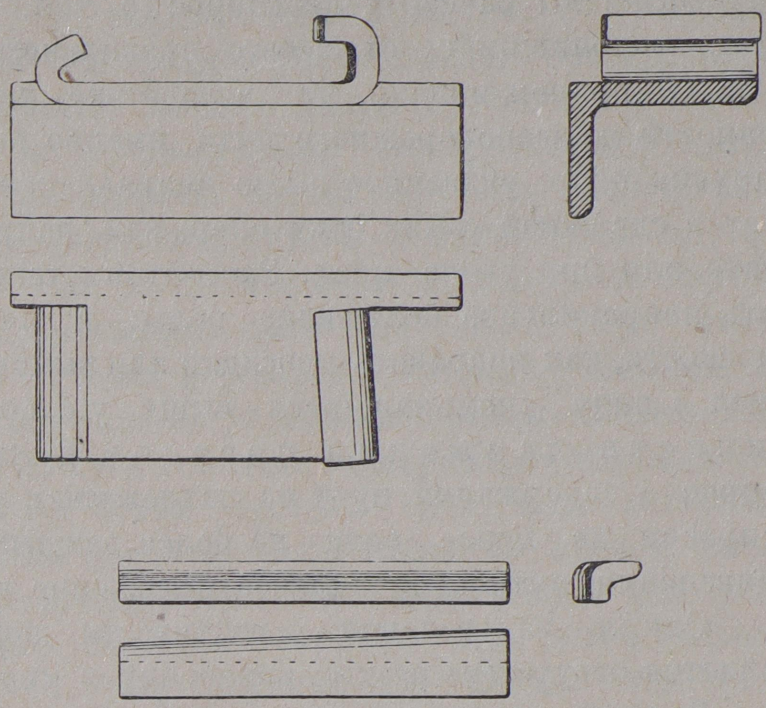
3) Нижеследующее приспособление, применяемое на германских жел. дорогах, изображено на чертеже 24 и 25.

Прикрепление указанного приспособления к подошве рельса делается помощью клинообразного вкладыша, без применения болтов и, следовательно, без ослабления рельса, что имеет место в изображенных выше двух употребляемых у нас приспособлениях.

Против угона шпал могут служить: 1) распорки между шпалами, уложенные согласно чертежа 26.

2) Железные уголки или деревянные 1½ вершковые доски, прибитые сверху шпал вдоль пути и др.

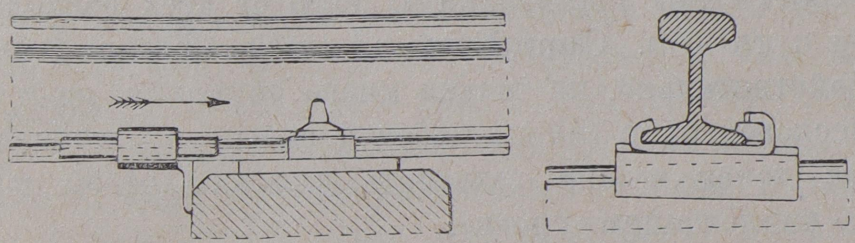
Нужно заметить, что угон шпал бывает гораздо меньше при щебеночном балласте, чем при песчаном.



Черт. 24.

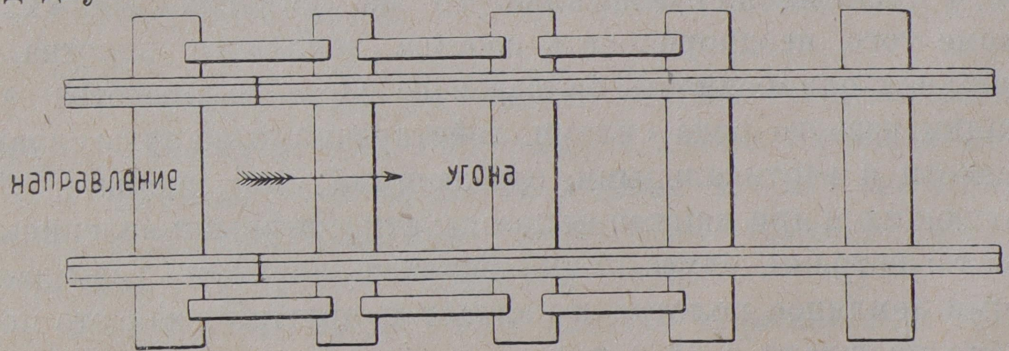
XXXIII С'езд Инж. Служ. Пути, имея в виду указанное влияние щебня на угон, постановил:

„Признать желательным, чтобы железные дороги, обладающие достаточными средствами, применяли щебеночный



Черт. 25.

балласт, однако не менее, чем под 4 шпалами и именно под двумя стыковыми и двумя примыкающими к ним".



Черт. 26.

§ 12. Исправление ненадлежащего уровня рельсов.

Выше мы рассмотрели вопрос о том, как исправить путь, отклонившийся от своего правильного положения в плане, причем видели, что вследствие характерной особенности железнодорожного пути, именно подвижности его упругих опор, указанное выше исправление иногда достигается сдвижкой самих этих опор, как, например, при рехтовке или при угоне шпал. Рассмотрим теперь, как исправить неправильное положение рельс в вертикальной плоскости, как исправить просадки или выпучивания пути.— Имея в виду упоминавшиеся выше условия устойчивости движения поездов нужно сказать, что вопрос о содержании пути на надлежащем уровне является вопросом не менее, если не более важным, чем вопрос о приведении пути в правильное положение в плане.

Одним из условий устойчивости движения поездов, является отсутствие резких изменений в уровне рельсов.

Вопросу этому должно быть уделено серьезное внимание.

Расходы на этого рода работы согласно данных, взятых из практики, как европейских, так и американ. железных дорог, составляют значительную долю от всех расходов по ремонту пути (См. Camp Notes an track, Chicago 1903, стр. 519). Действительно, не только много внимания, но и много фактического труда (много рабочей силы), а следовательно и много денег нужно затратить для того, чтобы держать путь на надлежащем уровне.

Основной причиной неправильного положения железно-дорожного пути в вертикальной плоскости, именно появления осадок пути, является характерная особенность этого пути, именно основание его на упругих опорах и, кроме того, неоднородность состава земляного полотна и неполная однородность балластного слоя. Вызываются эти осадки разного рода силами, действующими на путь: силами тяжести и вертикальными, слагающими сил инерции, появляющихся при движении поезда; атмосферными явлениями, как-то: ветрами, сдувающими балласт, ливнями, размывающими земляное полотно и балласт и другими, как это подробно изложено в §§ 3 и 4.

Осадки пути бывают самые разнообразные. Дать осадку может только один конец одной только шпалы, а, следовательно, вместе с тем одна рельсовая нитка на самом незначительном протяжении—над осевшим концом шпалы. Может просесть вся шпала, оба конца ее и, следовательно, обе рельсовых нитки на небольшом протяжении. Может просесть один конец шпалы под одной рельсовой ниткой, и один конец другой, соседней или вблизи расположенной шпалы, под другой, ниткой. Наконец, описанные выше просадки могут иметь место не на одной, а на нескольких шпалах. Каждый из описанных случаев вызовет различные вредные последствия для двигающегося поезда и железнодорожного экипажа (вагона или паровоза). Когда просела одна или несколько шпал целиком (оба конца шпалы), тогда оба колеса ската опускаются вниз и получается так называемый „прямой" толчек: вагон как бы ныряет: сразу опускается обоими сторонами и потом сразу поднимается. Когда осел один конец одной шпалы (или несколько шпал) под одной рельсовой ниткой, одна сторона вагона идет плавно, а другая, на месте осадки пути, опускается и, пройдя просадку, вновь поднимается—получается „односторонний" толчек. Когда осел один конец шпалы (или нескольких шпал) под одной рельсовой ниткой, а затем, на следующей шпале (или на следующих шпалах) другой конец под другой рельсовой ниткой, то сначала опускается одна сторона вагона, а другая идет плавно; затем опустившаяся сторона поднимается и идет плавно и опускается другая сторона вагона—получается так называемый „перекос", т. е. односторонний толчек сначала на одной рельсовой нитке, а затем односторонний толчек на другой. Это наиболее вредный и беспокойный толчек: вагон качает и даже бросает из стороны в сторону.

По величине толчки бывают также весьма разнообразны: толчки мелкие, при осадках пути величиной около 1 сантиметра на протяжении до 3 шпал, и более значительной глубины и на большом протяжении—толчки, которые могут дойти до целой просадки пути.

—Вредное действие толчков выражается в нижеследующем: при наличии толчка колесо движущегося эки-

пажа сильно ударяет в рельс, отчего получается: 1) смятие и расплющивание рельса. Особенно сильные получаются удары и, следовательно, особенно проявляется их вредное действие в самом слабом месте рельса, именно—в его стыке; здесь особенно сильно рельсы сминаются, получаются рельсы с битыми концами. Зимой, когда путь замерз и упругость опор уменьшается, удары получаются более жесткие, и рельсы от этих ударов иногда даже лопаются. 2) износ скреплений: износ и обрыв болтов, износ и излом накладок, перегиб и перелом подкладок, износ костылей. 3) смятие шпалы и 4) вредное действие на подвижной состав. Во избежание указанных вредных явлений толчки должны быть исправляемы.

Обнаружить толчек можно различными способами: односторонний толчек—прикладыванием рейки с уровнем или наклонившись к рельсу и проглядывая поверх головки вдоль рельсовой нитки, или просто стоя на пути и смотря перед собой вдоль пути, или, наконец, с поезда: стоя на площадке заднего вагона, легко ощутить, как одна сторона вагона опускается вниз на месте осадки. Прямой толчек можно обнаружить всеми описанными выше способами, кроме прикладывания рейки с уровнем. Перекос, состоящий из двух односторонних толчков, обнаруживается также, как вообще односторонний толчек и ясно ощущается с поезда. Если оседающая во время прохода поезда шпала, после прохода поезда, поднимается вместе с рельсом до своего нормального положения, то такого толчка, так называемого потайного, заметить глазом помощью описанного выше визирования вдоль пути нельзя. Такой толчек может быть обнаружен или с поезда, или по трещинам в балласте около шпалы, или после дождя по характерным следам песка, выдавленного из под шпалы при проходе поезда.

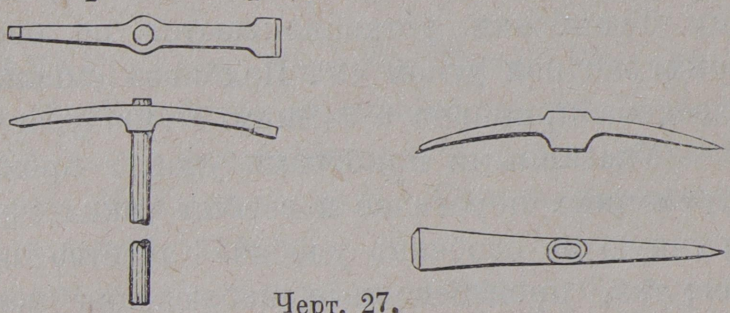
Исправляются толчки следующим образом:

Обрыв балласт с боков шпалы и с торца на глубину до подошвы шпалы (см. Schau стр. 104), сначала подвешивают шпалу, т. е. поднимают ее, нажимая на один конец лома, подсунутого другим концом под торец шпалы и упертого в положенную около торца шпалы подкладку (доску). Если осадки значительные, то подвешивание производится помощью ваги, подсунутой одним концом под рельс около шпалы и упертой в подкладку из куска шпалы; на другой

конец ваги нажимают человека 3 рабочих. Перед вывешиванием следует подбить костыли. Иногда подвешивание вместо ваги производится помощью путевого домкрата (при больших просадках). После этого производится самая подбивка шпалы. Два или четыре рабочих становятся с боков шпалы и сначала подбивают под шпалу балласт торцевыми подбойками сразу с двух сторон. Затем подбивают моховыми подбойками или кирками (см. чертеж 27).

Подбойщики должны подбивать обязательно одновременно друг против друга. Сначала подбивают шпалу близ рельса, а затем середину шпалы, причем середину шпалы следует подбивать несколько слабее. Сильная подбивка середины шпалы может быть причиной разуклонки рельса.

Мелкие толчки подбиваются моховыми подбойками без подвешивания шпалы.



Черт. 27.

Под'емка пути делается с некоторым запасом (от 2 м/м. до 10 м/м.), имея в виду, что после прохода поезда путь несколько осядет. За величиной поднятия следит наблюдающий за работами, визируя на-глаз, наклонившись к рельсу и проглядывая по головке рельса.

Работа производится под наблюдением старшего или подстаршего рабочего; место работ ограждается зеленым сигналом, поставленным на месте работ. Хорошая подбивка определяется тем, что при ударе молотком о шпалу получается тупой не гулкий звук, а также и тем, что, отрыв около шпалы балласт в отвес, пробуют подсунуть под шпалу палец, при этом балласт не должен поддаваться.

Помимо указанной ручной подбивки шпал употребляется и механическая подбивка, как-то: пневматическая, (помощью сжатого воздуха) или помощью силы электричества.

Пневматическая подбивка шпал была испытана на американских железных дорогах близ Нью-Йорка (см. Engineering News, December 17; 1914; Tamping track with air power, и дала хорошие результаты. Прибор напоминает

механическую трамбовку и состоит из цилиндра, внутри которого помощью сжатого воздуха двигается поршень, соединенный помощью вертикального стержня с наконечником—лопатой, помощью которой и производится самая подбивка балласта. Прибор имеет две ручки, держа за которые рабочий устанавливает его в надлежащее положение. Помощью рукава цилиндр соединяется с пневматической машиной, передвигающейся по рельсам на особой тележке. Помощью особых приспособлений 4 рабочих могут снять тележку с пути в 45 секунд.

Для подбивки одной шпалы нужно иметь две трамбовки, они должны работать единовременно. Вес трамбовки около 1 пуда. Каждая трамбовка управляется одним рабочим. Трамбовки устанавливаются по обе стороны шпалы примерно под углом 45°. Подбивка шпалы может быть произведена примерно в 2 минуты (400 ударов в минуту).

Указанными приборами удобно производить подбивку стрелочных переводов и вообще таких мест, где подбивка вручную не особенно удобна. Качество подбивки прекрасное; так, произведенные наблюдения над осадкой шпалы после 6 месяцев интенсивного движения дали следующие результаты:

Максимальная осадка.		Минимальная осадка.		Средняя осадка.	
При ручной подбивке.	При механической подбивке.	Ручная.	Механич.	Ручная.	Механич.
0,116 дюйм.	0,063 дюйм.	0,018 дюйм.	0,004 дюйм.	0,067 дюйм.	0,033 д.

В среднем в день можно подбить около 300 шпал. Стоимость подбивки около 4 копеек одной шпалы. (Стоимость работы в ручную около 2 копеек).

Вышеизложенное приводит к заключению, что механическая подбивка отличается:

а) высоким качеством работы,

в) скоростью работы,

с) возможностью производства в неудобных местах.

Не отличаясь абсолютной дешевизной, механическая подбивка дает лучшие результаты.

В России пневматическая подбивка была применена на одном из участков пути Московско-Казанской железной дороги.

(См. статью Б. Н. Веденисова в Технике и Экономике от 23 ноября 1923 г.).

Распространения механическая подбивка у нас в России не получила.

Описание способа подбивки помощью силы электрической (системы Collet, примененной во Франции на жел. дор. P. L. M.) сделано в Engineering News, Iune 23.1904, и в статье инж. Л. М. Лангада: „Механизация путевых работ".

Проф. С. Д. Карейша указывает, что механическая подбивка при щебеночном балласте не дает хороших результатов.

(См. доклад XXXIII С'езду Инж. Сл. Пути. Настоящее состояние вопроса об устройстве земляного полотна и верхнего путевого строения на основании данных, представленных девятой сессии Международного Железнодорожного Конгресса в Риме в апреле 1922 г.).

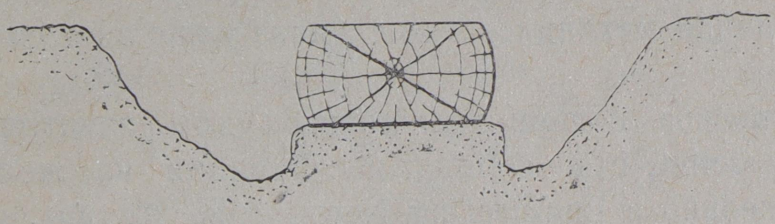
По новейшим опытам в Америке, именно на дороге New Jork Cenral, электрическая подбивка шпал обходится дешевле ручной на 50%, а пневматическая на 70% (см. Engineering News 1916 г. № 11).

Наоборот, опыты на Прусско-Гессенских жел. дор. в Германии с электрической подбивкой говорят за то, что особенных преимуществ ни экономических, ни технических, указанная подбивка не дает (Organ 1914 г. № 24; проф. Оппенгейм „Успехи заграничной техники" 1923 г. стр. 228).

Согласно данных международного Конгресса в Риме в 1922 г. в Англии механическая подбивка (пневматическая и электрическая) распространяется весьма медленно и там предпочитают подбивку ручную.

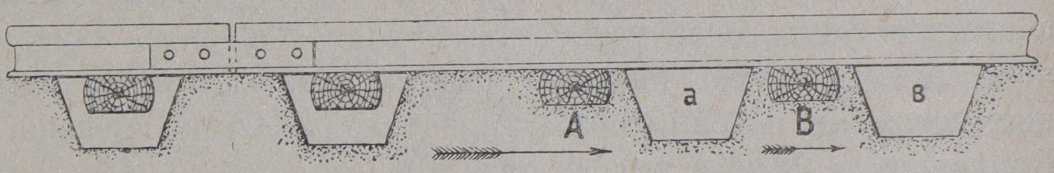
Выше мы видели, что подбивка делается с некоторым запасом, расчитывая, что проходящими поездами путь обдавится и шпала ляжет на надлежащую высоту. Если запас сделан черезчур большой и, даже после прохода поездов, шпала лежит выше надлежащего уровня, то поступают так: шпалу обрывают, как это показано на чертеже 28, и кувалдой ударяют по шпале; балласт из под шпалы высыпается в стороны и шпала опускается.

Если нужно опустить не одну шпалу, а весь путь на известном протяжении, то, при опускании его на глубину до 10 сантиметров, можно произвести опускание способом, описанным выше: вместо ударов кувалдами по шпале по обрытому пути пропустить тихим ходом паровоз. Если нужно опустить путь на глубину до 50 сантиметров,



Черт. 28.

то можно поступить так: обрыть стыковые шпалы примерно на половину всей глубины опускания, вынув балласт и из под подошвы шпалы, как показано на чертеже 29.



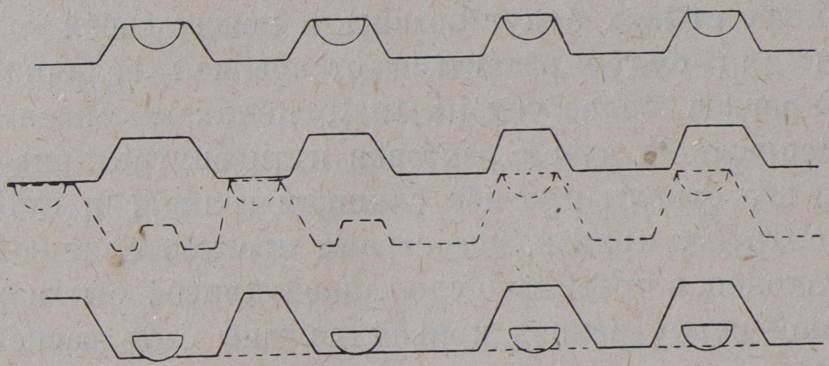
Черт. 29.

Промежуточные шпалы А, В и т. д. не обрывают, а вынимают балласт из ящиков между ними; затем сдвигают промежуточные шпалы в вырытые канавки а, в и т. д. и путь опускается, таким образом, на половину требуемой величины. Чтобы опустить его на полную величину, еще раз обрывают стыковые шпалы и опять вырывают канавки между сдвинутыми промежуточными шпалами; теперь эти канавки будут расположены в тех местах, где сначала лежали промежуточные шпалы до их опускания. Опять сдвигая промежуточные шпалы в новые канавки, т. е. сдвигая в обратном направлении, заставляют весь путь еще опуститься. Схема этой работы изображена на чертеже 30.

Если требуется путь опустить больше, чем на 50 сантиметров, то нужно весь путь разобрать, снять, сделать необходимую выемку и затем уже в нее уложить путь.

Сплошная под'емка пути. Если требуется поднять весь путь на значительном протяжении и на значительную высоту, то поступают так: произведя предварительно разгонку прозоров и установив стыки по наугольнику и шпалы по рейке (на должном расстоянии шпалу от шпалы)

и, добив костыли, забивают у каждого стыка колышки с обозначением требуемой высоты под'емки. Высота под'емки стыка определяется снесением отметки с колышка, помощью рейки и уровня, а середины звена—визированием на стыки.— Сразу под'емку можно произвести на высоту не более, как на 10 сантиметров, даже лучше не более 6 сантиметров. (См. Schau стр. 104). Поднятые части должны быть сопряжены с неподнятыми, помощью отводов с уклоном не $>$ 0,005 на прямой и не $>$ 0,003 на кривой (Schau рекомендует под'емку в 30 м/м. разогнать на протяжении одного звена; см. стр. 104). Самая под'емка помощью ваги и подбивки производится согласно вышеизложенного при описании исправления толчков. Сначала поднимают стыки, затем середину



Черт. 30.

звена и, наконец, промежуточные точки звена. После под'емки каждого звена делается отвод к неподнятой части. Если под'емку нужно сделать на большую высоту, то таковую делают в несколько приемов: сначала поднимают путь на всем требуемом протяжении на 10 сантиметров, затем опять на всем протяжении еще на 10 сантиметров и т. д.

После окончания работы по под'емке в течение недели, особенно внимательно следят за путем и исправляют толчки. Работа производится под наблюдением дорожного мастера с артелью около 15 рабочих. Работы ограждаются тремя красными сигналами. Дается предупреждение о тихом ходе.

§ 12. Исправление пути в кривых.

В кривых частях пути делается, как это известно из курса железных дорог, уширение колен и возвышение наружного рельса. Если ширина колен и возвышение наружного рельса в кривой не соответствуют установленной на

дороге норме, такие неправильности должны быть исправлены теми же способами, как и в прямых частях пути (перешивка, подбивка и друг.). Кроме сего, кривая должна быть вполне плавной, радиус кривой на всем протяжении должен быть однообразный—не должно быть резких изменений радиуса на различных звеньях.

Величина радиуса кривой на различных звеньях поверяется по величине стрелы прогиба. Величины стрел прогибов могут быть измерены помощью особых шаблонов или весьма просто—путем натяжения тонкой бичевки между двумя соседними стыками (или через один стык) и измерением величины стрелы прогиба по средине звена (или в среднем стыке) помощью линейки. Если измереняя стрелы прогиба в соседних стыках будут розниться между собой более, чем на 10% или будут розниться от средней величины всех стрел прогиба более чем на 10%, то такая кривая должна быть исправлена путем рехтовки пути внутрь кривой в тех местах, где стрелы прогиба слишком велики, и путем рехтовки внаружу кривой, где стрелы прогиба слишком малы.

Наконец, в правильно уложенной кривой стыки рельсов наружной и внутренней кривой должны быть расположены по направлению радиуса кривой (забег должен быть не больше определенной величины, указанной на утвержденном чертеже, например, не более 25 м/м.), для выполнения этого условия во внутренней кривой через известные промежутки укладываются укороченные рельсы (например, укороченный рельс на 50 м/м. короче нормального).

Если забег стыков превышает установленную норму, то положение стыков должно быть исправлено способами, указанными при рассмотрении вопроса о разгонке прозоров.

Переходные кривые должны быть уложены согласно утвержденного чертежа: ординаты отдельных точек переходной кривой должны отвечать указанным на чертеже или в таблице величинам.

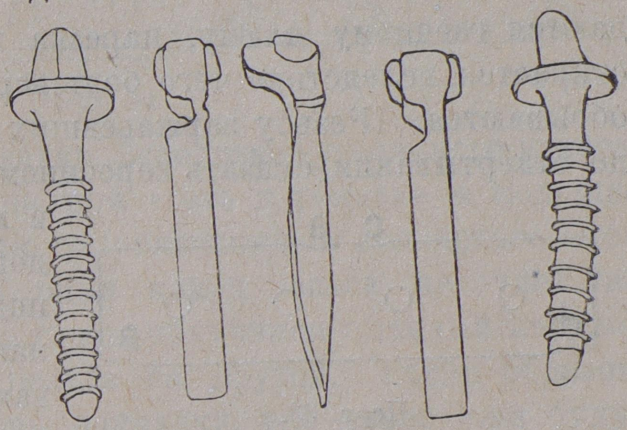
Поверка этих ординат в натуре может быть сделана путем провешивания прямой линии от точки начала переходной кривой по направлению прямого пути и путем промеров расстояния определенных точек переходной кривой от провешенной прямой линии. Имеющиеся неправильности исправляются путем рехтовки. Неправильности положения

переходной кривой и вертикальной плоскости исправляются способами, указанными при рассмотрении вопроса об исправлении неправильного положения рельса в вертикальной плоскости в прямых частях пути.

Поверка и исправление переходных кривых могут быть удобно произведены помощью прибора Н. В. Харламова и Н. И. Иорса. (См. Харламов Н. В.—Содержание рельсового пути и переводов, изд. 1923 г., стр. 89).

§ 13. Смена скреплений.

Выше мы рассмотрели производство работ по исправлению неправильного положения в плане и в вертикальной плоскости элементов верхнего строения, без замены самих элементов новыми. Рассмотрим теперь, как произвести работу по смене различных элементов верхнего строения в случае повреждения и значительного износа их.

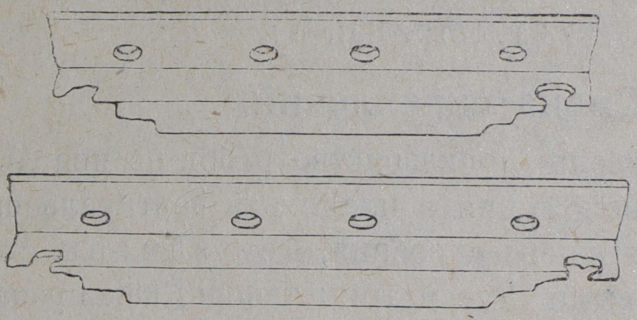


Черт. 31.

Скрепления: костыли, шурупы, болты, подкладки и накладки изнашиваются, главным образом, в тех местах, где происходит трение металлических частей между собой или где между соприкасающимися металлическими частями, при отсутствии нагрузки поездом, образуется зазор, а, при проходе поезда, взаимное соприкосание и удар, как, например, между наклонными плоскостями соприкасания «ав» между нижней гранью головки рельса и верхней гранью накладки (см. чертеж № 2). Повреждения костылей заключаются, в столь сильном изгибании, что их невозможно выпрямить, в износе, выражающемся, главным образом, в перетирании их подошвой рельса, накладкой или подкладкой, и, наконец, в отламывании головки. Примером износа костылей и шурупов может служить износ около 5 м/м. глубиной, изображенный на чертеже 31.

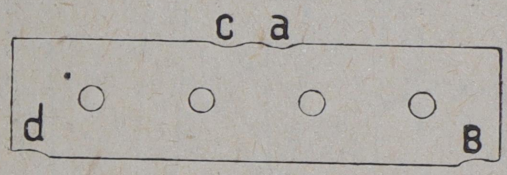
Первоначальные размеры костыля были 15×15. Такой износ получился после службы костыля в течение 9 лет,

при обращении в среднем 1.500 осей в сутки и при общем пробеге около 35.000.000 тонн груза за все время работы костыля. Путь был уложен на слабом уклоне, где имел место угон рельсов. Костыли были забиты в шпунты накладок. Концы полок накладок частью сильно износились (см. чертеж 32), частью совсем оторвались (см. чертеж 33).



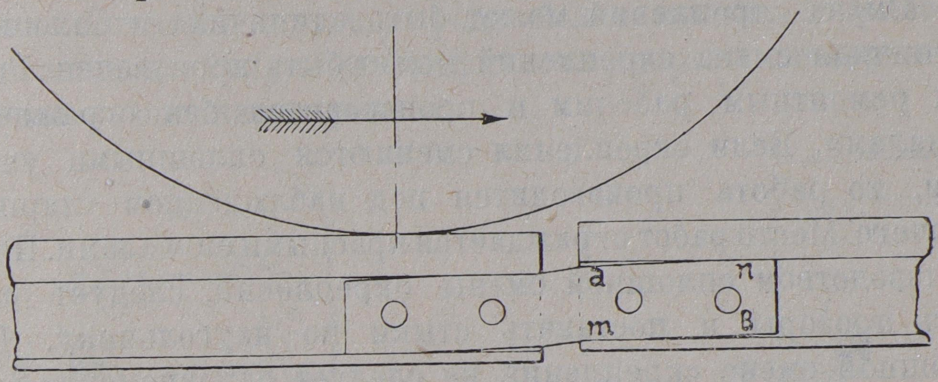
Черт. 32.

Шурупы также изгибаются, изнашиваются — толщина стержня их уменьшается, нарезка повреждается, срабатывается. Повреждения болтов заключаются в том, что они ржавеют и не поддаются гаечному ключу, нарезка их срабатывается, шпунт стирается, вследствие чего болт вертится, и, наконец, иногда обрываются. (Резьбу заржавевших болтов полезно за сутки до отвертывания смазать керосином или нефтью). Подкладки в месте соприкасания с подошвой рельса стираются, подкладки изгибаются и, наконец, иногда переламываются. Что касается, наконец, до стыковых накладок, то деформации их несколько более сложные: они изгибаются, скручиваются; в местах соприкосновения с рельсом, костылем, шурупом или подкладкой—изнашиваются; шпунт их, как мы видели на изображенном выше чертеже, обрывается; полки иногда обламываются и, наконец, сами накладки иногда лопаются. Что касается до износа их в местах соприкасания с рельсом, то износ этот неравномерен по всей поверхности соприкасания, а более значителен в определенных местах, и именно в частях „а“ и „в„ (см. черт. 34) по нижеследующей причине: колесо при движении своем в направлении, указанном стрелкой,— заставит опуститься пошерстный конец рельса (черт. 34.); опускающаяся и изгибающаяся при этом накладка в пункте „а“ несколько отойдет от головки противошерстного рельса, образуя



Черт. 33.

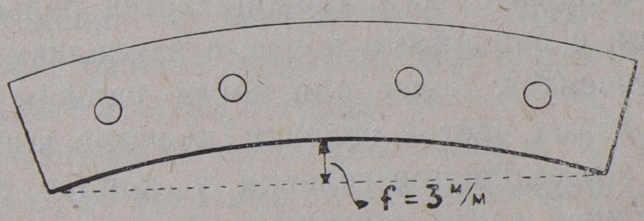
там небольшой зазор; точно также отойдет от подошвы рельса в точке „в“, также образуя зазор; в точках „m“ и „n“ будет плотно прилегать к рельсу (см. чертеж). При вступлении колеса на противошерстный конец рельса, этот последний внезапно опустится, причем в местах „а“ и „в“, где был зазор, произойдет толчек, удар, обусловливающий износ рельса в указанных точках и износ тем более сильный, чем больше будет удар. При движении колеса в обратном направлении, будут изнашиваться соответственные



Черт. 34.

места другого конца накладки. Вследствие указанного износа, накладки не будут плотно прилегать к головке и подошве рельса по всей плоскости соприкасания, а вследствие этой неплотности прилегания один конец рельса не будет так связан с другим концом, чтобы получился плавный переход колеса с одного конца рельса на другой. Таким образом, чем более будут изношены накладки, тем менее они будут отвечать своему назначению и при известной величине износа должны быть заменены другими, здоровыми накладками.

Можно указать на одну из паллиативных мер борьбы с указанным износом, именно на применявшийся Шпитцем в Австрии во время минувшей войны способ исправления старых изношенных плоских накладок: накладки, нагретые до красна, несколько изгибались по шаблону. Стрела прогиба равнялась (черт. 35.) около 3 м/м. Изогнутая таким образом накладка устанавливалась и помощью ударов кувалды заго-



Черт. 35.

нялась на место. Изогнутая накладка, с известным усилием установленная на место, представляла из себя как бы пружину, которая плотно зажималась между головкой и подошвой рельса, и, таким образом, достигалось плотное соприкасание в изношенных местах. Указанный способ изгиба изношенных плоских накладок (но только изгиба в холодном состоянии) давно (лет десять), как применялся у нас на одной из наших железных дорог и давал при плоских накладках удовлетворительные результаты.

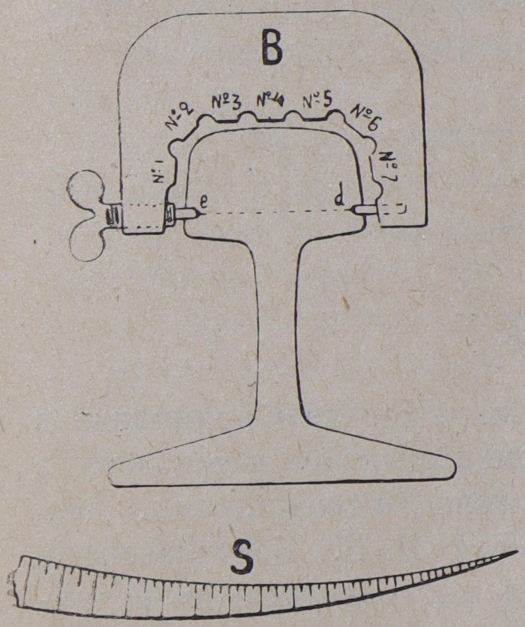
Смена скреплений может быть единичная и сплошная. Единичная смена скреплений может быть произведена опытным ремонтным рабочим и производится без ограждения сигналами. Если скрепления сменяются сплошными участками, то работа производится под наблюдением старшего рабочего. Место работ ограждается красными сигналами. Перед производством сплошной смены скреплений, следует разогнать прозоры и поставить стыки по наугольнику. При сплошной смене скреплений не следует одновременно разбалчивать и снимать накладки на двух стыках, лежащих один против другого на двух рельсовых нитках.

§ 14. Смена рельсов.

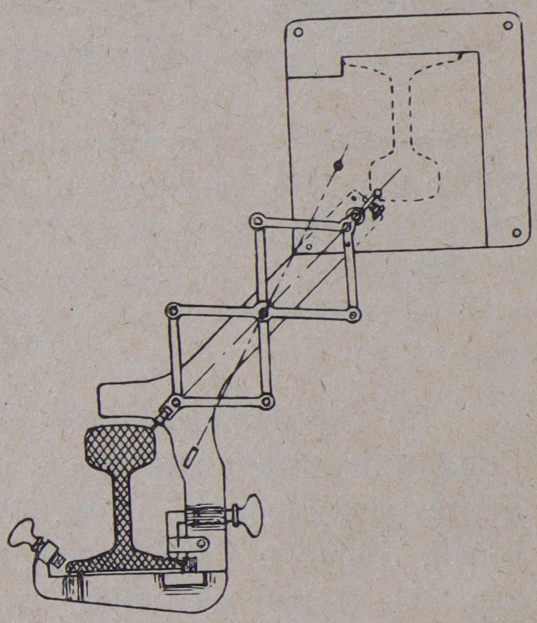
Смена рельсов диктуется наличием разного рода серьезных повреждений или превосходящих допускаемую норму износов рельсов. К числу серьезных, опасных для движения поездов повреждений можно отнести: перелом рельса, отламывание головки, продольные трещины в головке, сильные искривления рельсов, неподдающиеся исправлению помощью пресса. Изнашивается рельс в местах соприкасания с бандажами колес, с накладками и подкладками. Сюда относятся: более или менее равномерный износ верхней и боковых частей головки, местные выбоины в головке, смятие и сплющивание головки у концов рельса, местный износ нижней части головки в местах соприкасания с накладками, износ и выкалывание подошвы в месте соприкасания с подкладкой. Наибольшая величина допускаемого равномерного износа по длине рельса принимается равной 6 м/м., местной выбоины—2 м/м. и расплющивания у головки рельса—5 м/м. Один милиметр износа получается при пробеге около 10 миллионов тонн груза. Если допускаемый износ—6 м., то

рельс может выдержать пробег в 60 миллионов тонн. При пробеге в год около 3-х миллионов рельс может служить 20 лет.

Измерение величины износа головки рельса может быть произведено различными приборами. Примером одного из таковых может служить изображенный на чертеже 36. Вставляя пластинку S между головкой рельса и хомутом B, можно по этой заранее калибрированной пластинке прочесть величину износа в различных точках поперечного сечения рельса. Помощью другого рода более сложных приборов можно прямо получить графически чертеж поперечного сечения изношенного рельса.



Черт. 36.



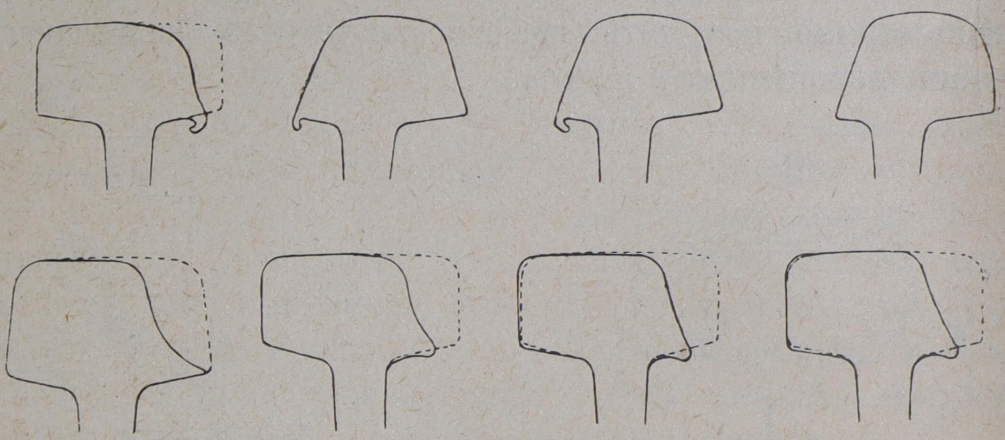
Черт. 37.

Подобный прибор схематически изображен на чертеже 37. Примером величин износов рельсов в кривых могут служить нижеследующие поперечные сечения, изображенные на чер. 38.

Причинами указанных выше повреждений и износов рельсов являются: 1) рассмотренные выше вертикальные и горизонтальные удары и силы трения, появляющиеся при движении поездов, 2) качество материала рельса, 3) род верхнего строения пути и качество его содержания и 4) состояние погоды. В самом деле: причинами, например, излома рельса обычно бывают помимо сил, действующих на рельс, раковины и плохая прокатка рельса; плохое содержание пути, например, небрежное исправление пути при появ-

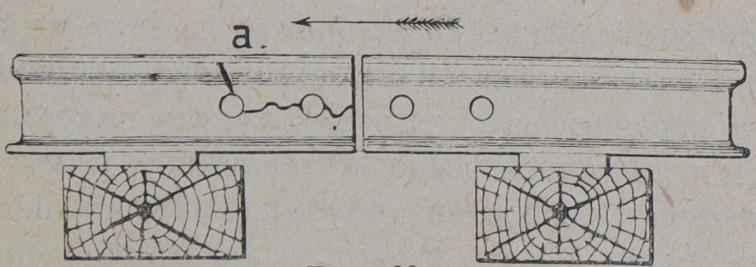
лении пучин; плохое содержание стыков, особенно перекрытых недостаточно мощными накладками на плохом балласте; сильные морозы и резкие колебания в температуре.

„Рельсы особенно склонны лопаться в очень холодную погоду. Одной из причин этого является то, что грунт в различных местах поднимается неодинаково и основание для рельса становится неэластичным и неровным; другой причиной—то, что понижение температуры делает металл хрупким„. (См. Camp. Notes on track, стр. 517).



Черт. 38.

По наблюдениям Северной ж. д. короля Фердинанда в Германии отношение числа изломов в январе к таковому в марте равнялось 30: 1 (см. Содержание и Экспл. жел. дор. Блюм, Борис и Баркгаузен, перевод Н. Б. Богуславского, стр. 87). Нужно заметить, что изломы сравнительно с другими причинами смены рельсов играют маловажную роль.



Черт. 39.

Причинами сильных износов рельсов могут служить наличия уклонов, требующих тормажения поездов и наличие крутых кривых. В стыке часто наблюдаются отколы противошерстного конца „а“ рельса, изображенного на чертеже 39.

Каковы бы то ни были причины указанных выше повреждений или превосходящих допускаемую норму изно-

сов, рельсы с таковыми повреждениями и износами должны быть сменены. Смена рельсов бывает одиночная и сплошная. Если в каком нибудь месте обнаружен рельс с каким нибудь из указанных выше недостатков и один этот рельс сменяется, то это будет, так называемая, одиночная смена рельсов. Если же сменяются сплошь все рельсы на данном участке пути, например, на данной версте, хотя бы и не все они были повреждены, то это будет сплошная смена рельсов.

Что касается до одиночной смены рельсов, то она может быть внезапной. Если, например, путевой сторож заметил в пути лопнувший рельс или рельс с отломом головки, то он должен немедленно принять все меры к неотлагательной смене такого рельса, предварительно оградив его надлежащими сигналами (тремя красными сигналами и петардами).

Если сменить рельс немедленно не представляется возможным, например, вследствие неимения вблизи от лопнувшего рельса, рельса здорового и, если, в то же время, нежелательно задерживать остановившийся у лопнувшего рельса поезд, то таковой можно пропустить по этому рельсу, но лишь после принятия нижеследующих мер: подложив под рельс в месте его перелома кусок шпалы длиной около 1 метра или подведя под него соседнюю шпалу и прибив рельс к шпале костылями или перекрыв место перелома рельса стыковыми накладками, просверлив для сего в рельсе необходимые дыры.

Если смена рельса и остановившийся поезд, как указано выше, задерживаются неимением поблизости здорового рельса и, в то же время, из'ян поврежденного рельса так велик, что по нему нельзя пропустить поезда, например, откололся целый кусок головки рельса, то можно поступить и так: снять временно с пути рельс позади остановившегося поезда и им заменить лопнувший рельс и пропустить по нему поезд.

Самая смена рельса производится следующим образом: прежде всего нужно заметить, что поврежденный рельс следует сменять не совершенно новым рельсом, а снятым с пути во время сплошной смены, но годным для укладки в путь; это делается потому, что концы совершенно нового рельса по высоте не будут соответствовать концам

соседних рельсов, уже пролежавших известное время в пути и имеющих некоторый износ. Подвезенный рельс укладывается рядом со сменяемым внутри колеи. Поврежденный рельс разбалчивается; снимаются накладки и вытаскиваются внутренние костыли; рельс выкантовывается внаружу колеи и вместо него вдвигается новый рельс; надеваются накладки; рельс сбалчивается сначала на 2 болта и через шпалу пришивается костылями (после этого можно пропустить поезд); затем рельс сбалчивается на все болты и забиваются все костыли.

Если между сменяемым рельсом и соседним с ним совершенно отсутствуют прозоры, то нужно сначала сделать разгонку прозоров, а затем сменять рельс, т. к. в противном случае может случиться, что, по снятии поврежденного рельса, соседние рельсы сдвинутся вдоль пути и новый рельс не войдет между сблизившимися соседними рельсами. Вот почему не рекомендуется производить смену рельсов в самое жаркое время дня.

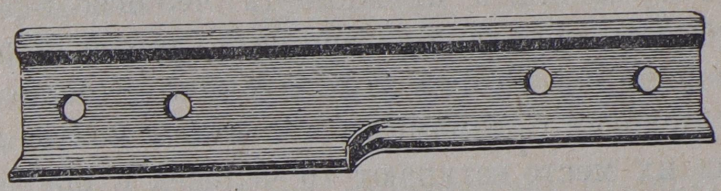
Место работ ограждается тремя красными сигналами и петардами. Дается предупреждение о тихом ходе поездов.

Сплошная смена рельсов делается обычно в том случае, если лежащие на данной версте рельсы заменяются рельсами другого типа или, если число подлежащих единичной смене рельсов достигает значительной величины (от 20% до 50%).

Перед сплошной сменой рельсов необходимо произвести разгонку прозоров и поставить стыки по наугольнику. Самая работа по сплошной смене рельсов производится также, как и единичная с тою лишь разницею, что сменяют сразу несколько рельсов—целую ленту в 4 или 5 звеньев, заранее соединенных новыми накладками и болтами; если при этом новые рельсы другой длины, чем старые, то нужно во вновь укладываемой ленте взять столько рельсов, чтобы длина этой ленты равнялась длине сменяемой ленты, например, если рельсы длиной в 28′ меняется на рельсы длиной в 35′, то длина четырех новых рельсов именно 35×4=140 фут. будет равняться длине пяти старых, именно 28×5=140 фут. Если длины рельсов таковы, что такой кратности добиться нельзя, то приходится употреблять рубку—укороченные

рельсы, заранее вычисленные и изготовленные. Вместо рубок можно пользоваться стрелочными перьями, а именно: пята пера соединяется помощью накладок с новыми рельсами, а острие прикладывается к несколько отогнутому внаружу старому рельсу, и в таком положении пришивается костылями.

Ясно, что при новых рельсах другой длины, чем старые, стыки придутся на новых местах и посему необходимо произвести перегонку шпал. Отметив на шейке новых рельсов краской места расположения новых шпал, отрывают шпальные ящики и ударами кувалд перегоняют шпалы на новые места и затем шпалы тщательно подбивают. При сплошной смене рельсов обычно производится и смена скреплений.



Черт. 40.

Если новые рельсы не только другой длины, чем старые, но и другого типа, то в местах соединения старого рельса с новыми приходится применять особые переходные накладки, изображенные на чертеже 40 такой формы и так изогнутые, чтобы верхняя и внутренняя боковая поверхность головки рельса старого были расположены в одних плоскостях с соответственными поверхностями нового рельса.

Так как ширина подошвы и размеры накладок рельсов нового типа отличны от таковых старого, то при смене рельсов приходится вытаскивать костыли не только с внутренней, но и с наружной стороны рельса.

Для успешного хода работ полезно брать большую партию рабочих человек в 40—50. Распределение их ролей можно сделать так, как это указано А. Н. Стахановым в сделанном им нижеследующем описании работ. См. Верхнее строение железнодорожного пути и его ремонт; стр. 157.)

„Для смены целой версты в 1 день, когда стыки уже перегнаны по наугольнику и прозоры передвинуты, а равно щебень открыт, надо взять 50 человек;—их распределяют так: 3 с сигналами, 3 развертывают старые стыки и двигают вагончик с переходными накладками и кусками рельсов разной длины, 12 человек расшивают, 12 человек с топорами

зачищают лежки, уширяя их соответственно с увеличением размера подкладки, и забивают шпонки, 6 человек выкантовывают старый рельс и на его место ставят новый; они же следят за тем, чтобы у надетых на рельс противоугонных скоб не выпадали клинья, 10 человек с молотками шьют новые рельсы и 4 человека свертывают стыки. Работа идет так: сначала первая партия идет с разболчиванием и расшивкой, причем сразу захватывают 5 звен 4-х саженных старых рельсов или 4 звена пятисаженных; как только эта партия окончила дело с одной лентой и перешла к другой, так сюда ставятся 12 человек, которые в места выдернутых костылей вкладывают шпонки; лишь только они вложили шпонки, 6 человек с ломами выкантовывают наружу старую ленту и опять прежние 12 человек с топорами начинают сбивать подкладки, зачищать лежки и раскладывать новые подкладки. Когда эти закончили, подходят опять прежние 6 человек с ломами и вставляют новую ленту; они уходят; на их место вступают 10 человек с шаблонами и молотками шить новую колею, а 4 с ключами завертывают болты на стыках".

Работа по сплошной смене рельсов ведется под наблюдением дорожного мастера. Место работ ограждается тремя красными сигналами: одним на месте работ и двумя на расстоянии 300 или 500 саж. (в зависимости от уклона) и петардами, именно, по 3 петарды у красных сигналов: одну у самого сигнала, другую в 10 саж. и третью в 15 саж. Дается предупреждение о тихом ходе со скоростью 15 верст в час.

Если со сменой рельсов предполагается и сплошная смена шпал, то сначала делается смена рельсов, а потом шпал и так делается потому, что в противном случае пришлось бы портить новые шпалы, дважды забивая в них костыли сначала к старым рельсам, а затем к новым.

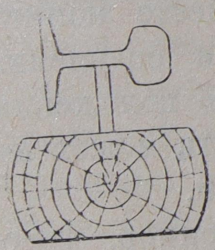
Заканчивая вопрос о смене рельсов, скажем несколько слов о так называемой перекантовке рельса и о выправке гнутых рельсов.

Перекантовка, это такое переворачивание рельса, при котором внутренняя, износившаяся поверхность его становится наружной. Такую перекантовку легко сделать, пользуясь следующим простым приспособлением, изображенным на чертеже 41 и состоящим из куска шпалы со вбитыми в

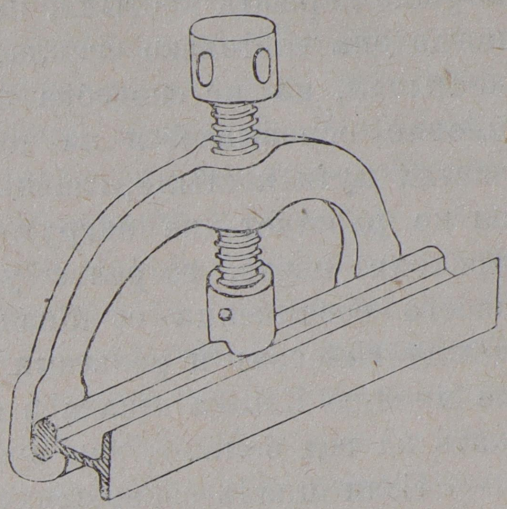
нее штырем, на который укладывают рельс и затем легко его поворачивают.

Выправка гнутых рельсов в пути может быть исполнена ручным прессом, изображенным на чертеже 42.

Рельс расшивают на 3 шпалах; на рельс накладывают изображенный на чертеже ручной пресс и, действуя им, выправляют рельс. В виду указанной выше большой хрупкости металла во время морозов, не рекомендуется делать выправку рельса зимой.



Черт. 41.



Черт. 42.

Работа по выправке ведется под наблюдением старшего рабочего и ограждается красными сигналами.

§ 15. Смена шпал и смена брусьев на мостах.

А. Смена шпал.

При производстве смены шпал прежде всего необходимо выяснить, какие шпалы требуется сменить или, другими словами, какие шпалы могут быть еще оставленными в пути, т. е. до какой степени они износятся, если их оставить в пути еще на год и не достигнут ли они за этот период той степени повреждений, которая может уже угрожать опасностью для движения. Вопрос этот—вопрос очень важный и очень сложный. Правильное разрешение его весьма затруднительно, и, обычно, разрешается он самым различным образом, как вследствие суб'ективности взглядов на этот предмет различных лиц, так и вследствие того, что внешний вид лежащих в пути шпал часто бывает обманчив, вследствие неравномерности и неидентичности гниения и износа шпал по всей поверхности, небольшая часть которой к тому же закрыта балластом и недоступна для поверхностного осмотра. Примером суб'ективности взгляда на данный вопрос может служить хотя бы

нижеследующее, не всеми разделяемое положение, высказанное Кэмпом (см. Camp Notes on track изд. 1903 г., стр. 532), а именно, что работоспособность шпалы, лежащей на кривой, кончается с того момента, как она теряет способность хорошо держать костыли, шпала же на прямой лишь тогда, когда она настолько сгнила, что уже не только не держит костылей, но не способна дажа поддерживать рельс; такое мнение основывается на том соображении, что в прямых частях пути костыли, главным образом, держат рельс, когда он не работает—не нагружен поездом; когда же по нему проходит поезд, то рельс удерживается на месте помимо своего соединения со шпалами еще и силами сцепления между колесами и рельсами. На основании этого положения, по мнению Кэмп'а шпала в прямых частях пути может лежать на год больше, чем в кривых частях пути.

Если шпала совершенно повреждена, например, треснула, или так сильно сгнила, что не способна держать рельса, или, если шпала, уложенная на кривой, не способна держать костылей, то ясно, что такую шпалу следует сменить, и здесь разных мнений быть не может. Но, если она не обладает столь ясными признаками своего нездоровья и, во всяком случае, достаточно здорова, чтобы в данный момент отвечать своему назначению, но в то же время уже настолько повреждена, что нельзя сказать с уверенностью, что после дальнейшего повреждения в течение предстоящего года она будет еще способна отвечать своему назначению в течение всего этого года, то тут могут быть разные мнения, и в настоящее время нет способов, нет приборов, помощью которых можно было бы совершенно безошибочно ответить на данный вопрос.

Чтобы подойти к более или менее правильному разрешению указанного вопроса, необходимо прежде всего уяснить, *какого рода повреждения* бывают у шпал и *какими причинами* вызываются эти повреждения.

Все испытываемые шпалами повреждения могут быть разделены на две группы: на *гниение* и на *механический износ*.

Гниение происходит вследствие развития в шпале гнилостных процессов, причем быстрота этого развития зависит, как известно, от того, пропитана ли шпала или

нет и, если пропитана, то какого рода антисептиками, с одной стороны, и от качества материала шпалы, качества балласта и его содержания в порядке—с другой стороны. Ко второй группе повреждений относятся трещины шпал, износ шпалы в месте соприкасания с подошвой рельса или с подкладкой и разработанность гнезд костылей и шурупов. Трещины появляются при усушке шпал под действием палящих лучей солнца и от забивки костылей. Разработка гнезд костылей и шурупов является результатом действия горизонтальных сил, стремящихся отжать в сторону и выдернуть костыли и шурупы и результатом выдергивания и забивки вновь костылей при перешивках. Смятие шпалы и износ ее в месте соприкасания с рельсом и подкладкой происходит под действием как вертикальных, так и горизонтальных сил. Разработке гнезд костылей и износу плоскости соприкасания с рельсом способствуют гнилостные процессы, которые в свою очередь более энергично развиваются в этих местах, вследствие возможности застоя воды в указанных местах при неплотном прилегании костыля и рельса к шпале.

О б с л е д о в а н и е указанных выше поврежденний в настоящее время производится нижеследующим образом: степень загнивания шпалы определяется помощью ударов по шпале острым концом кирки или ломом, или по звуку, появляющемуся при ударе по шпале молотком: если шпала здоровая, то получается звонкий звук, а если гнилая, то глухой, тупой звук. Для того, чтобы определить, не сгнила ли нижняя постель шпалы, ее обрывают и осматривают. Степень механического износа определяется путем простого осмотра шпалы. Вышеизложенное показывает, сколь несовершенны применяемые ныне способы обследования шпал. Было бы желательно изобретение каких либо приборов или способов, помощью которых можно было бы более правильно и более точно определять состояние шпалы, например, способа вроде способа определения твердости металлов помощью шарика Брюнеля.

Намеченные к смене шпалы должны быть сняты и заменены другими, здоровыми шпалами. Смена шпал бывает одиночная и сплошная. С а м а я с м е н а шпал может быть произведена различными способами.

Одиночная смена шпал у нас обычно производится следующим образом: обрывают балласт против торца шпалы с той стороны, куда будут вытаскивать шпалу; выдергивают из сменяемой шпалы костыли и немного, на высоту, около 3 сантиметров, поднимают помощью лома рельсы над шпалой; при этом костыли в соседних со сменяемой шпалой предварительно несколько ослабляют для того, чтобы при указанном под'еме рельсов не потревожить, не поднять соседних шпал. После этого, помощью кирки, воткнутой острым концом в шпалу, вытаскивают ее из под рельса. Затем на место старой шпалы вдвигают новую, при чем, если эта новая по размерам несколько более старой, то приходится соответственно увеличивать гнездо шпалы, что нежелательно, так как сопряжено с расстройством постели шпалы; поэтому желательно, чтобы новая шпала подбиралась такого же размера, как и старая. После укладки новой шпалы на место проверяют правильность ее положения по длине рельса по отметкам, сделанным белилами на шейке рельса и пришивают костылями по шаблону, причем для более плотной забивки костылей, несколько поднимают, подваживают шпалу с концов. После этого вновь уложенную шпалу тщательно подбивают и укладывают балласт на место, добивают костыли на соседних шпалах. Кэмп полагает, что такой способ следует применять лишь при землистом, песчаном балласте (dirt ballast). Но такой наиболее быстрый способ смены шпалы непригоден при другом балласте, когда таковой может, осыпаясь, засыпать старую постель вытащенной шпалы. В таком случае Кэмп рекомендует применять следующий способ: вынуть балласт в соседнем, наиболее широком ящике на глубину несколько большую, чем нижняя постель сменяемой шпалы; затем выдернуть костыли, сдвинуть шпалу в вырытый ящик и вытащить старую шпалу, а на место нее через тот же ящик подвести новую шпалу. Если под сменяемой шпалой имеется просадка пути, то, выдернув из шпалы костыли, производят под'емку просадки и уже после этого сменяют шпалу, первым из указанных выше способов (см. Camp. Notes on track стр. 533). Как бы хорошо не была подбита шпала во время смены, после прохода поездов, она может дать осадку и посему в течение первых дней после смены должно

наблюдать за положением вновь уложенной шпалы и при просадках подбивать ее.

Одиночная смена производится под наблюдением артельного старосты (старшего рабочего).

Место работ ограждается тремя зелеными сигналами—одним на месте работ и двумя на расстоянии не менее 150 саженей. Дается предупреждение об уменьшении скорости движения поездов.

Два рабочих могут сменить в сутки около 8 шпал.

Сплошная смена шпал обычно производится в том случае, если на данном участке имеется подлежащих смене шпал от 25% до 50%. Сплошная смена может быть произведена на всей версте или попикетно. Перед сплошной сменой следует произвести разгонку прозоров и поставить стыки по наугольнику, сделать на внутренней стороне шейки рельсов белилами разметку шпал, развести и уложить вдоль пути шпалы, сделать запас балласта для пополнения недостающего. Самое производство работ по сплошной смене шпал таково же, как и при одиночной; при этом нужно только иметь в виду, что единовременно вынимать на одном рельсовом звене разрешается лишь одну шпалу; выдергивать же костыли не более, как на двух шпалах и то при условии, чтобы между такими шпалами было не менее двух шпал с полным количеством костылей. Прежде всего сменяются стыковые шпалы, а затем промежуточные.

Место работ ограждается тремя красными сигналами и петардами. Дается предупреждение о тихом ходе поездов. Работа производится под наблюдением дорожного мастера. Работа производится артелями (артели три). Каждая артель становится через звено одна от другой. В артели человек около 8 рабочих.

Распределение работы между рабочими может быть различное, так например: 1) двое рабочих отрывают балласт, расшивают шпалы и вытаскивают их; 2) двое подводят новую шпалу и пришивают ее по шаблону; 3) четверо подшастывают новую шпалу лопатами и торцовыми подбойками, а затем подбивают маховыми подбойками; или распределение делается иногда такое: сначала все рабочие отрывают балласт; затем, разбившись на партии, два рабочих расшивают и вытаскивают шпалы, два рабочих под-

водят новую шпалу и пришивают ее; два рабочих подбивают шпалу. Возможны и другие способы распределения работы.

К концу дня путь должен быть приведен в полный порядок. Тем не менее ночью путь ограждается зелеными сигналами. Вообще, в течение, примерно, дней 10 после сплошной смены шпал необходимо внимательно следить за состоянием пути; производить подбивку возможных просадок, добивать костыли, которые ослабляются вследствие просадок и неплотно прилегают вследствие смятия новой шпалы под рельсом. Спустя указанных 10 дней путь должен быть приведен в окончательный порядок—проверен по уровню и шаблону, произведена рехтовка пути, балласт спланирован, если песчаный балласт покрывается щебнем, то этот последний прогрохочен и путь им покрыт; на шпалах установлены клейма с указанием года укладки.

Вынутые шпалы должны быть рассортированы на: 1) годные для единичной смены на главных путях, 2) годные для укладки на запасных станционныхпутях, 3) годные для разного рода построек: сараев, служб, заборов и т. д. и, наконец, 4) годные для отопления.

Помимо всего вышеизложенного о производстве работ по смене шпал, необходимо обратить внимание на нижеследующее: 1) при укладке в путь новой шпалы рекомендуется шить путь по шаблону миллиметра на 4 шире нормы, имея в виду, что вследствие указанного выше смятия волокон шпалы под рельсом, получится некоторое с'ужение колеи; 2) подбивать новые шпалы следует новым балластом и при этом пропустить этот новый балласт поперек всего сечения балластного слоя, т. е. так, чтобы не получилось в каком либо месте некоторого количества нового балласта, окруженного со всех сторон старым балластом, плохо пропускающим воду, не образовалось бы балластного корыта. Если этого сделать нельзя, вследствие недостатка нового балласта, то лучше подбить шпалы старым балластом, а новым пополнить бровку.

Что касается до сплошной смены шпал вообще, то нужно сказать, что некоторые признают таковую неправильной, а рекомендуют применять исключительно одиночную смену шпал, полагая, что при сплошной смене шпал из пути вынимается много

шпал, которые фактически еще могли бы быть оставленными в пути и, таким образом, напрасно тревожится постель многих шпал и нарушается прочность пути. Исходя из этого соображения, следует так вести смену шпал, чтобы в течение одного сезона единовременно не сменялось двух шпал рядом. Так, Кэмп говорит: „Мало того, при единовременном вытаскивании всех шпал, старая постель сильно расстраивается. По моему мнению, идеальным способом является диаметрально противоположный, именно такой, при котором в одном месте в течение одного сезона вынимается не более одной шпалы", и далее: „полагая, что средняя продолжительность службы шпалы есть 6½ лет, среднее число сменяемых в старом пути шпал в течение года должо быть две или три на протяжении одного рельса, так что незначительная часть старой постели расстраивается".

Что касается до мероприятий для увеличения срока службы шпал, то к таковым, как известно из курса железных дорог, относятся: 1) пропитка шпал разного рода антисептиками (хлористым цинком, креозотом, эмульсиями и друг.), 2) осушение балластного слоя (улучшение качества балласта, у нас в России переход на щебеночный балласт), 3) применение металлических подкладок, 4) применение скоб против растрескивания шпал, 5) применение разного рода втулок, как то Collet, упорных планок инж. И. В. Попова, предложенных им XXXIII С'езду Инж. Сл. Пути и другие.

В) Смена брусьев на мосту.

Смена брусьев на мостах бывает сплошная и одиночная. Сплошная смена брусьев обычно производится с закрытием перегона. По соглашению со Службой Движения, в намеченное заранее время наименее интенсивного движения перегон закрывается. После прохода последнего поезда, место работ ограждается тремя красными сигналами и петардами, и начинается работа по смене брусьев, заключающаяся в следующем: рельсы расшиваются и снимаются, болты, прикрепляющие брусья к фермам, разбалчиваются, вынимаются, и старые брусья снимаются, места на ферме, где лежали брусья, окрашиваются масляной краской или покрываются смолой, и на место старых брусьев уклады-

ваются заранее заготовленные (с затесанными лежками и просверленными дырами для болтов) и перенумерованные новые брусья, вставляются и закрепляются болты. Посылается с нарочным на станцию депеша об окончании работ, и перегон открывается. После этого укладываются контррельсы, устанавливаются перила и настилается настил.

Если, имея в виду интенсивность движения, закрыть перегон нельзя, то работу по сплошной смене брусьев на мосту можно сделать и без закрытия перегона таким образом: на всем протяжении моста, где меняются брусья, путь помощью плоских железных подкладок или деревянных подкладок из досок поднимается на высоту несколько большую чем врубка брусьев. Под'емка эта делается для того, чтобы иметь возможность вытащить из под рельса брус, приподняв его на величину врубки. Затем приступают к самой смене брусьев поочередно одного за другим. Сменяемый брус расшивается, разбалчивается; на сменяемом брусе накладки под рельсом снимаются; брус приподнимается на высоту врубки и вытаскивается, и вместо него вводится новый; по установке на место он закрепляется; на него под рельсом укладываются подкладки—постоянная путевая и временно укладываемая для под'емки пути, и рельс пришивается к брусу. Сменив, таким образом, все брусья, временные подкладки вытаскивают и путь опускается на место.

Место работ ограждается красными сигналами и петардами. Работа ведется под наблюдением Начальника дистанции.

При одиночной смене брусьев поступают так: сменяемый брус расшивается и освобождается от болтов. На двух соседних брусьях выдергиваются костыли, и рельсы над этими брусьями поднимаются помощью железных подкладок. Сменяемый брус поднимают на высоту врубки и вытаскивают в сторону, а на его место вставляют новый. Закрепив брус, рельсы опускают на место и пришивают.

Деревянные фермочки малых мостов, состоящие из нескольких продольных лежней и поперечин поверх них, могут быть сменены следующим образом: перегон закрывается, рельсы снимаются, старая ферма разбирается и на место нее вдвигается заранее собранная в стороне новая ферма, укладываются и пришиваются рельсы. Перегон открывается.

§ 16. Ремонт стрелочных переводов.

Повреждения стрелочных переводов могут заключаться: 1) в отсутствии некоторых мелких частей, как-то: шплинтов, болтов, гаек и других, 2) в изгибе стрелочных перьев или неплотном их примыкании к рамным рельсам, 3) в повреждении и износе отдельных частей, отколе части острия пера, в смятии и износе сердечника крестовины, в износе усовиков и контр-рельсов, в повреждении переводных брусьев и т. д.

Причинами указанных дефектов могут быть: причиной изгиба и неплотного прилегания пера—проход стрелки в отжим, причиной отколов острия пера и смятия сердечника крестовины—удары колес в острие пера и в сердечник крестовины; причиной износов отдельных частей,—как-то: усовиков, конт-рельсов и других—силы трения между указанными элементами и колесами, появляющиеся при проходе подвижного состава по переводу; причиной повреждений деревянных брусьев—причины, аналогичные рассмотренным причинам повреждений шпал (гниение и механический износ).

Результатом указанных повреждений и износов могут быть нижеследующие вредные последствия: результатом неплотного прилегания пера—сход подвижного состава; результатом износов контр-рельсов—чрезмерное увеличение прозора между рельсом и контр-рельсом, вследствие чего—удары колес в сердечник крестовины; результатом чрезмерных износов других частей—нарушение правильности в проходе подвижного состава по переводу, как-то: неплавность прохода, резкие толчки и удары и т. п.

Обнаружены указанные дефекты могут быть как простым внимательным осмотром перевода, так и поверкой его по шаблону и уровню.

Поврежденные и сильно изношенные части, а также и совершенно отсутствующие части (например, гайки) должны заменяться новыми.

После сделанного выше описания смены скреплений, рельсов и шпал (см. §§ 13, 14 и 15) описывать производство смены отдельных частей переводов, как-то: рамных рельсов, рельсов переходной кривой, костылей, болтов,

накладок, подкладок, переводных брусьев и т. д. не будем; заметим лишь, что смена брусьев делается также, как и смена шпал—через два бруса третий. При смене всего перевода—и металлических частей, и деревянных брусьев. весь перевод собирается на стороне и после снятия старого перевода целиком вдвигается на его место.

Смена всего перевода и сплошная смена брусьев делается под наблюдением дорожного мастера и ограждается красными сигналами.

Что касается до ремонта крестовины, то упомянем лишь о том, что таковой ремонт иногда делается помощью ацетиленовой сварки, производящейся в соответственно оборудованных мастерских, описание которых выходит за пределы настоящего изложения.

§ 17. Ремонт балласта.

Назначение балласта и вытекающие отсюда требуемые качества материала балласта и требуемые размеры балластного слоя подробно излагаются в курсе железных дорог. Отступления от нормальных размеров и свойств правильно содержащегося балластного слоя, препятствующие балласту отвечать своему назначению, должны быть исправляемы. Указанные отступления могут быть двоякого рода: 1) изменения в конфигурации и размерах балластного слоя и 2) изменения в составе балласта: выветривание, раздробление отдельных зерен, засорение, прорастание и проч., нарушающие упругость, водопроницаемость и другие основные свойства балласта.

Причинами указанных деформаций балластного слоя являются нижеследующие факторы: 1) причинами изменения в конфигурации и в размерах балластного слоя: а) стихийные силы, как-то: ветры, сдувающие мелкие частицы балласта; дождевые, ливневые воды и воды от тающего снега, размывающие балластный слой; b) силы, появляющиеся при движении поездов: сотрясения, расстраивающие правильную форму балластного слоя; вертикальные и горизонтальные удары, вызывающие остающиеся осадки и сдвижки балласта в сторону; 2) причинами изменения в составе балласта: а) атмосферные влияния, способствующие

выветриванию и выщелачиванию зерен балласта и прорастанию балластного слоя; b) удары от колес подвижного состава, раздробляющие отдельные зерна балласта и способствующие уплотнению балласта; c) ремонтные работы, как подбивка, способствующие разрушению отдельных зерен балласта, а также иногда и загрязнению балласта, вследствие перемешивания балласта с грунтом земляного полотна.

Результатом вышеизложенных деформаций являются нижеследующие вредные последствия:

1) уменьшение в размерах балластного слоя уменьшает устойчивость пути. Не говоря уже о таком уменьшении размеров поперечного сечения балластного слоя, при котором, например, концы шпал совершенно обнажены и часть шпалы висит в воздухе, но и всякое вообще, даже незначительное уменьшение ширины и толщины балластного слоя, уменьшает устойчивость пути. Уменьшение ширины балластного слоя уменьшает устойчивость пути в горизонтальной плоскости—шпалы в меньшей степени удерживаются от боковой сдвижки. Уменьшение толщины балластного слоя способствует неравномерности передачи давления от балластного слоя на земляное полотно, способствует образованию на земляном полотне углублений под рельсовыми опорами (балластные корыта), способствует уменьшению устойчивости пути в вертикальной плоскости.

2) Засорение, проростание балласта и уплотнение раздробленных частиц балласта нарушают водопроницаемость балласта и способствуют задерживанию воды в балластном слое и препятствуют балласту отвечать одному из главнейших пред'являемых к нему требований—содержать путь в сухом состоянии. S. W. Jacomb—Hood в докладе своем Международному Железнодорожному Конгрессу в Берне 1910 года говорит, между прочим, что банальное замечание, что „вода есть враг хорошего пути" должно быть повторено, чтобы показать, что основательный дренаж является одним из важнейших средств для содержания в порядке пути, как линии с интенсивным, так и с любым движением. Против высказанного S. W. Jacomb—Hood положения возражать, конечно, не приходится. Действительно, вред от присутствия воды в полотне, как известно,

заключается: a) в размягчении грунта, b) в уменьшении сил трения между отдельными частицами балласта, c) в уменьшении устойчивости пути, d) в уменьшении срока службы шпал вследствие их гниения, e) в увеличении осадки пути. В своем докладе Подсекции Верхняго строения Высш. Техн. Комитета НКПС в 1920 г. Н. Б, Богуславский говорит: „В зависимости от качества балласта и состояния погоды осадки пути после многократной подбивки получаются в 1 м./м. после прохода тоннажа в 520—400 тысяч тонн; имеются указания, что в мокрую погоду тоннаж, вызывающий такую же осадку до пяти раз меньше, чем в сухую погоду".

На основании вышеизложенного, как с точки зрения содержания пути вообще, так и с точки зрения увеличения срока службы шпал в частности, желательно и необходимо принятие мер к осушению балласта.

Рассмотрим теперь, как исправить указанные выше дефекты балластного слоя.

1. Уменьшение размеров балластного слоя производится добавлением нового балласта, который развозится рабочими (балластными) поездами из имеющихся балластных карьеров и рассыпается на пути в тех местах, где требуется произвести подсыпку балласта, как, например, для пополнения междушпальных ящиков, для под'емки пути в местах просадок, а также на тех местах, где ожидается убыль балласта, вследствие предполагаемых на этих верстах сплошной смены шпал или других работ, при которых часть балласта теряется. Количество требуемого балласта подсчитывается примерно: при смене шпал балласта на версту следует добавить около 80 кб. метров (ок. 10 кб. саж.), при смене рельсов—около 40 кб. метров (ок. 5 кб. саж.). Все сказанное относится к песчаному баллясту. Если нижнего песчаного балласта вывезено с запасом, больше, чем это требуется согласно выше указанного подсчета, то запас этот не рассыпают по пути, а складывают в призмы, так как употреблять этот излишек на уширение балластного слоя нежелательно, имея в виду, что просыхание чрезмерно уширенного балластного слоя идет медленно и, следовательно, способствует гниению шпал. Разгрузка балласта, привезенного балластным поездом, делается по указанию дорожного мастера. Балластный поезд, кроме паровозной и кондукторской бригады,

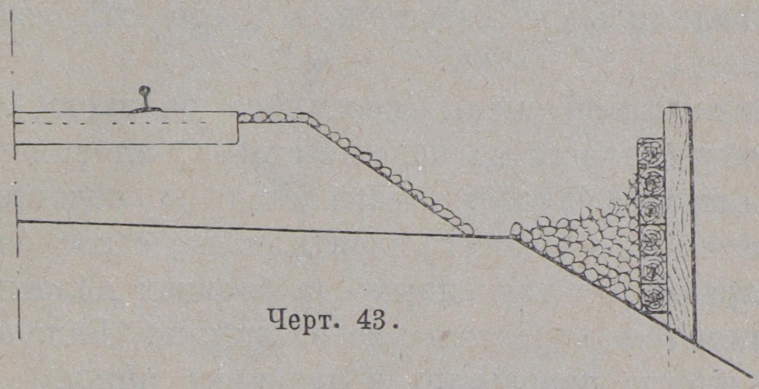
обслуживается еще особым десятником, который ведет отчетность по вывозке балласта, следит за сохранностью частей поезда, за исправным состоянием тормазов, за тем, чтобы рабочие садились в поезд перед его отправлением и т. д.

Что касается до самой смены песчаного балласта, то различают: а) смену балласта до подошвы шпал, которая состоит в том, что старый балласт вынимается до подошвы шпал и сбрасывается под откос насыпи или на откос выемки, а новым, заранее заготовленным на бровках полотна, балластом заполняются образовавшиеся ящики. Балласт утрамбовывается; иногда производится подбивка шпал.

Работа ограждается зелеными сигналами. Дается предупреждение об уменьшении скорости. Вынутый старый балласт отвозится поездами, или вагонетками, или складывается в карьеры после под'емки его на урез выемки. в) смену балласта на всю глубину, которая производится или с закрытием перегона или с устройством обходного пути. Передвижка пути на заранее засыпанный балластом кювет выемки и обратно производится с закрытием перегона. Движение поездов по обходному пути во время работ производится с уменьшением скорости движения под защитой зеленых сигналов.

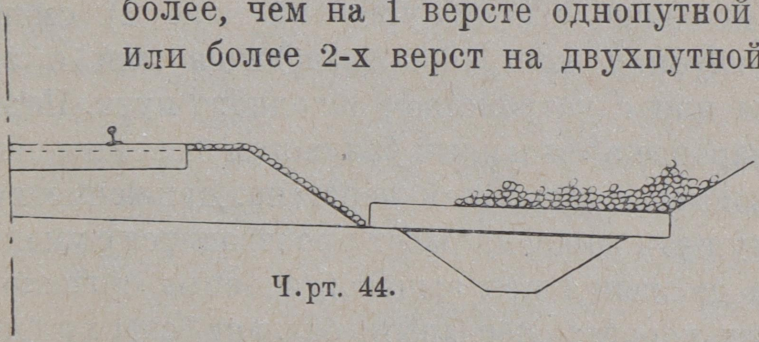
На некоторых дорогах песчаный балласт сверху покрывается слоем щебня—так называемым верхним балластом. Назначение его, как известно, в защите нижнего балласта от сдувания ветром и смывания ливневыми водами, в защите от загрязнения навозом из товарных вагонов и мусором из пассажирских, и в защите от наноса ветром с полей растительного чернозема, способствующего прорастанию балласта; кроме сего, назначение верхнего балласта в защите подвижного состава от пыли, поднимающейся при проходе поезда. Верхний балласт при работах по сплошной смене рельсов, шпал, при капитальном ремонте и других работах также частью теряется и требует пополнения. Требуемое для пополнения количество щебня подсчитывается примерно, развозится и выгружается на двухпутной линии обычно на междопутьи, а на однопутной: в насыпях—по бровке за ограждением, сделанным из шпал, согласно чертежа № 43 в выемках—на настиле из шпал прикрывающем кювет, согласно чертежа № 44.

К месту работ щебень разносится грохотами, которые встряхиваются и, таким образом, балласт очищается от мелочи и мусора. Снимается щебень помощью особых вил. Укладывается руками. Перед укладкой верхнего балласта—нижний балласт приводят в порядок обычно помощью так называемого кантовика, изображенного на чертеже 45. Уложенный щебень трамбуется деревянными трамбовками. При сплошном ремонте пути не разрешается снимать щебень более, чем на 1 версте однопутной железной дороги или более 2-х верст на двухпутной.



Черт. 43.

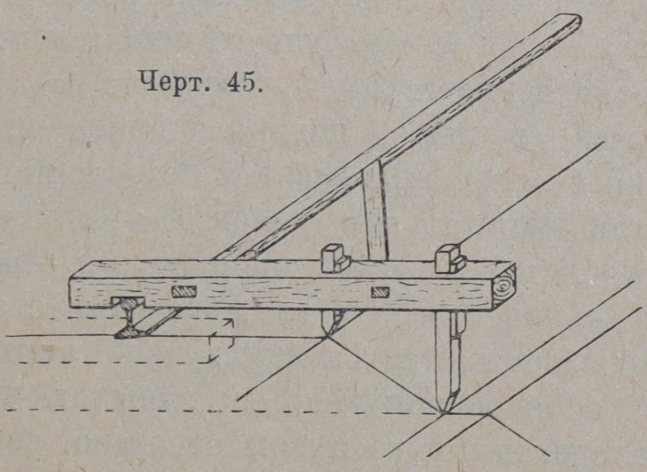
2. Прорастание балласта исправляется помощью ополки, которая производится, главным образом, в мае и августе помощью подростков и женщин под наблюдением опытного ремонтного рабочего или путевого сторожа. В остальное время лета обычно ополка производится путевой стражей.



Черт. 44.

3. Загрязненный балласт должен быть прогрохочен или заменен новым.

4. Отвод воды у балластного слоя делается помощью водопроводных канавок, располагаемых в шахматном порядке по средине звена, т. е. примерно через 10 метров (5 саженей) на двухпутных линиях и через 20 метров (10 саженей) на однопутных.



Черт. 45.

Осушение балластного слоя может быть достигнуто помимо уничтожения указанных выше дефектов балласта, как-то: засорения, прорастания и др., также и улучшением качества балласта.

Н. И. Лебединский в докладе своем XIX с'езду Инженеров Сл. Пути 1910 г. говорит: „После всякого дождя, как известно, балласт пропитывается водой; последняя распределяется по всему сечению балластного слоя, но при этом далеко неравномерно: у подошвы балластный слой насыщается значительно более, чем около поверхности. Количество воды, которое задерживается в балласте, вполне зависит от его качества; чем крупнее балласт и меньше в нем примеси глины, тем менее задерживает он воды и наоборот.

Таким, образом несомненно, что после каждого дождя в балласте остается столько воды, сколько он по своим качествам может задержать.

Если под балластом имеется корыто и в балласт поступило воды более, чем он в состоянии задержать, то часть излишка этой воды заполняет это корыто, а остальная часть вытекает по сторонам, увлекая вместе с тем растворимые частицы балласта. Если сопротивление балласта вытеканию воды велико, то после каждого дождя значительное количество воды остается на более или менее продожительное время в балласте. J. W. Jacomb—Hood в упомянутом выше докладе своем говорит, что качество материалов, употребляемых для поддержания шпал, является вопросом первостепенной важности. Песок, которым приходится пользоваться для упомянутой выше цели, в некоторых странах обладает столь низкими качествами, с точки зрения дренирования, что пользоваться им на дорогах первостепенного значения недопустимо".

Мы полагаем, что переход наших железных дорог на щебеночный балласт (из камней твердых пород с зернами крупностью около 1½"—2½"=3,5—6 сантим.) является своевременным, а для магистральных линий даже необходимым, причем в первую очередь считали бы необходимым заменить песчаный балласт щебеночным хотя бы в пределах стрелочных переводов и стыковых и соседних с ними шпалах. Таким образом, мы рекондуем всемерно стремиться

к улучшению качества имеющегося на наших железных дорогах балласта, помятуя о той громадной роли, которую играет балласт в деле содержания пути в порядке (При хорошем балласте лучше держится подбивка шпал: на щебеночном балласте можно получить более или менее покойный путь даже при старых рельсах с битыми концами и т. п.),

Закончив вопрос о летнем ремонте верхнего строения пути, приводим таблицы правил ограждения сигналами места производства работ, применявшихся на двух из наших железных дорогах. Как мы упоминали уже, в настоящее время вырабатываются новые правила, в связи с новыми принципами, положенными в основу новых правил сигнализации.

Таблицы ограждения места работ сигналами.

№№ по порядку	Наименование работ.	Сигналы и предупреждения при производстве работ.			
		Огражден. сигналами.	Предупреждение и скорость.	Кто наблюдает за работой.	Кто дает предупреждение.
1	Исправление толчков и перекосов	Зеленый.			
2	Перешивка пути и рехтовка.	Зеленый.	Не дается.	Старший рабоч.	
3	Одиночная смена скреплений.	Зеленый.			
4	Сплошная смена скреплений.	Красный.	Скорость не уменьш.	Старший рабоч.	Дорожный мастер.
5	Разгонка шпал	Зеленый.		Старший рабоч.	
6	Одиночная смена шпал . .	Зеленый.		Старший рабоч.	
7	Одиночная смена рельсов .	Красный и петарды.		Дорожный мастер.	
8	Исправление пучин:		20 верст.		Дорожный мастер
	а) с расшив. пути . .	Красный и петарды.		Дорожный мастер.	
	б) без расшив. пути .	Зеленый.		Старший рабоч.	
9	Одиночная смена переводных брусьев	Красный.		Дорожный мастер.	

№№ по порядку	Наименование работ.	Сигналы и предупреждения при производстве работ.			
		Огражден. сигналами.	Предупреждение и скорость.	Кто наблюдает за работой.	Кто дает предупреждение.
10	Подуклонка рельсов . . .	Красный и петарды.			Дорожный мастер.
11	Перегонка стыков и прозоров	Красный и петарды.			Дорожный мастер.
12	Сплошная смена шпал . .	Красный и петарды.			Начальник дистанции.
13	Сплошная смена рельсов .	Красный и петарды.			Начальник дистанции.
14	Сплошная подемка пути и смена нижнего балласта	Красный и петарды.	15 верст.		
15	Исправление высоких пучин	Красный и петарды.			
16	Расчистка заносов	Зеленый.		Дорожный мастер.	Дорожный мастер.
17	Смена схваток, настила охранных брусьев, подклинивание подкосов, установка клеток и др. временных опор	Зеленый.			
18	Укладка и смена переводов и сплошная смена переводных брусьев . . .	Красный.		Дорожный мастер.	Дорожный мастер.
19	Замена поперечин на мостах, наращивание свай, смена подкосов, прогонов и насадок без прекращения движения	Красный и петарды.	5 верст.	Пом. нач. дист. или Ст. дор. мастер.	Начальник дистанции.

ГЛАВА V.

Зимний ремонт верхнего строения.

§ 18. Характеристика зимнего пути, скованного морозом.

Состояние железнодорожного пути в зимнее время резко отличается от такового летом.

Зимой путь скован морозом.

Упругость балласта зимой и летом различна. Эта разница особенно резко сказывается при песчаном балласте, Упругость балласта щебеночного в связи с понижением температуры меняется не так сильно. Некоторое представление о величине этого изменения можно составить хотя бы из опытных данных, полученных Mr. James E. Howard в 1894 г. на Пенсильванской ж. дор. (Penncylvania R. R.) и в 1895 г. на жел. дор. Boston aud Albany. На Пенсильванской ж. д. оседание рельсов (весом 85 lb.), на незамерзшем в октябре месяце балласте из гравия под тяжестью паровоза 127050 lbs равнялось 0,233 in (дюйм.)=5,8 м/м.). На жел. дор. Boston aud Albany оседание рельса (весом 95 lb) на замерзшем в феврале месяце балласте под давлением паровоза весом 115.700 lbs было равно 0,140 in (дюйма)=3,5 м/м. (см. Camp Notes on track стр. 1042, строчка 22 сверху; стр. 1043, строчка 21 снизу; стр. 1036, строчка 6 снизу).

Из вышеуказанных данных усматривается, что упругость балласта щебеночного при морозе изменяется, но не особенно значительно (в особенности, если принять во внимание, что во втором опыте рельс был мощный, а паровоз легче). Совсем другая картина является при балласте песчаном.

Хотя мы и не имеем точных опытных данных с указанного рода балластом (в настоящее время механическая лаборатория Моск. Института Инженеров Транспорта любезно согласилась взять на себя труд по постановке опытов с замерзанием песчаного балласта для нахождения интересующих нас коэффициентов), но тем не менее совершенно ясно, что упругость скованного морозом песчаного балласта резко отличается от такового при температуре выше 0°. Известно, как трудно кирковать замерзший песчаный балласт.

Хотя железнодорожный путь и на скованном морозом песчаном балласте все-таки остается путем, лежащим на упругом основании, но упругость эта резко изменяется.

В настоящее время, как заграницей, так и у нас при расчете верхнего строения пути всегда исходят из положения, что рельс является неразрезной балкой, лежащей на многих упругих опорах или на сплошном упругом основании, при чем принимается во внимание упругость, соответствующая летнему времени

и совершенно игнорируется изменение этой упругости зимой.

Все теоретические исследования (Фламаша, проф. Петрова, Циммермана и других) и опытные наблюдения Гентшеля над коэффициентом постели шпал, Аста и проф. Васютынского помощью фотографического метода над траекторией движения точки касания колеса и рельса и друг.— относятся к летнему железнодорожному пути.

Имея в виду, что у нас в России почти все железные дороги уложены на песчаном балласте, нам казалось необходимым остановиться на вопросе о состоянии железнодорожного пути зимой. Согласно наших теоретических исследований *), плавность пути, уложенного на мерзлом песчаном балласте сравнительно мало изменится: траэктория движения точки касания колеса и рельса очень близка к прямой линии и при мало упругом мерзлом баласте.

Но если путь остается даже и плавным, то он приобретает зимой следующие две особенности: жесткость пути и хрупкость рельсов.

Что касается до хрупкости рельсов зимой, то по данному вопросу см. все изложенное выше в § 14, а также приведенные в том же § соображения Кэмп'а).

Указанные две особенности помимо других вредных последствий—способствуют лопанию рельсов. Статистические наблюдения на Северной жел. дороге короля Фердинанда в Германии показывают, что число лопнувших рельсов в январе относится к таковому в марте, как 30:1.

Вышеизложенное приводит к заключению, что условия работы верхнего строения пути зимой хуже, чем летом и, что всякого рода неисправности пути зимой влекут за собой более вредные последствия, чем летом, и посему путь зимой должен содержаться если не в лучшем, то во всяком случае не в худшем состоянии, чем летом.

Всякого рода неисправности, как, например, вертикальные толчки должны немедленно исправляться. Но имея в виду, что путь зимой скован морозом и что всякого рода

*) См. Техника и Экономика Путей Сообщения 1924 г. „железнодорожный путь скованный морозом".

работы в роде подбивки шпал должны сопровождаться раскирковкой замерзшего балласта, что сопряжено с большой затратой времени и труда, нужно всемерно стремится к тому, чтобы в течение зимы пришлось как можно меньше производить указанного рода работ. Для сего необходимо осенью, перед наступлением зимы привести путь в возможно лучшее состояние и в таком виде заморозить путь.

§ 19. Ремонт пучин.

А. Причины появления пучин и их классификация.

В какое бы хорошее состояние путь не был приведен осенью, необходимо предвидеть появление в течение зимнего времени весьма значительных нарушений правильности пути, именно нарушений плавности пути в веритикальной плоскости, вследствие обычно появляющихся в нашем климате и при нашем земляном полотне и балласте так называемых пучин, т. е. местных выпучиваний—под'емов пути в тех пунктах, где насыщенный водой балласт и грунт земляного полотна при наступлении морозов увеличиваются в об'еме и поднимаются вверх, образуя бугры, поднимая шпалы и рельсы и нарушая плавность пути в вертикальной плоскости. Причиной такого рода пучин является застой воды в балласте или грунте земляного полотна.

Если земляное полотно состоит из водонепроницаемого глинистото грунта, и в этом грунте под шпалами образовались углубления, так называемые балластные корыта, вследствие вдавливания балласта в грунт под шпалой от давления, производимого последней на балласт при проходе поезда, то такие корыта наполняются водой, образуя упомянутые выше застои таковой. Насыщая собой балласт, вода при наступлении морозов увеличивается в об'еме и вызывает образование пучин.

По характеру пучины различают: 1) верховые, появляющиеся в плотном, с большой примесью глины, плохо пропускающем воду балласте, 2) грунтовые или коренные, появляющиеся в земляном полотне из глинистого водонепроницаемого грунта, 3) мостовые—появляющиеся в пределах засыпки обратных стенок мостовых устоев, вследствие плохого отвода воды из указанной засыпки.

В зависимости от того, появляется ли пучина под обеими рельсовыми нитками или только под одной, пучины различают: 1) прямые и 2) косые. Наконец по величине пучины различают: 1) мелкие до 6 сантиметров высотой и 2) высокие более 6 сантиметров.

Грунтовые пучины, вследствие более глубокого залегания, обнаруживаются только в середине зимы или даже в конце ее.

Пучины могут быть обнаружены как инструментально, помощью рейки с уровнем, так и простым осмотром пути. Места нахождения пучин обозначаются обычно на рельсе белой масляной краской: середина пучины обозначается на шейке рельса, где проставляется цифра, указывающая величину пучины; места, до которых распространяется пучина, обозначаются стрелками на шейке рельса. Обычно ведется график пучин, в котором отмечаются местонахождения пучины (верста, пикет), размеры пучины, (высота, протяжение); время появления пучины, причина и способ исправления.

В. Исправление пучин.

а) Помощью понижения горба или под'емки пути на подкладках.

Пучины, вызывающие иногда весьма значительное и резкое нарушение плавности пути в вертикальной плоскости пути и появляющиеся иногда совершенно внезапно, весьма вредны, иногда даже опасны для движения, создавая возможность появления совершенно неустойчивых форм движения, вызывая сходы поездов, поломки рельс и ходовых частей подвижного состава, особенно косые пучины на кривых. Посему за пучинами должен быть установлен строгий надзор и таковые должны быть немедленно исправляемы. Путь до исправления пучин ограждается зелеными сигналами и выдается предупреждение о проходе поездов со скоростью 15 верст в час.

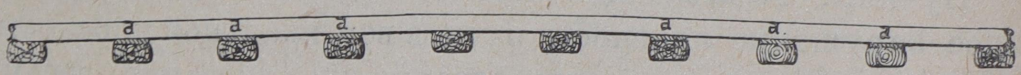
Исправление пучин может быть: 1) радикальное, т. е. такое, которое устраняет самую причину появления пучин; сюда относятся: замена грунта, понижение грунтовых вод, и защита полотна от промерзания, 2) исправление пути на пучинистом месте без устранения самой причины появления пучин.

Начнем с рассмотрения этого последнего способа исправления пучин.

Появляющуюся пучину или другими словами неровности пути или горб можно исправить или путем понижения горба или путем поднятия соседних с горбом частей пути.

Понижение горба может быть достигнуто или путем подрубки шпалы под рельсом или путем понижения самой шпалы помощью подкирковки таковой.

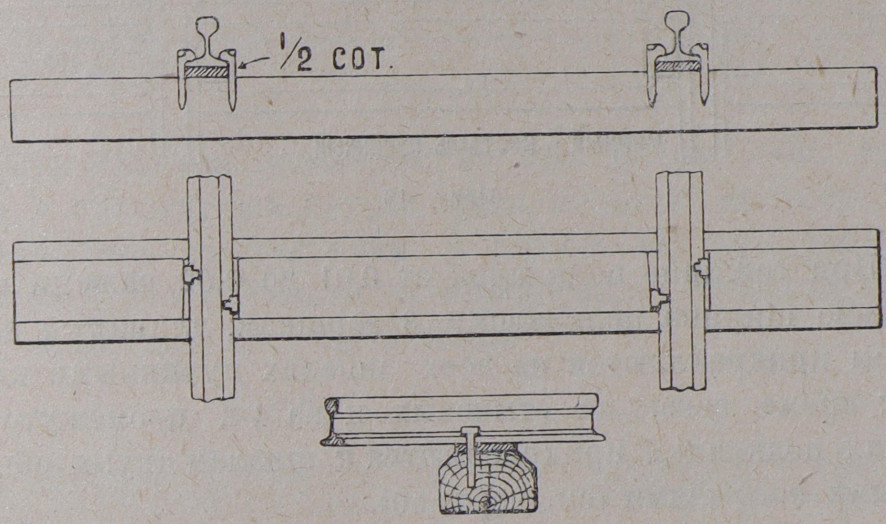
Исправление пучины путем подрубания шпалы возможно, разумеется, лишь при пучинах самой небольшой величины и, во всяком случае, сопряжено с порчей шпалы, и потому такой способ не может быть рекомендован. Во всяком случае врубать рельс в шпалу не следует более, чем на 1/3 толщины шпалы (не более, чем на 1 вершок). Подкирковка замерзшего балласта сопряжена с большой тратой труда и времени и посему является способом также мало рациональным. Посему обычно употребляется третий способ исправления пучин, именно, путем поднятия рельса в соседних с пучиной местах. Поднятие это достигается помощью подкладывания под рельс соответствующей толщины подкладок „а“ металлических или деревянных. Черт 46.



Черт. 46.

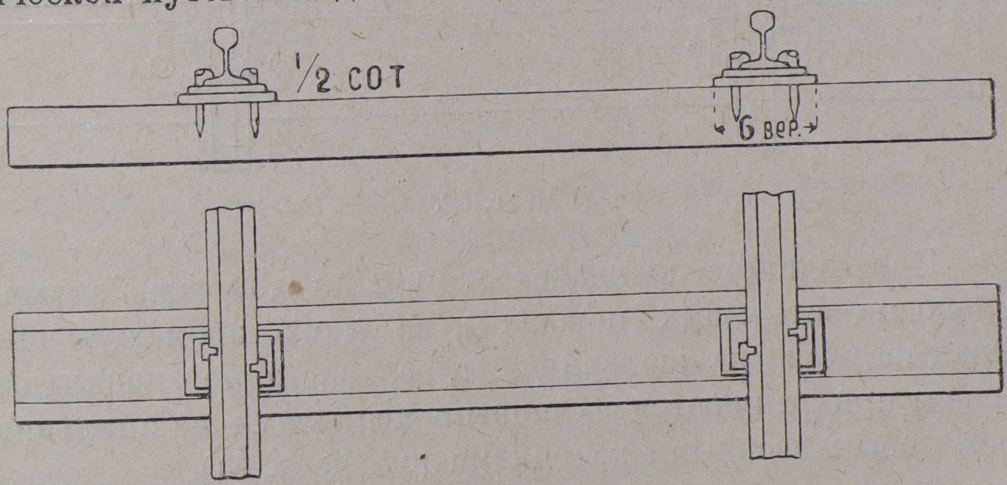
При этом металлических подкладок можно класть на одной шпале под одним рельсом не более двух, а именно, если рельс в нормальном положении лежит на металлической подкладке, то кроме этой путевой подкладки для исправления пучины можно уложить поверх этой еще только одну металлическую подкладку. Деревянные подкладки укладываются не поверх металлической, т. е. не между металлической подкладкой и рельсом, а под металлической подкладкой. Но нужно, однако, заметить, что XVIII с'езд Инженеров Сл. Пути рекомендует деревянные подкладки толщиной менее ½ сотки укладывать вдоль рельса поверх железной подкладки (при наличии таковой), мотивируя это тем, что при таком способе смявшуюся, деревянную подкладку легко заметить и своевременно заменить новой.

На наших железных дорогах практиковался нижеследующий способ исправления пучин: при высоте пучины до $^1/_2$ сотки сажени и при укладке рельса на шпалах без металлических подкладок, на соседних с пучиной шпалах под рельс подкладывались деревянные подкладки волокнами вдоль оси рельса длиной, равной длине шпалы и шириной на 0,003 сажени шире подошвы рельса. Подкладки пришивались двумя обыкновенными костылями, (см. черт. 47).



Черт. 47.

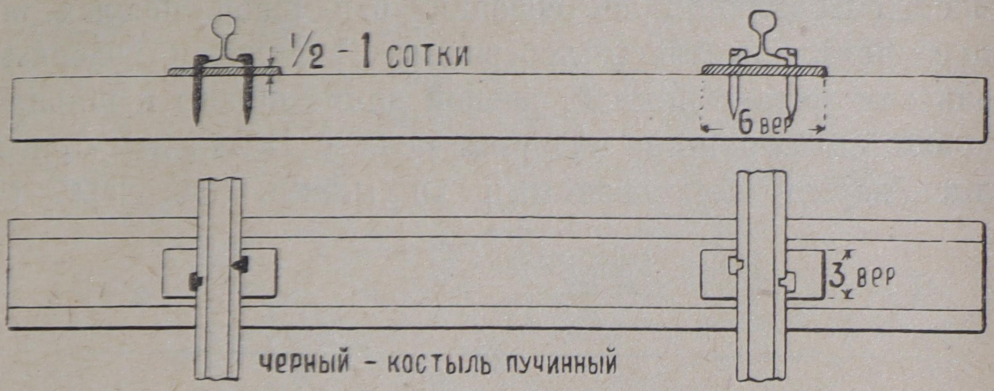
Если рельс уложен на металлической подкладке, то деревянная кладется волокнами поперек рельса; размеры ее в плане должны быть на 0,01 сажени больше размеров металлической путевой подкладки (см. черт. 48).



Черт, 48.

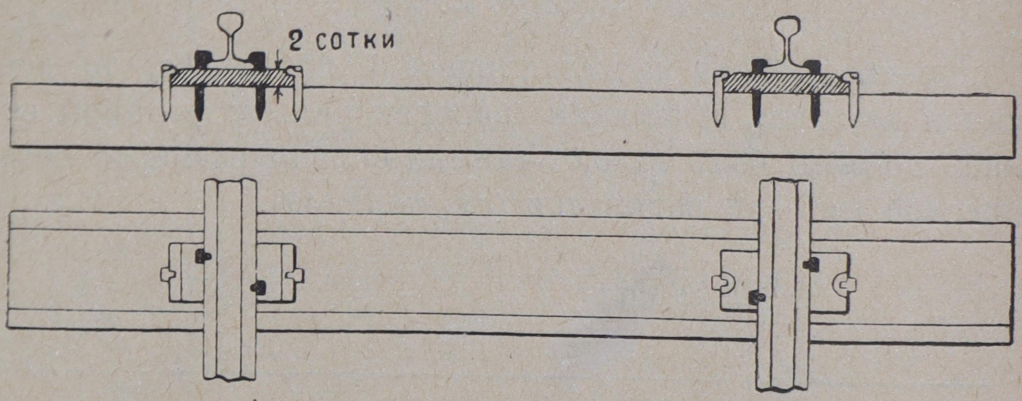
При толщине подкладки от ½ сотки до 0,01 сажени включительно, ширина подкладок = 3 вершка; длина подкладок = 6 вершков; на стыковых шпалах рельсы прикре-

пляются пучинными костылями, т. е. костылями полуторной длины, а на промежуточных шпалах обыкновенными костылями (черт. 49).



Черт. 49.

При толщине подкладок от 0,01 до 0,02 сажени включительно ширина подкладок = 3 вершкам; длина = 7 верш.; рельсы прикрепляются на всех шпалах пучинными костылями; кроме сего, на стыковых и на 4-х промежуточных шпалах подкладки прикрепляются к шпалам двумя обыкновенными костылями (см. черт. 50).

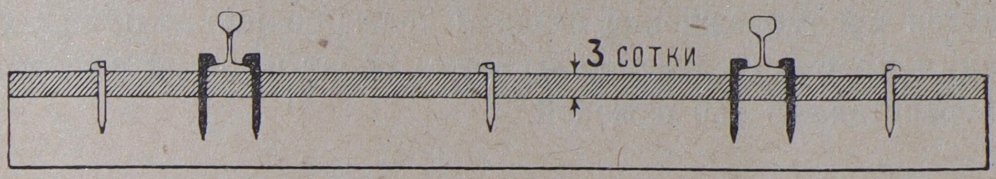


Черт. 50.

При толщине подкладок от 0,02 до 0,03 саж. включительно на стыковых шпалах и на двух промежуточных укладываются нашпальники, т. е. сквозные подкладки, рельсы прикрепляются пучинными костылями, нашпальники тремя обыкновенными костылями (см. черт. 51).

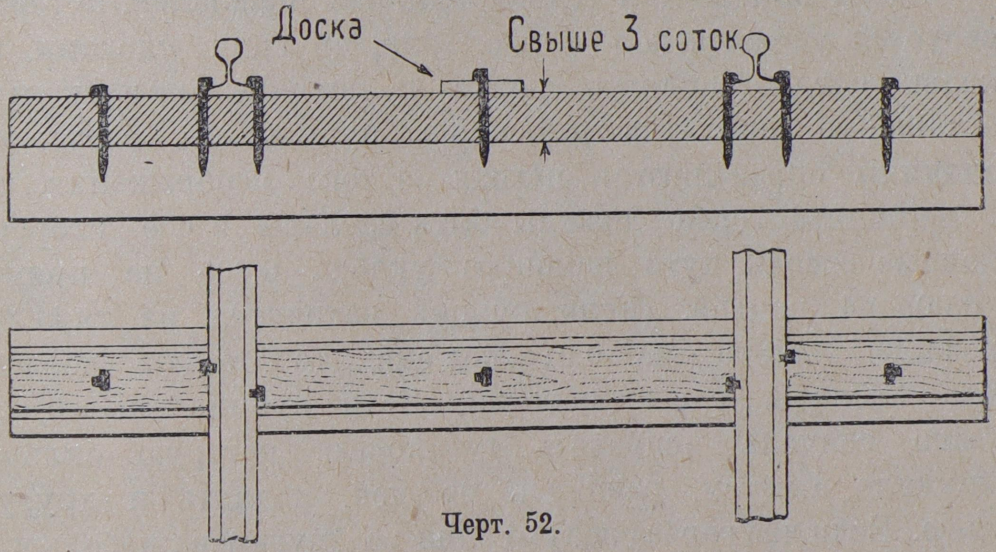
На остальных промежуточных шпалах укладываются подкладки шириной 3 вершка и длиной 8 вершков; рельсы прикрепляются пучинными костылями, подкладки обыкновенными.

При толщине подкладок от 0,03 до 0,04 сажени на всех шпалах укладываются сплошные нашпальники. Рельсы и нашпальники прикрепляются пучинными костылями, при чем по оси пути поверх нашпальников укладывается вершковая доска (см. черт. 52).



Черт. 51.

При толщине подкладок от 0,04 до 0,06 саж. также, как и в предыдущем случае, укладываются на всех шпалах сквозные нашпальники и поверх них по оси пути вершковая доска. Рельсы прикрепляются двойными костылями, а нашпальники пучинными.



Черт. 52.

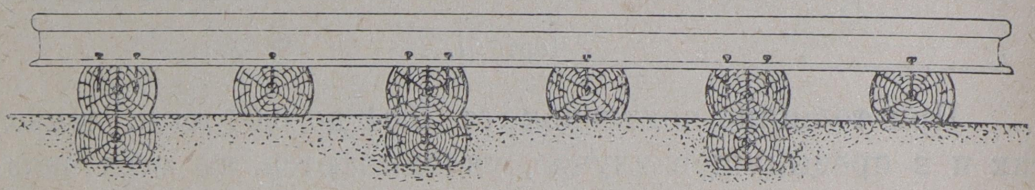
При большей толщине подкладок, поверх шпалы укладывается соответственной толщины шпала, которая прикрепляется к путевой шпале 7“ костылями или особыми штырями. Поверх шпал на оси пути укладывается $1^1/_2$ вершковая доска. Каждый рельс прикрепляется четырьмя двойными костылями. Иногда в промежутке между шпалами укладывается еще одна шпала, согласно чертежа 53.

При большой высоте пучин, таковые исправляются подкирковкой.

Подкладки изготовляются обычно из березы или из осины, как материала менее подверженного растрескиванию.

Самая работа по укладке подкладок производится таким образом:

место работ ограждается сигналами: при высоких пучинах тремя красными, на расстоянии 300 или 500 саженей в зависимости от величины уклона пути, и двумя петардами; дается предупреждение о тихом ходе: при мелких пучинах— одним красным сигналом на месте работ и двумя зелеными на расстоянии 150 саженей.



Черт. 53.

Затем выясняется точная толщина подкладок, которые требуется уложить под рельс, или, другими словами, на сколько следует поднять рельс на такой-то и насколько на такой-то шпале исправляемого пучинистого места; эти величины определяются исходя из того соображения, что от вершины горба должны быть сделаны в обе стороны плавные отводы пути помощью уклона 0,005 на прямой и 0,003 на кривой. (Если пучина находится на тяжелом профиле, как-то на 0,01 под'еме, то отводы должны быть сделаны вдвое положе). Если пучина косая, то нужно сначала исправить ту колею, которую сильнее выпучило, а затем, равняясь по ней, поднять и другую колею. Если два горба следуют один за другим на небольшом расстоянии, то отвод делается с более высокого горба на менее высокий и при этом без промежуточного между ними понижения, если расстояние между ними очень коротко.

Установив на основании вышеизложенных соображений требуемую длину отводов и требуемую высоту под'емки рельса в различных точках, определяют требуемую толщину подкладок таким образом: расшив рельс через шпалу (но не более, как на 4-х шпалах на звене) и ослабив костыли на остальных шпалах на всем протяжении отвода, поднимают, подваживают помощью лома рельс до требуемой высоты, согласно указаний наблюдающего за работой (стар-

шего рабочего), который, положив голову на рельс, в начале отвода (у горба) проглядывает вдоль рельса; на расшитых шпалах под поднятый рельс подкладываются подкладки или нашпальники, придав им требуемую толщину; пришив рельс к этим подкладкам, расшивают рельс на других шпалах и также подводят под рельс подкладки. Толщина подкладок при высокой и длинной пучине определяется без подваживания, вывешивания рельса, а именно, укладывая поверх рельса подкладки различной толщины; старший рабочий, проглядывая вдоль рельса, определяет, какая из подкладок подходит для данного пункта.

Работа будет более точная и аккуратная, если вместо проглядывания вдоль рельса, пользоваться визирками: одна визирка ставится на горбе, другая на конце отвода, а третья на уложенной поверх головки рельса подкладке, толщина которой определяется.

Указанные выше меры борьбы с пучинами являются лишь мерами паллиативными, лишь временно исправляющими путь; исправляемый в данный момент путь при росте пучин в связи с увеличением глубины промерзания грунта, вновь искривляется и требует нового исправления помощью замены уложенных вначале подкладок новыми, более толстыми подкладками с удлинением отводов. Весной, под действием теплых солнечных лучей—пучины начинают садиться, причем осадка эта совершается неравномерно, быстрее или медленнее в зависимости от колебания температуры. Верховые пучины садятся дней в десять, грунтовые в месяц или полтора. По мере осадки пучин уложенные подкладки должны меняться на более тонкие и наконец совсем выкидываться. За пучинами должен быть установлен постоянный бдительный надзор: артельный староста должен ежедневно поверять путь по шаблону и уровню, в особенности при резких колебаниях температуры и особенно на более опасных местах, каковыми являются перекосные пучины и пучины на кривых. Если путь не представилось возможности исправить (например, вследствие метели или праздников), путь должен быть огражден зелеными сигналами и дано предупреждение о тихом ходе.

С. Исправление пучин помощью замены грунта.

Более радикальными мерами борьбы с пучинами являются такие меры, которые уничтожают самую причину появления пучин и которые заключаются в замене пучинистого грунта хорошим, водопроницаемым грунтом, в понижении уровня грунтовых вод и в защите полотна от промерзания.

Замена пучинистого глинистого водонепроницаемого грунта песком должна быть сделана под балластом на глубину промерзания грунта. Замена эта может быть произведена или с закрытием перегона (с прекращением движения поездов) или без закрытия.

При производстве работ с закрытием перегона путь совершенно разбирается; балласт снимается и складывается в сторону; подлежащий замене грунт вынимается и также слкадывается в сторону, обычно на настиле из шпал, перекрывающем кювет. В сделанную траншею насыпается чистый песок, поверх насыпается балластный слой, и укладывается путь. Песок для замены грунта заранее заготовляется и укладывается рядом с местом производства работ на настиле из шпал перекрывающем кювет.

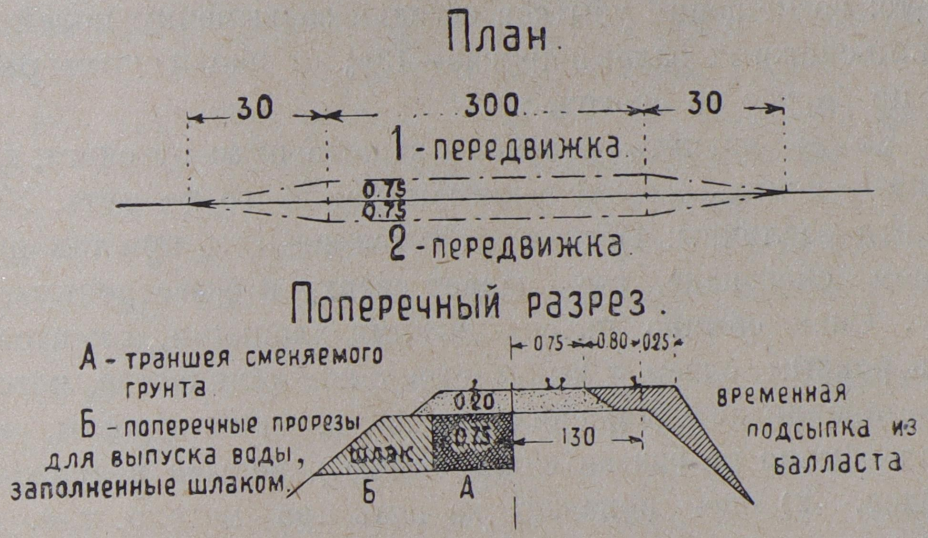
Производство работ без закрытия перегона состоит в том, что путь сдвигается в сторону, по возможности на столько, чтобы после сдвижки его можно было вырыть всю траншею для замены пучинистого грунта; если этого сделать нельзя, то путь сначала сдвигается в одну сторону на столько, чтобы можно было вырыть половину траншеи (по ширине); затем, произведя замену грунта в этой половине, путь сдвигается в другую сторону на столько, чтобы можно было вырыть вторую половину траншеи; заменив в ней грунт, путь сдвигается на место (см. черт. 54).

Начало и конец траншеи не должны заканчиваться отвесными стенками, а смененный грунт с несмененным должен соединяться постепенным переходом.

Способ борьбы с пучинами помощью понижения грунтовых вод заключается в том, что, или углубляют кюветы, укрепляя их бока стенками из шпал, или перехватывают грунтовые воды путем устройства глубоких, нагорных канав со стороны притока грунтовых вод.

Защита полотна от промерзания может быть устроена помощью увеличения толщины балластного слоя (до 0,60 метра).

Наконец, борьба с пучинами, являющимися результатом наличия в теле насыпи балластных корыт, состоит в том, что из этих корыт отводится вода помощью устройства дренажей, именно канав, прорытых в бок насыпи к дну корыт и заполненных щебнем или песком.



Черт. 54.

Указанные радикальные меры по борьбе с пучинами, именно: работы по замене грунта, понижение грунтовых вод, увеличение толщины балластного слоя и осушение балластных корыт производится в течение летнего сезона; зимой же производятся лишь указанные выше работы по исправлению испорченного пучинами пути. Работы эти на наших железных дорогах в нашем климате отнимают много времени, труда и денег.

§ 20. Борьба со снегом.

А. Условия попадания снега на путь.

Другой серьезной работой зимнего периода на наших железных дорогах является борьба со снегом: защита пути от снежных заносов и очистка путей от снега. На работу эту на наших русских железных дорогах, вследствие климатических и территориальных условий нашей страны, тратится громадное количество денег и труда. На одну только очистку путей от снега тратилось в довоенное время около

200 рублей на версту дороги, не говоря уже о тех убытках, с которыми были сопряжены всякие перерывы в движении поездов, вызванных снежными заносами. Все расходы по борьбе со снегом, согласно статистических данных, за последние 10 лет довоенного периода на Московско-Курской, Нижегородской и Муромской жел. дорогах распадались на расходы, по защите путей от снега, составлявшие 23%: расходы по очистке путей от снега—64% и прочие расходы, как-то: возмещение убытков соседям за вымочку полей при таянии снежных валов и другие—13% от общей суммы расходов по борьбе со снегом.

Чтобы изучить вопрос о защите пути от снега, необходимо уяснить себе условия попадания его на путь. Условия эти различны: 1) снег ложится на путь при так называемом снегопаде, т.-е. падает сверху в безветренную погоду. Снег обычно падает мягкими хлопьями, ложится на путь ровным слоем и выпадает в таком количестве, которое не останавливает движения поездов, и, таким образом, снегопад обычно не связан с опасностью перерыва в движении поездов, 2) снег попадает на путь при метели, т.-е. при действии ветра, который дует в течение более или менее продолжительного времени, иногда в течение недели и более и который несет с собой тучи снежной пыли. Снегом этим струя воздуха насыщается отчасти падающим сверху снегом, если метель соединяется с снегопадом; главным же образом тем снегом, который ветер сдувает, срывает, сметает с поверхности земли и несет с собой целыми тучами—метет.

Различают метель низовую или, так называемый, поземок, когда ветер дует по поверхности земли, обычно под углом 5° к горизонту, и метель верховую, когда ветер бушует в верхних слоях атмосферы. Наиболее опасной является метель низовая, поземок, ветер, дующий по поверхности земли и постоянно насыщающийся новыми запасами снега, сдуваемого с поверхности, на которой снег скопился от всех пред'идущих снегопадов.

Для того, чтобы ветер в состоянии был нести с собою снег, чтобы снежинки были во взвешенном состоянии, необходимо, чтобы скорость движения воздуха была не меньше определенной величины. Что касается до того, какова же величина этой скорости, то, согласно опытным данным

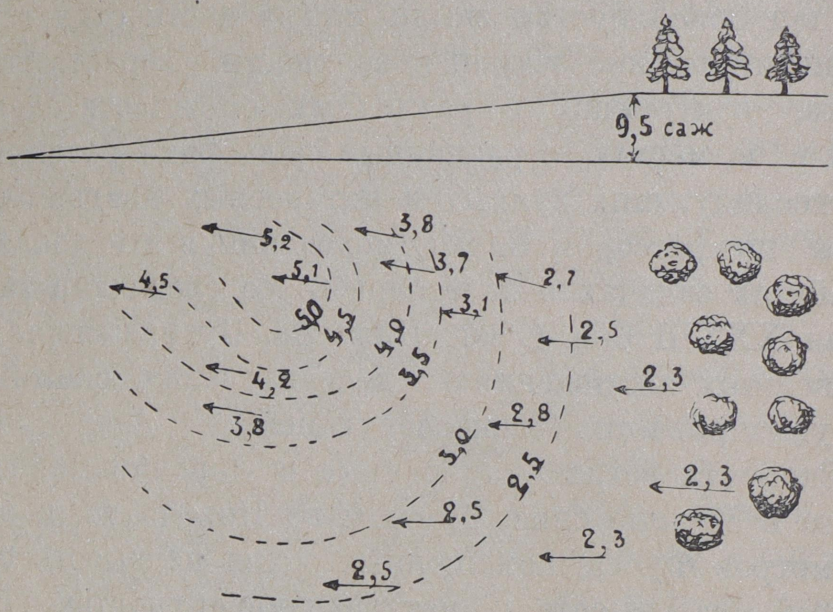
Курско-Харьково-Севастопольской жел. дороги, таковая должна равняться 4 метрам в секунду, согласно же наблюдения инженера Савельева в Киеве—10 метрам в секунду. Полученная расходимость может быть об'яснена неидентичностью самого производства опытов: скорость движения воздушных струй могла быть измерена на различных высотах над поверхностью земли или в местностях с различной конфигурацией земной поверхности. Скорость движения воздуха, измеренная в различных по высоте слоях атмосферы и в местах с различным рельефом—различна. Так, из нижеследующих данных и интересных диаграмм, приведенных профессором В. К. Дмоховским в его докладах: „О ближайших задачах в деле борьбы со снежными заносами" (доклад XXXIII Сов. С'езд. Инж. Сл. Пути; ноябрь 1920 г.), „О новейших достижениях в деле изучения снежных заносов" усматривается нижеследующее:

Скорости ветра, измеренные в Аэродинамическом институте в Кучине близ Москвы на Нижег. ж. д. помощью анемометров Фусса, помещенных один на высоте 0,15 мет., а другой на высоте 1 мет. над поверхностью снежного покрова, получились, согласно нижеследующей таблицы:

	Высота расположения анемометров над поверхностью снежного покрова.	
	0,15 мет.	1 мет.
1 Наблюд.	1,13 $\frac{\text{метр}}{\text{сек.}}$	4,02 $\frac{\text{метр}}{\text{сек.}}$
2 „	0,30 „—„	2,17 „—„
3 „	2,10 „—„	5,12 „—„
4 „	2,67 „—„	5 „—„
5 „	2,50 „—„	4,93 „—„
6 „	0,73 „—„	4,23 „—„

Уменьшение скорости у поверхности можно об'яснить трением воздуха о поверхность.

Скорости воздуха в зависимости от рельефа местности изменялись согласно ниже приведенной диаграммы следующим образом: скорость ветра, спускающегося по склону после препятствия (леса), постепенно увеличивается и при приближении к подошве склона постепенно уменьшается: 2,3 метра; 5,2 мет.; 4,5 мет.; 4,2 метр. (см. чертеж 55).



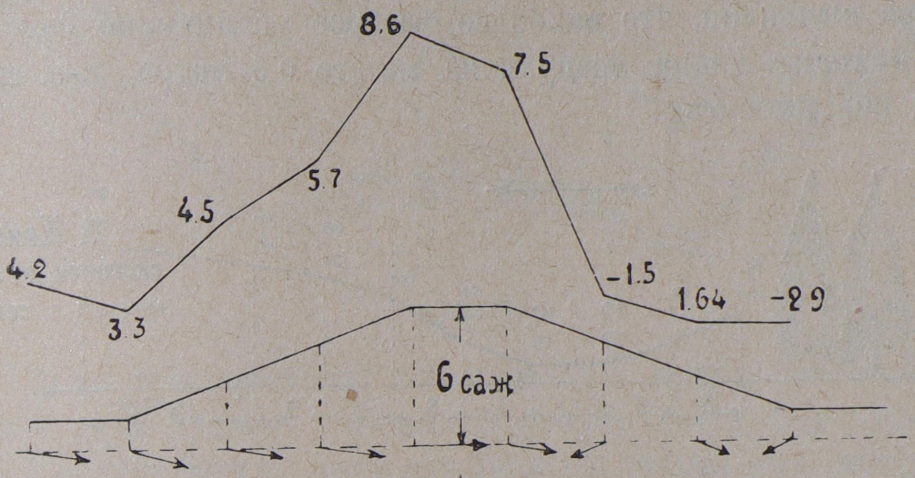
Черт. 55.

Указанные данные напечатаны в 1916 г. А. Кайгородовым в издании Главного Военного Метеорологического Управления в труде под заглавием: „Материалы по учету влияния рельефа местности на скорость и направление ветра у поверхности земли.

Из следующего графика (см. черт. 56) усматривается, что ветер, поднимающийся по склону шестисаженной железнодорожной насыпи, несколько замедляет свою скорость у подошвы насыпи; затем эта скорость возрастает и достигает своего максимума над вершиной насыпи. Затем скорость резко падает почти до нуля, после чего ветер меняет свое направление в обратную сторону—появляются вихревые движения.

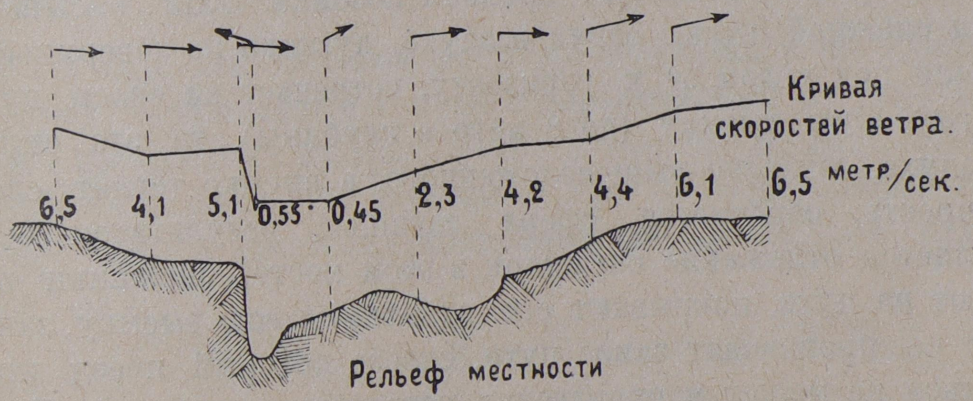
Протекание воздушного потока по оврагу показано на нижеследующем чертеже (57), из которого усматривается,

что изменения скорости следуют за всеми неровностями земной поверхности, причем в местах резкого изменения склона скорость падает почти до 0 и замечается вихревое движение. Степень ослабления скорости ветра тем менее, чем менее так называемый „размыв“ оврага, т.-е. отношение глубины к ширине и чем положе его склоны.



Черт. 56.

Вышеприведенное ясно рисует характер воздушных потоков над насыпями, благодаря которым происходит сдувание снега с насыпей и характер явления в выемке, из которого усматривается, что для устранения появления области затишья в выемке следует в них ширину по низу

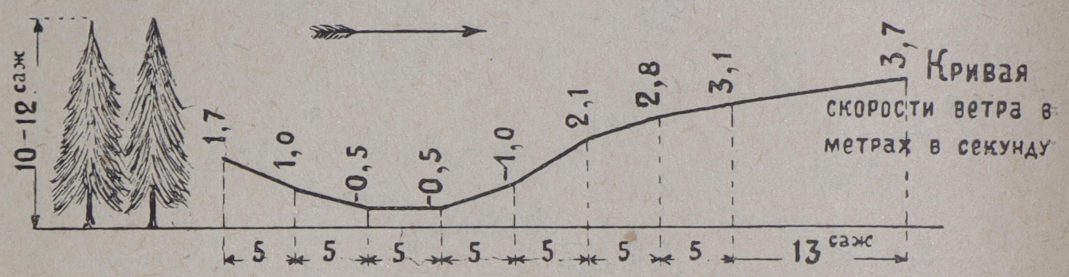


Черт. 57.

возможно увеличивать, а откосы делать возможно более пологими. Из нижеследующего чертежа (58) усматривается, как ветер, пройдя над лесом у очень густых и высоких елей (10—12 саж.), резко уменьшает свою скорость до 1 метра в секунду, в 5 саженях от опушки; затем на протяжении около 15 саженей образуются вихревые движения, затем

скорость быстро возрастает и достигает 4 метр. в сек. на расстоянии около 50 саженей от опушки. Область затишья или так называемая анемометрическая тень распространяется на протяжении, превышающем высоту крайних деревьев леса на опушке в 5 раз.

Из опытов Аэродинамическаго Института над скоростью ветра выяснено, что наиболее быстрое увеличение скорости происходит в слое воздуха на высоте 0,5 метра, т.-е. почти над поверхностью.

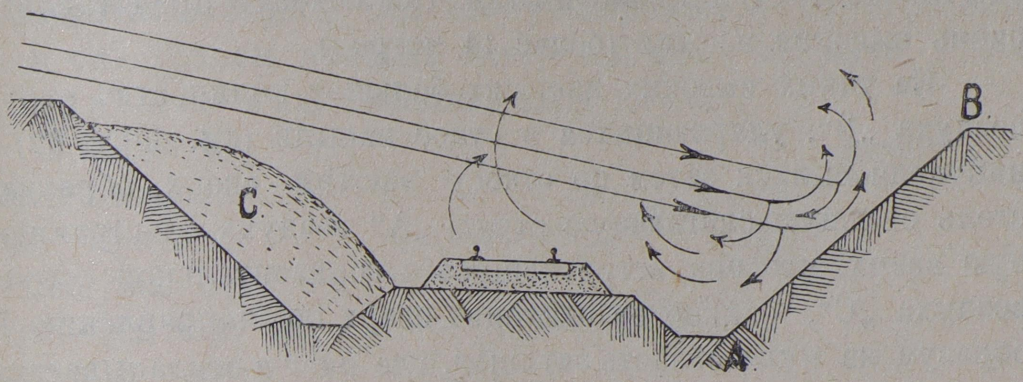


Знак - обозначает обратное направление ветра (обратный ход анемометра)

Черт. 58.

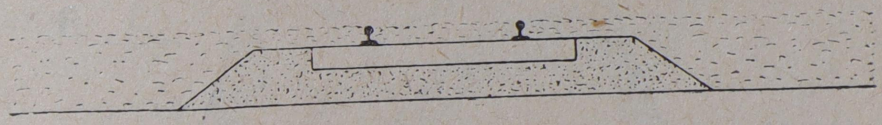
Рассмотрим, как откладывается снег в различных частях пути при беспрерывном действии в течение более или менее продолжительного времени поземка. Если насыщенная снежной пылью струя воздуха, дующая по поверхности земли под углом 5^0 к горизонту, встречает на своем пути неглубокую выемку (до 8 метров глубины), то эта струя воздуха, согласно вышеизложенного, в выемке теряет свою скорость, образуется сфера затишья, результатом чего является отложение снежинок в этом месте—снежинки падают на путь, покрывают его, заполняют всю выемку, заносят ее, производят занос пути, сквозь который поезд пробиться не может и производят остановку движения. Если ветер встречает на своем пути более глубокую выемку (более 8 метров), то в этой выемке получается нижеследующее, изображенное на чертеже, движение струй воздуха: струи воздуха, ударившись об откос выемки АВ, разделяются на две ветви: верхнюю и нижнюю; в выемке образуются вихревые воздушные движения, которые не дают снегу отложиться на путь; отложение снега получается только в

месте „С“; путь остается незанесенным и, таким образом, глубокая выемка является, с точки зрения заносов, не опасной. (черт. 59).



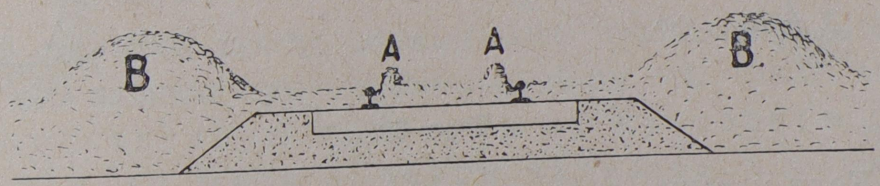
Черт. 59.

Если путь проходит по нулевому месту, то засыпав снегом путь вровень с головкой рельса (черт. 60), засыпав пространство между рельсами (как бы небольшую выемку), ветер не встречает далее препятствий своему движению и свободно проносит снег через путь. Так будет продолжаться



Черт, 60.

до тех пор, пока нулевое место не обратится в неглубокую выемку: расчищаемый с пути и сбрасываемый по сторонам снег, превращает нулевое место в выемку и путь становится заносимым. Образующиеся при проходе поездов гребешки „А“ у рельсов, выдавливаемые ребордами колес,

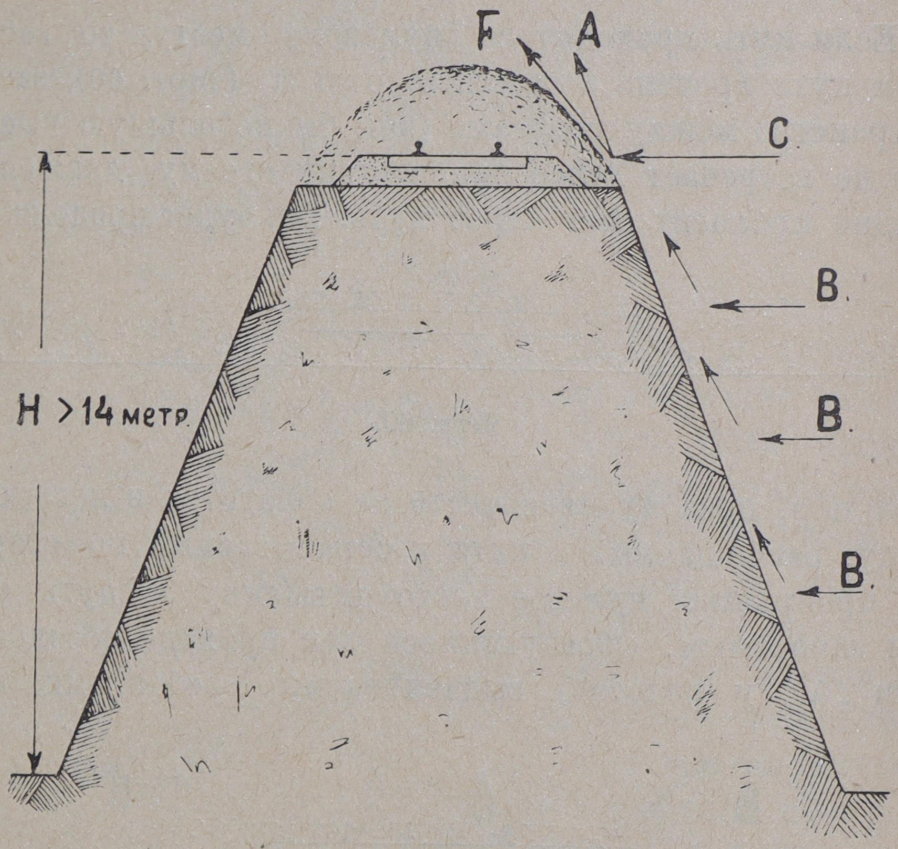


Черт. 61.

также превращают нулевое место в выемку и при дальнейшем поземке путь будет занесен вровень с вершиной гребней „А“ или с кучами „В“ очищенного снега, если таковые сложены вдоль пути. (черт. 61)

Насыпи обычно снегом не заносятся, так как, согласно вышеизложенного, ветер приобретает над насыпью большую скорость, ветер сдувает весь снег с насыпи и насыпи посему обычно считаются незаносимыми. Исключение представляют очень высокие насыпи (более 14 метров).

На таких высоких насыпях большое количество струй воздуха „B“, ударяющихся в откос насыпи (см. черт. 62) и направляющихся затем по откосу насыпи вверх, образуют столь сильную слагающую струю „A“ воздуха, направленную вверх, что она, встретившись с горизонтальной струей воздуха „C“, сильно ее отклонит вверх по направлению F, образуя на пути область затишья, где снег и откладывается, образуя занос.

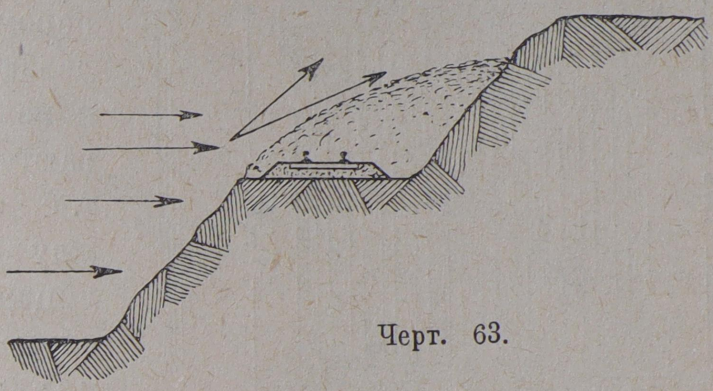


Черт 62.

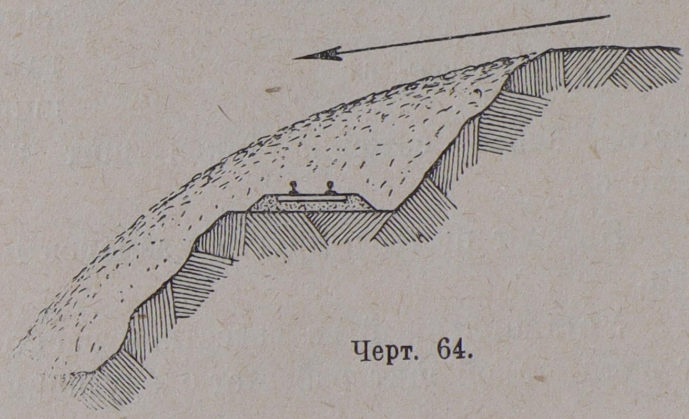
Если насыпь, хотя и не очень высокая, но очень широкая, как, например, станционная площадка, то там также может образоваться занос и именно вследствие тех прецятствий, которые ветер встречает при своем движении, как-то: стоящие поезда, склады материалов, станционные здания и другие.

Если путь проходит по косогору, то он всегда подвержен заносам. В самом деле: дует ли ветер со стороны подошвы или с обратной стороны, в месте расположения пути образуется затишье, как это усматривается из чертежей 63 и 64. Таковы условия отложения снега на путь в открытых, безлесных, незащищенных местах.

Если железнодорожная линия проходит лесом, там поземков быть не может и пути угрожают только снегопады, которые, как мы видели выше, не представляют опасности перерыва движения. Посему никаких особых мер для предохранения пути от заносов в лесу не принимается, хотя бы путь проходил в выемке.



Черт. 63.



Черт. 64.

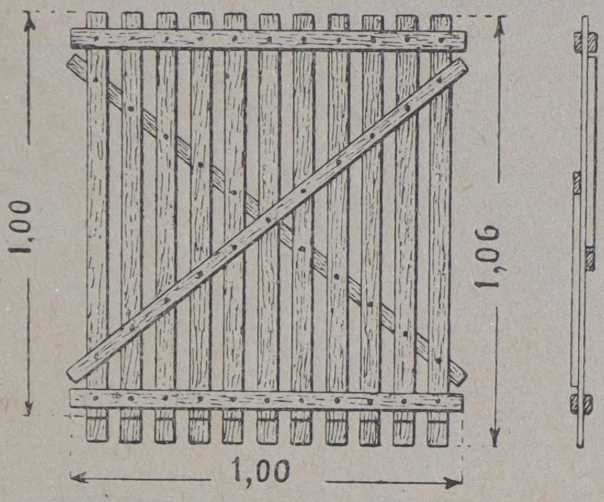
В. Защита пути от снега.

а) Помощью переносных щитов.

В открытых местах должны быть принимаемы особые меры для защиты пути от заносов. Меры эти заключаются в искусственном создании на известном расстоянии от пути области затишья, в каковом и будет отлагаться несущийся при поземке снег, не доходя до пути. Указанная область затишья получается помощью устройства особого рода защит, именно, особых заборов и живых изгородей (деревьев или кустов).

Заборы бывают постоянные и переносные, обычно деревянные, иногда из снега (снежные валы), очень редко каменные.

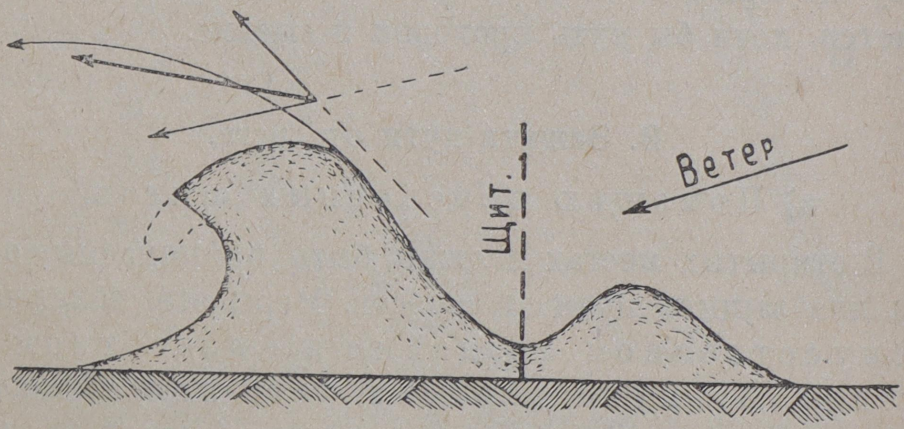
Рассмотрим сначала наиболее употребительные в настоящее время и представляющие наиболее совершенный способ защиты—переносные деревянные заборы, именно, так называемые переносные щиты. Щиты эти изобретены и впервые применены в 1868 году на Московско—Нижегородской ж. дороге инженером Титовым. Щиты делаются из шелевки и из драни и устраиваются решетчатыми, т.-е. с просветами между отдельными драницами. В большинстве случаев драницы устанавливаются вертикально (реже горизонтально); высота и ширина обычно равняется одной сажени. Такой щит изображен на чертеже 65.



Черт. 65.

Бывают щиты и других размеров и другой конструкции.

Установленный на известном расстоянии (около 50 м.) от пути, такой щит работает следующим образом: (черт. 66).



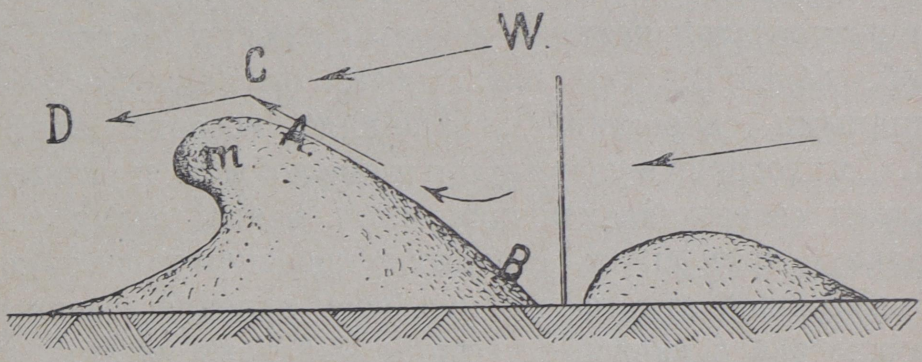
Черт. 66.

Двигающийся с определенной скоростью и несущий снежную пыль ветер встречает на своем пути щит. Некоторые струи воздуха ударяются о драницы щита и теряют свою скорость. Другие струи воздуха с большой скоростью про-

носятся через промежутки между драницами; пройдя через узкие щели и вырвавшись на широкий простор, эти струи также теряют свою скорость. Таким образом перед щитом и за щитом образуется затишье, где откладывается снег, образуя вал как перед щитом, так и за щитом (между щитом и путем). Указанные потери скорости ветра и полученная область затишья близ щита, согласно теоретических исследований профессора Н. Е. Жуковского (см. выпуск VIII от 1915 г. Известий Московского Института Инженеров Путей Сообщения) являются результатом не только наличия преграды движущемуся ветру, в виде снегового щита, но и результатом наличия довольно сложных вихревых движений, образующихся близ щита. Эти вихревые потоки с различными скоростями „вращения", говорит профессор В. К. Дмоховский в упомянутом выше докладе, и различными орбитами своего перемещения, сталкиваясь между собой и парализуя друг друга, создают в конечном итоге то состояние воздушной атмосферы, при коем явление взвешивания утрачивается и снежные частицы выпадают из этой атмосферы на землю.

Для изучения теории работы щита в Аэродинамическом Институте в Кучине (близ Москвы, по Нижегородской ж. д.) были организованы интересные опыты, заключавшиеся как в наблюдениях над отложениями снега у щитов различных конструкций, так и в опытах с получением на железных пластинках спектров при продувании в аэродинамической трубе порошка ликоподия сквозь модели щитов различной конструкции. Опыты со снегом установили преимущество щита с вертикальными решетками, сравнительно с таковыми с горизонтальными, как с точки зрения количества собираемого снега, так и плотности его (на 33% плотнее). Лабораторные опыты с порошком ликоподия дали возможность сделать выводы, что с увеличением скорости ветра увеличиваются вихревые явления за щитом, а также увеличиваются и сгущения отложившихся частиц, и что эти вихревые явления и сгущения будут при щитах с вертикальной решеткой более, чем с горизонтальной, и, наконец, что результатом указанных вихревых явлений является образование пустот близ самого щита. Кроме сего, были произведены оцыты с продуванием в аэродинамической трубе

естественного снега сквозь модели щитов различной конструкции и получены отложения, подобные наблюдаемым в действительности. Прошедшие через щели струи воздуха, ударяясь об образовавшийся снежный вал за щитом, отклоняются вверх, двигаются по наклонной поверхности „AB“ этого вала и, встретившись с струей воздуха W (наклоненной к горизонту под углом около 5°), дают равнодействующую „CD“ (черт. 67), которая придает верхней части вала указанную на чертеже конфигурацию, образуя впереди характерный гребень „m“..



Черт. 67.

Таким образом, несомый поземком снег, благодаря образовавшемуся у щита затишью, откладывается близ щита, не доходя до пути. Некоторые полагают, что по мере роста снежного вала, часть снега, срываясь с вала, подхватывается в воздух и переносится через путь (см. Стаханов. Верхнее строение и его ремонт, ст. 185). „В существовании этого переноса“, говорит инженер А. Н. Стаханов, „можно убедиться, если в ясный день во время сильного поземка стать по линии щитов; тогда можно видеть, как снег, сначала текущий по снеговой поверхности, пройдя щит, частью откладывается в вал, частью же поднимается в воздух с гребня в виде дыма. Отсюда вытекает народное выражение: сугробы курятся“.

В доказательство наличия переноса приводится и соображение, что вряд ли вал может вместить в себе все то количество снега, которое во время поземка несется к пути. Другие полагают, что переноса снега через путь не бывает, а что весь снег, несомый поземком, укладывается в вал. Обращая внимание на очень большую плотность снега, со-

бранного валом, они полагают возможным уложиться в вал всему несомому поземком снегу.

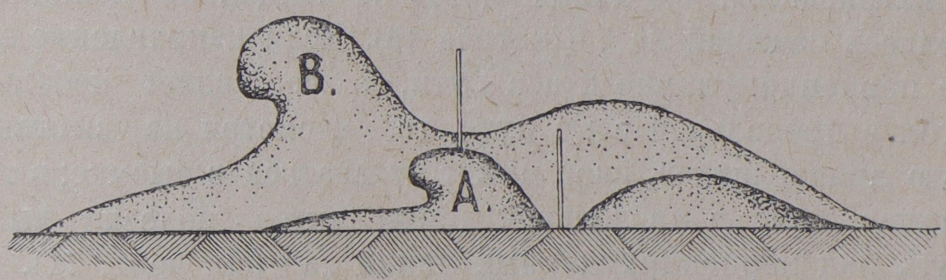
Вопрос о переносе указанными выше опытами в Аэродинамическом Институте не разрешен.

Неразрешение вопроса о переносе снега через путь не мешает, однако, пользоваться щитом, как прекраснейшим орудием борьбы с поземками, как наилучшей защитой от заносов. Правильно оперируя со щитом, можно при метелях, не переходящих за границы нормальных стихийных явлений (не являющихся каким нибудь исключительной силы буранами) (force Majeure), успешно бороться с заносами.



Чарт. 68.

Операции со щитом должны заключаться в своевременных его перестановках. Когда снежный вал у щита стал высотой, равной высоте щита, этот последний перестает работать, перестает собирать снег в вал; вся область затишья, которую создал щит, использована, вся заполнилась снегом; вновь приносимый ветром снег будет откладываться за щитом (со стороны пути), образуя откос с уклоном от 1/8 до 1/12 (чем сильнее ветер, тем откос положе), а перед щитом (со стороны поля) с уклоном от 1/5 до 1/12 (чем сильнее ве-



Черт. 69.

тер, тем откос круче). Все пространство между щитом и валом засыпается снегом (см. черт. 68). Не допуская, чтобы щит заработался, следует его переставить на вал „А“ со стороны пути (см. черт. 69). Тогда щит вновь начинает работать и вновь собирать уже более высокий вал „В“. Делая

своевременно такого рода перестановки, можно, не давая щитам заработаться, заставлять их постоянно работать, все увеличивая высоту валов и предохраняя путь от заносов. В течение зимы удается сделать перестановок 8, иногда и более.

Такова работа переносного решетчатого щита.

Такие щиты желательно ставить на расстоянии 50 метров от верхнего обреза выемки со стороны господствующих ветров и на расстоянии 30 метров со стороны противоположной. Такое расстояние вполне достаточно, чтобы в конце зимы снег, откладываемый за щитом во время метели, не дошел до пути. Что касается до линии щитов в плане, то обычно щиты устанавливаются следующим образом:

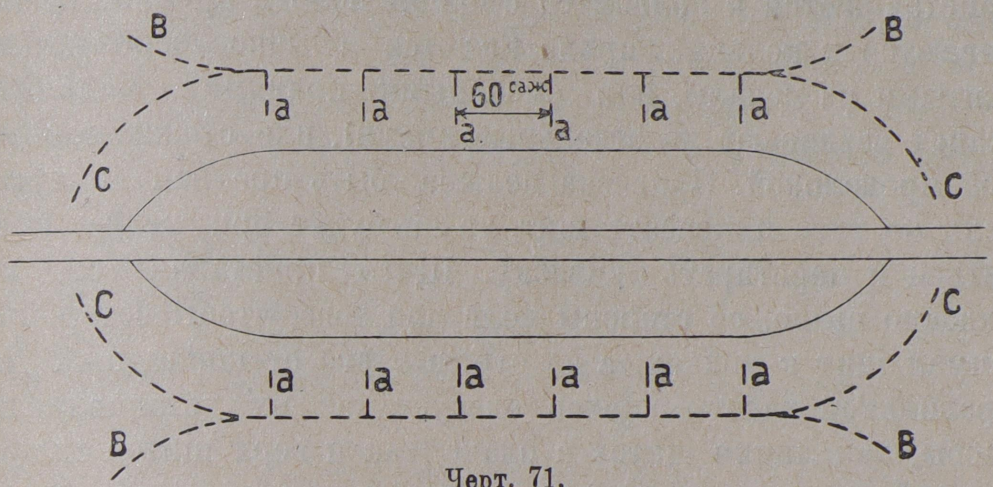


Черт. 70.

выемка ограждается, согласно чертежа 70, из которого усматривается, что линия щитов по концам не доходит до рельсов саженей на 7 ((метров 15). Если направление ветра не перпендикулярно к оси пути, а составляет небольшой угол. с продольной осью пути, то, несмотря на выставленную линию щитов, снег может отлагаться в выемке; в таком случае, помимо продольной линии щитов, полезно выставлять ряд перпендикулярных линий „а“ (см. черт. 71).

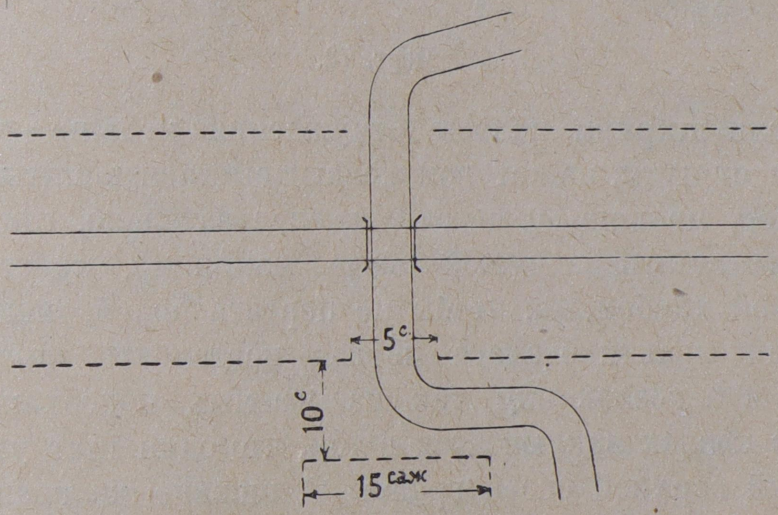
Для того, чтобы концы щитовой линии „С“, приближающиеся к пути, не собрали снежных отложений черезчур близко к пути, инженер Стаханов рекомендует концы щитовой линии отогнуть в сторону „поля“, именно, добавить щиты по линии „b“, как это показано на чертеже 71. Если выемка переходит в насыпь, то линия щитов продолжается до того места, где насыпь имеет высоту 1 метр.

Линию щитов у переезда можно располагать согласно чертежа 72: в основной линии щитов, против переезда, делают перерыв в 10 метров; против этого места выставляют вторую линию щитов длиной 30 метров, на расстоянии 20 метров от первой линии.



Черт. 71.

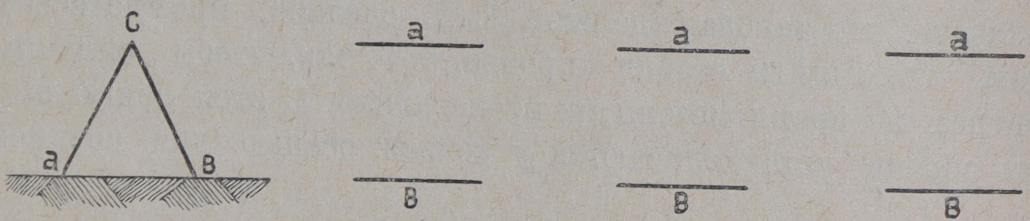
Переходя к вопросу о самой постановке щитов, нужно сказать, что таковая должна быть сделана, прежде всего, так, чтобы щиты стояли прочно, т. е. так, чтобы сильным ветром во время метели их не повалило. С этой целью щиты обычно устанавливаются у кольев: осенью (для средней



Черт. 72.

полосы России в начале октября) вдоль намеченной линии щитов выставляют ряд деревянных кольев. Если грунт мягкий и не мерзлый, то колья прямо втыкают в землю; если же грунт твердый, например, глинистый или мерзлый, то

предварительно делаются ямки или железным ломом или особым буром. Колья ставятся один от другого на расстоянии немного меньшем, чем длина щита, именно на таком расстоянии, чтобы один щит заходил за другой и крайние драницы соседних щитов перекрывали одна другую. Щиты приставляются к кольям со стороны поля и прочно привязываются к кольям, привязываются обычно веревочками, свитыми из мочалы, или смоляными прядями от канатов (канат развивают на отдельные пряди), или отожженой печной проволокой. Привязка должна быть прочная и тугая; если не туго привязать щит, то он будет при ветре колебаться и перетирать привязку. Щиты приставляются, как указано выше, со стороны поля для того, чтобы ветер прижимал щит к кольям, а не отрывал его от последних. Для правильной работы щитов следует так их устанавливать, чтобы, как линия щитов в плане, так и верх щитов шли по прямой или по плавной кривой без резких перерывов и изгибов.

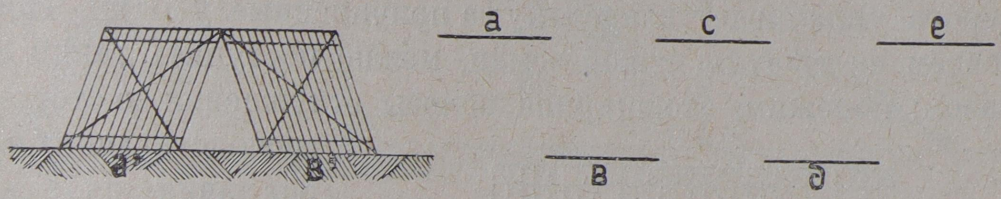


Черт. 73.

Если ширина полосы отчуждения меньше того расстояния от пути, на котором желают выставить щиты, осенью, например, меньше 50 метров, и, следовательно, щиты приходится ставить на чужой земле, например, крестьянской, засеянной хлебом, то, чтобы не портить полей, некоторыми дорогами практиковалась первая постановка щитов не у кольев, а в козлах или так называемых подсохах. Постановка в козлах заключается в том, что один щит упирается в другой верхней своей гранью C, нижние же грани их a и b расходятся, как это показано на 73 чертеже.

Пара таких щитов ставится от другой пары на расстоянии, равном длине щита; таким образом, между каждой поставленной в козлы парой щитов получается промежуток, по которому снег свободно проносится. Если бы ставить щиты без этих промежутков, то не хватило бы щитов—их

потребовалось бы вдвое более, чем при обыкновенной постановке у кольев. Чтобы не делать указанного выше промежутка, можно поставить щиты в козлы цепью, т. е. так, что два рядом стоящие щита будут касаться между собой не по всей верхней грани, а лишь одним верхним углом, как это показано на чертеже 74, где линии a, d, c, d, e показывают положение в плане нижних граней щитов, a′, b′, c′, d′, e′, и т. д. Такая постановка цепью, конечно, весьма не прочна и при сильном ветре щиты, поставленные цепью, бычно падают.



Черт. 74.

Постановка на подсотах заключается в том, что одной своей гранью a щит лежит на земле, а другая, противуположная грань b, ближайшая к пути, приподнята, примерно, на 0,15 саж. (30 сантиметров) над землей и упирается в особые подставки c (деревянные планки). Ветер W может у щита собрать известное количество снега.

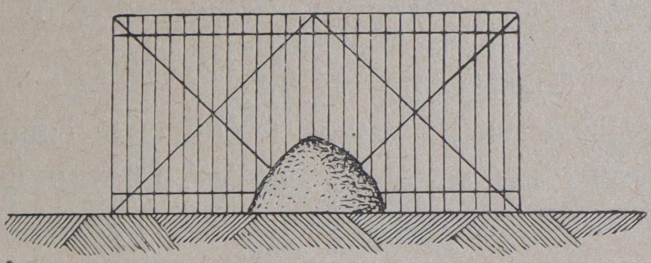


Черт. 75.

Когда у щитов, поставленных в козлы, цепью или на подсохах, накопится достаточное количество снега, то в собранные из этого снега кучи втыкают колья и к последним привязывают щиты; если кольев нет, то выставленные в ряды щиты обсыпают в местах их соединения кучей снега высотой около 1/3 высоты щита, как это показано на черт. 76.

Снег в куче должен быть хорошо утрамбован. Имея в виду, что постановка щитов в козлы, цепью или на подсохах весьма непрочна и при сильном ветре сопряжена с возможным падением щитов, указанная постановка рекомендована быть не может. Отношением от 4/5 сентября 1908 г. за № 21791 бывшим Министерством Путей Сообщения запрещалось ставить щиты в козлы и предписывалось ставить их прямо у кольев.

Иногда при недостаточной ширине полосы отчуждения и при отсутствии соглашения с владельцами первая постановка щитов делалась по границе отчуждения, но затем, по мере выпадания снега, когда постановка кольев в выпавший снег уже не грозит испортить чужих полей, щиты относились за границу отчуждения на должное расстояние от пути на чужую землю. Если образовавшийся первый, хотя и не высокий снежный вал на чужой земле причиняет, тем не менее, повреждение поля, именно, вымочку от весеннего таяния, скопленного этим валом снега, то составляется акт, и дорога уплачивает владельцу за причиненные убытки. Чтобы совсем не трогать чужой земли, можно поступить таким образом: положим, что ширина полосы отчуждения со стороны господствующих ветров равняется 15 саж. (30 метров). Первую постановку можно сделать на расстоянии 12 саж. (24 метра) от пути; затем, когда щиты соберут снежный вал, сделать перестановку „назад“, т. е. переставить щиты не на передний, ближайший к пути, а на задний вал, около границы отчуждения. Когда наступит время для следующей перестановки щитов, переставить их на передний вал; затем при следующей перестановке опять назад к границе отчуждения. После таких двух (иногда трех) перестановок „назад“ можно начать перестановку только „вперед“, т. е. с приближением к пути и постановкой щитов на передний вал.



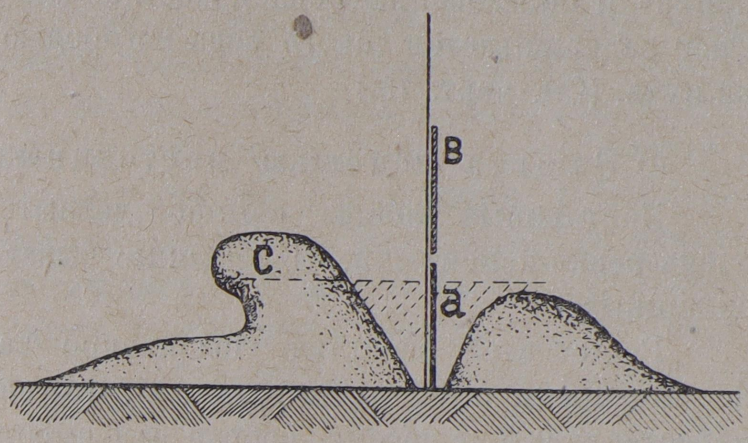
Черт. 76.

Вместо такого способа перестановок „назад“, можно при недостаточной ширине полосы отчуждения ставить щиты у высоких кольев, поставленных у границы отчуждения. Когда щит заработан, его не переставляют вперед, а поднимают вверх и привязывают к тем же высоким кольям, причем щит принимает положение b; под щит в пространство a подсыпают снег, срезав верхушку вала „c“ (см. черт. 77).

Когда щиты поднимутся до верхушки кольев, начинают делать перестановку вперед.

Самую перестановку щитов (независимо от того, какой

применяется способ перестановки) всегда следует делать немедленно после окончания метели и делать ее возможно скорее, не экономя на рабочей силе. Во время метели и бури постановка переставленных щитов бывает непрочна, так как трудно достигнуть тщательной работы при действии сильно леденящего ветра; работа стоит дорого и посему переставлять щиты во время метели следует только тогда, когда без перестановки щитов снежные отложения угрожают попасть на путь.



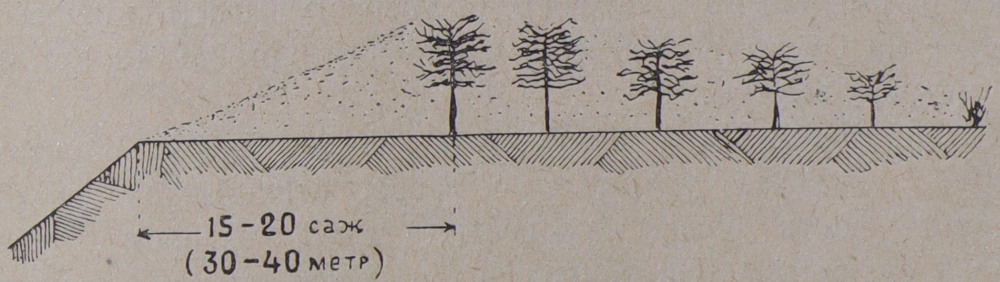
Черт. 77.

Такова работа переносных решетчатых щитов и таковы должны быть манипуляции с ними для защиты пути от заносов.

b) Защита помощью живых изгородей.

Помимо переносных щитов, имеются еще, как мы видели выше, постоянные защиты; к таковым относятся: живые изгороди и постоянные заборы.

Живые изгороди состоят из посадок хвойных (ель, сосна и др.) или лиственных (акация, ива, кратегус и др.)



Черт. 78.

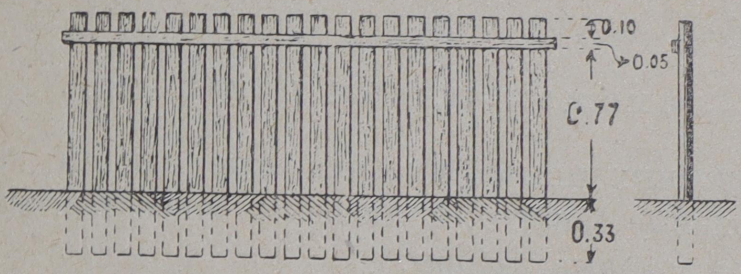
деревьев. Высота деревьев обычно колеблется от 3 до 5 аршин (от 2 до 4 метров). Хвойные деревья сажаются в два или три ряда в шахматном порядке, а лиственные в 8—10

рядов. Расстояние живой изгороди от верхней бровки выемки должно быть не менее 15—20 саженей (30—40 метров). Молодые побеги живой изгороди следует ежегодно (осенью) подстригать. Подстригание способствует загущению посадок понизу и образованию ровной жесткой поверхности поверху. Снег задерживается такого рода изгородью и не попадает на путь. (См. черт. 78.)

с) Защита помощью постоянных заборов.

Постоянные заборы обычно делаются деревянными, очень редко-каменными. Деревянные бывают решетчатые и сплошные.

Решетчатые работают совершенно также, как переносные щиты, с той лишь разницей, что они не могут быть переставляемы и посему, собрав вал высотой, равной своей высоте, они работать перестают; роль их кончается. Посему, чем выше постоянный забор, тем большее количество времени он будет работать, тем большее количество снега он может собрать в вал. Примером низкого постоянного забора может служить изображенный на чертеже 79 забор из шпал.



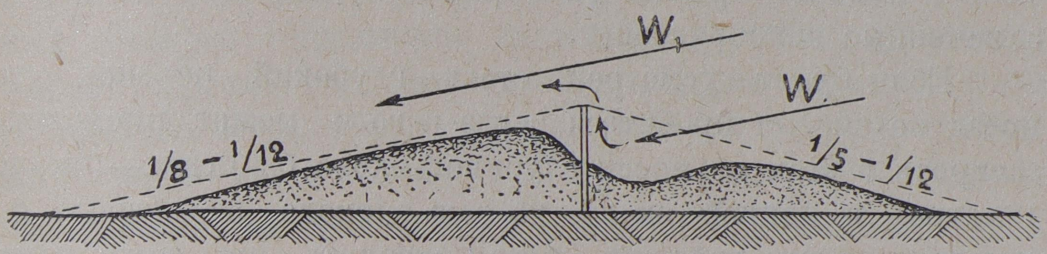
Черт. 79.

Когда такой забор занесен снегом, на него ставят переносный щит и с ним оперируют, как описано выше.

Высокие постоянные заборы бывают самой разнообразной высоты: до 3 саженей (6 метров) высоты, иногда и более; на Оренбургской ж. д. имелись заборы до 13 аршин (9 метров) высоты.

Постоянный сплошной забор работает таким образом: струя воздуха, ударяясь о забор, отклоняется вверх, теряет часть своей скорости; перед забором часть снега откладывается; направленная вверх струя воздуха соединяется с верхними струями и постепенно получает первоначальное направление около 5° к горизонту. За забором образуется затишье, где снег откладывается. Когда забор совершенно заработало, то около него образуется,

совершенно также, как в заработанном переносном щите, снежное отложение, с откосом 1/5 до 1/12 перед забором, т.-е. со стороны поля (чем сильней ветер, тем откос круче) и с откосом от 1/8 до 1/12 за забором (со стороны пути) (чем сильнее ветер, тем откос положе). (Черт. 80). Таким образом, формы отложений у совершенно заработанного, сплошного и решетчатого забора совершенно одинаковы. Форма же отложений у забора еще не занесенного, сплошного и решетчатого отличаются тем, что у сплошного забора снег складывается у самого забора, а у решетчатого на некотором расстоянии от такового, так как проходящие сквозь отверстия решетчатого забора струи воздуха создают вихревое движение воздуха, препятствующее снегу отложиться у самого забора.



Черт. 80.

Постоянные заборы ставятся обычно на расстоянии 15 или 20 саж. (30—40 метров) от обреза выемки. Так как они могут работать только до определенного момента, зависящего от их высоты, а затем их роль кончается, то позади линии постоянных заборов следует установить вторую линию переносных щитов, на расстоянии 10 саженей (20 метров) от них в сторону поля. Эти переносные щиты должны считаться за основную защитную линию, которая задерживает и накопляет главную массу снега, а постоянные заборы лишь за линию предохранительную. К моменту наступления метели все заработанные щиты должны быть переставлены, все щиты прочно установлены и туго привязаны, пути очищены от снега. Поздно делать перестановки заработанных щитов во время наступления новой метели. Все это должно быть сделано раньше. Метель должна быть встречена во всеоружии.

Каковы же меры во время самой метели? Прежде всего должны быть организованы правильные обходы пути, как путевой стражей, так и специально назначенными для сего рабочими, для осмотра состояния пути и его защиты с точки зрения количества выпавшего на путь или нанесенного на него снега, и с точки зрения качества постановки щитов и правильности их работы. Если назначенные в обход лица заметили небольшой перенос снега на пути, который они могут расчистить сами, или если увидят где нибудь завалившийся или непрочно установленный щит, образование гребешков на путях и вообще такой дефект, который могут исправить сами, то должны это сделать своими средствами; в противном случае немедленно сообщить артельному старосте (старшему рабочему), вызвать себе в помощь артель рабочих и привести в порядок замеченные неисправности.

Если будет усмотрен столь глубокий перенос, что поезд не сможет пробиться через него и может рисковать застрять в этом переносе глубиной около 0,50 саж.—(около 1 метра) и длиной около 25 саж.—(около 50 метров), то заметивший его рабочий обязан оградить его сигналами остановки и немедленно сообщить об этом артельному старосте и дорожному мастеру, для сообщения на ближайшие станции о закрытии перегона и о принятии немедленных мер к расчистке переноса. Для быстрой расчистки такого рода переносов и всякого рода других нетерпящих отлагательства работ по защите пути от заносов, у дорожного мастера, во время метели, помимо штатных ремонтных рабочих должны быть наготове приглашенные им поденные рабочие, снабженные в достаточном количестве необходимыми материалами, как например, лопат, мочалы для подвязки упавших щитов и т. п.

Если во время обхода будет замечено, что на такой-то версте ограждающие щиты упали, и артель вызванных рабочих, вследствие бушующего, сильного леденящего ветра, не в состоянии поднять упавших щитов, которые уже начали заноситься снегом, то необходимо немедленно, позади упавших щитов, выставить второй ряд щитов; по установке таковых, в районе упавших щитов образуется затишье, при наступлении которого возможно будет поднять упавшие

щиты. Разумеется, для возможности установки второй линии щитов, необходимо иметь запас таковых, сложенных в штабеля близ тех выемок, которые замечены и зарегистрированы, как опасные в смысле заносов. Если необходимого запаса щитов не имеется, то вместо них можно позади упавших щитов установить вал из снега, который также до известной степени может способствовать образованию затишья в районе упавших щитов.

Начальник участка пути, постоянно сносясь по телефону (или другим способом) с дорожными мастерами, следя за положением дела, дает соответственные распоряжения о защите пути, разрешает нанять необходимое количество поденных рабочих, выезжает для личного руководства работами в наиболее опасные, с точки зрения заносов, места. Узнав от машинистов приходящих поездов или от дорожных мастеров о трудности движения поездов, вследствие большого количества выпавшего снега, или большой силы встречного ветра, дает депешу с просьбой пускать пассажирские поезда двойной тягой и уменьшить состав товарных поездов на столько-то процентов (30% или 50%, в зависимости от величины сопротивления для движения поездов). Во время сильных метелей пассажирские поезда сопровождаются артелью рабочих около 25 человек с запасом необходимых инструментов—лопат и т. п. Для очистки пути от снега и облегчения движения поездов высылается снегоочиститель. Узнав о заносе в каком нибудь пункте своего участка, начальник участка организует вспомогательный поезд с рабочими и инструментами и сам выезжает для руководства работами по расчистке заноса.

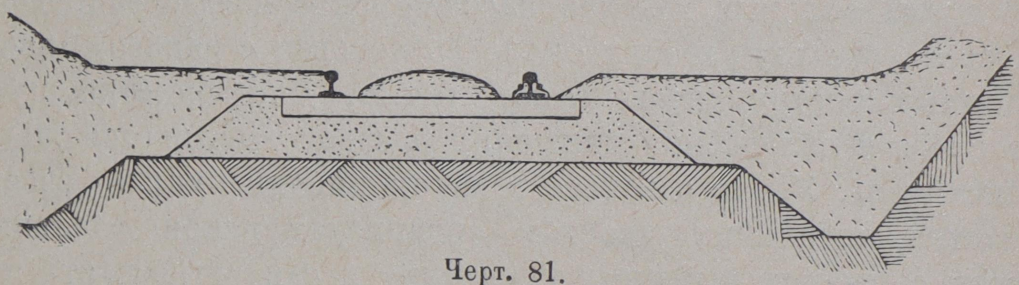
На станциях главное внимание должно быть обращено на очистку стрелок и на поворотный круг. Поезда желательно ставить через один путь один от другого и периодически передвигать и переставлять их с одного пути на другой—соседний свободный путь: если поезд стоит на месте, он быстро заносится снегом.

Для того, чтобы метель не застала врасплох, желательно изучить те признаки, которые бы указывали на ее приближение. С этой целью весьма полезна организация метеорологических наблюденнй за давлением барометра, температурой воздуха, силой и направлением ветра. Организация

метеорологических станций в известных пунктах дороги для упомянутых выше наблюдений может помочь учесть появление циклона, определить направление его движения и предсказать его появление в таких-то пунктах дороги. Между прочим, замечено, что появление метелей бывает обычно при сочетании определенных давлений барометра и определенной температуры для определенной местности; так, например, в Рязани метель обычно бывает при давлении барометра 745 м/м. и 8° мороза.

С. Очистка пути от снега и расчистка заносов.

Рассмотрев различные способы защиты пути от заносов, именно, различные мероприятия, которые препятствуют снегу попасть на путь, рассмотрим теперь вопрос об очистке с пути уже попавшего на него снега, при чем сначала рассмотрим вопрос об очистке снега при наличии движения поездов, т. е. при отсутствии заносов, вызвавших перерыв в движении, а затем вопрос о расчистке заносов и об освобождении застрявшего в пути поезда. Попавший на путь снег, должен быть очищен. Расчистка должна быть такова, чтобы внутри



Черт. 81.

колеи, вдоль рельса, снег был счищен до подошвы рельса на ширину лопаты, оставляя в середине колеи снег несколько выше подошвы рельса, как это изображено на чертеже 81; снаружи колеи снег в пролете между стыками обычно чистится вровень с головкой рельса, как это изображено с левой стороны чертежа 81; стыки же очищаются до подошвы рельса, как это указано с правой стороны того же чертежа. Для осмотра скреплений и добивки костылей периодически снег очищается до подошвы и снаружи колеи. На линиях, с интенсивным движением и с движением поездов с большой скоростью, очистка пути снаружи

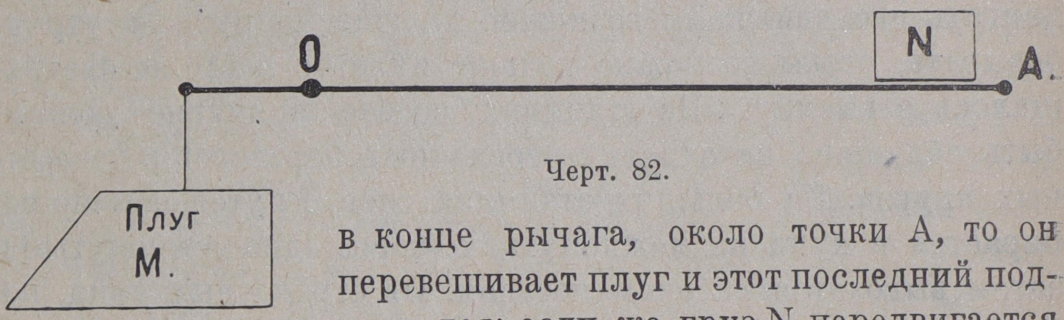
колеи и в пролете между стыками всегда должна производиться до подошвы рельса.

Что касается до порядка очистки, то таковая должна начинаться с наиболее трудных для движения поездов мест: на крутых и длинных под'емах, на под'емах, совпадающих с кривыми, на крутых кривых. Начинать чистить следует с вершины под'ема. Расчистку желательно производить через телеграфный пролет; при таком способе поезд, потеряв часть живой силы на нерасчищенном пролете, будет накоплять ее на расчищенном. Сначала следует чистить между рельсами. На переездах следует чистить между рельсами и контр-рельсами, так как в противном случае спрессовавшийся снег может быть причиной схода поезда. На нулях очищенный снег следует сбрасывать в подветренную сторону, отодвигать его движками возможно дальше от пути и утрамбовывать, чтобы возможно дольше нулевое место не превращалось в выемку. На станциях особое внимание должно быть обращено на очистку стрелочных переводов и поворотных кругов. На больших станциях снег с путей обычно собирается в кучи на междопутьях (через одно междопутье) и затем вывозится рабочим поездом. От стрелочных улиц, поворотных кругов и платформ снег убирается обычно конными подводами, а не поездом, так как таковой загородил бы ходовые пути. Очистку следует произвести возможно скорее, не дольше трех дней.

Очистка пути может производиться вручную, конными плужками и снегоочистителями. Очистка вручную является способом наиболее медленным и наиболее дорогим. Конные плужки бывают самой различной конструкции. Обычно они изготовляются на участке в собственных мастерских службы пути. Обычно делаются из дерева; некоторые части, как например, нос, обиваются железом. Весит плужок пудов около 5. Передвигается обычно парой лошадей со скоростью около 5 верст в час. Расчищает снег до 10 соток (20 сантиметров) толщины.

Наиболее совершенным механическим приспособлением для очистки пути от снега являются снегоочистители, каковых имеется два основных типа: плуговые и ротативные. Из плуговых в России нашли применение снегоочистители Бурковского, финляндского типа и друг. Снегоочиститель

Бурковского состоит из прицепляемого позади паровоза товарного вагона, под которым находится металлический плуг с раздвижными крыльями; во время работы крылья раздвигаются, а сам плуг опускается вниз к рельсам; когда снегоочиститель идет без работы или проходит по такому месту, как например, по мосту или по стрелочному переводу, где опущенный плуг с раздвинутыми крыльями мог бы задеть за перила или другие элементы моста или части стрелочного перевода, тогда плуг поднимается и крылья складываются. Поднятие плуга происходит очень быстро благодаря остроумному приспособлению, состоящему из вращающегося на горизонтальной оси рычага, к короткому плечу которого прикреплен плуг „М“, а по длинному плечу которого двигается груз N. Если груз N находится



Черт. 82.

в конце рычага, около точки А, то он перевешивает плуг и этот последний поднимается; если же груз N передвигается влево, к точке о, (см. черт. 82) то плуг опустится. Передвижение груза производится помощью цепи, натягиваемой помощью лебедки, вращаемой рабочими. Переведя груз влево и опустив плуг, его в таком положении закрепляют помощью особой щеколды; закрепив в таком положении, сейчас же груз передвигают обратно вправо к точке А, но, благодаря действию щеколды, плуг не поднимается; чтобы поднять его, нужно только выдернуть щеколду, так как груз уже передвинут вправо заранее.

Таким образом, при встрече с припятствием, в роде моста, стоит только выдернуть щеколду, и плуг моментально поднимается; вместе с тем автоматически складываются и крылья. Детальное описание снегоочистителя выходит за пределы настоящего изложения и посему мы ограничимся лишь сделанным выше схематическим описанием идеи самого обустройства. Ясно, что прицепленный к паровозу сзади последнего, снегоочиститель может расчистить лишь слой снега такой толщины, через которую может пробиться

паровоз (примерно сантиметров около 60; величина эта колеблется в зависимости от того, рыхлый-ли, легко пробиваемый снег, или наоборот, сильно уплотненный, спрессовавшийся). Расчищаемый с пути снег разбрасывается крыльями плуга в обе стороны, если снегоочиститель сконструирован для однопутной линии, или в одну сторону, если для двухпутной линии. Разбрасывается снег от пути на большее или меньшее расстояние (от 3 до 10 саженей—от 6 до 20 метров), в зависимости от скорости движения и количества снега. Чем скорее двигается паровоз, тем дальше разбрасывается снег в стороны. Снегоочиститель двигается со скоростью до 35 верст в час. Сопровождается снегоочиститель, кроме паровозной бригады, рабочими (человек 6), дорожным мастером, дающим сигнал о приближении опасного места, перед которым должен быть поднят плуг, и начальником участка пути или его помощником, руководящим работой снегоочистителя и дающим распоряжение о поднятии или опускании плуга снегоочистителя.

Все опасные для прохода снегоочистителя, места (мосты, стрелки и т. п.) должны быть ограждены особыми сигналами.

При обратном движении снегоочистителя, его необходимо повернуть, чтобы он шел носом вперед. Поворачивание производится помощью особого домкрата.

Снегоочиститель финляндского типа состоит из вагона, впереди и сзади которого имеется поднимающийся и опускающийся плуг, помощью которого разбрасывается снег в стороны. Снегоочиститель может быть прицеплен спереди или сзади паровоза. Вагонные снегоочистители, которые прицепляются впереди паровоза, могут расчищать слой снега толщиной до 75 сантиметров над головкой рельса.

Плуговые паровозные снегоочистители состоят из паровоза, к передней части которых прикрепляется плуг для разбрасывания снега. В некоторых системах плуг прикрепляется к паровозу (к буферному брусу и котлу) неподвижно, причем нож возвышается около 13 сантиметров над головкой рельса. В других системах плуг может подниматься и опускаться, а к тендеру прикрепляются крылья. Опускание плуга и поворачивание крыльев производится помощью тормаза Вестингауза.

Плуг и крылья в паровозных снегоочистителях с'емные, т.-е. могут быть подвешены к паровозу для производства очистки пути от снега и снимаемы после таковой.

Сравнительная стоимость очистки снега вручную, конными плугами и снегоочистителями по данным Московско-Виндавской жел. дор. по довоенным ценам приведена в нижеследующей таблице (см. Харламов Н. В. „Содержание рельсового пути и переводов", изд. 1923 г.).

Способ очистки.	Высота снега над головкой рельса в сантим.	Стоимость очистки на 1 килом. пути.	Стоимость очистки на 100 кубич. метров снега.	Примечание.
Вручную.	8	6 руб.	100 коп.	С уборкой валов гребками.
Конными плугами . . .	15	3 руб.	25 коп.	
Вагонными снегоочистителями	40	0,4 руб.	2,5 коп.	
Паровозными снегоочистителями	40	0,4 руб.	2,5 коп.	

Глубина снега почти не влияет на стоимость очистки снегоочистителями; мало влияет на стоимость очистки конными плугами и сильно влияет при очистке вручную.

Работа конными плугами производится в светлое время под наблюдением дорожного мастера. Плуг ограждается красными сигналами на расстоянии не менее 640 метров. О работе конными плугами дается предупреждение.

Снегоочистители имеют стоянку на деповской станции. Работа снегоочистителями производится обычно помощью резервных паровозов в пределах от депо до депо. По окончании работы в одном направлении снегоочиститель обычно возвращается обратно без работы. Снегоочиститель следует на правах рабочего поезда или поезда вспомогательного (это в том случае, если состояние пути внушает опасение за правильность движения).

Снегоочистители сопровождаются начальником участка пути (или его помощником или старшим дорожным мастером), который и руководит работой снегоочистителя.

На паровозе должен следовать дорожный мастер, который дает сигнал о приближении к опасному месту.

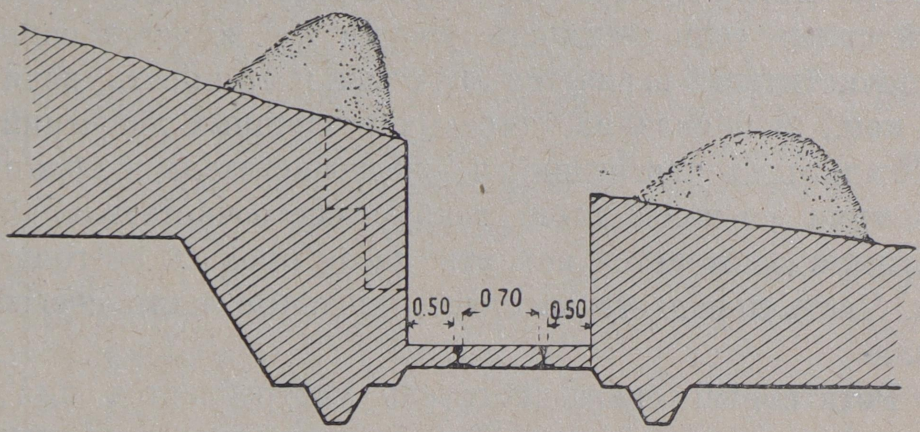
Снегоочиститель сопровождается участковым слесарем (для производства мелкого ремонта) и необходимым числом рабочих (две смены), для управления механизмом снегоочистителя.

К недостаткам, общим всем плуговым снегоочистителям, следует отнести: 1) снежные гребешки, остающиеся около рельсов после прохода снегоочистителя. На очистку этих гребешков приходится затрачивать довольно много рабочей силы; если стоимость уборки 1 к. с. снега помощью снегоочистителя равняется 1,14 коп.; стоимость дочистки 2,30 коп., 2) появление вихревых воздушных движений, сопровождающих двигающийся снегоочиститель и поднимающих тучи снежной пыли вокруг снегоочистителя. Часть этой пыли осаждается на путь после прохода снегоочистителя. Часть попадает и засоряет отдельные части снегоочистителя.

Ротативный снегоочиститель употребляется для расчистки глубоких заносов. Такой снегоочиститель имеет в передней своей части два вращающиеся около горизонтальной оси диска. В первом диске имеется серия расположенных по направлению радиусов отверстий и наклонных лопастей—(как-бы ножей), которыми разрыхляется скопившийся в заносе снег. Второй диск вентиляционный, всасывающий через отверстия первого диска разрыхленный снег и выбрасывающий его через поднимающуюся кверху и направленную затем в сторону трубу. В России нашел применение ротативный снегоочиститель Лесли. Высота слоя снега, расчищаемого ротативным снегоочистителем, равняется около 2½ метров.

Что касается до самого производства расчитки заносов, то нужно сказать следующее: по прибытии на место заноса нужно прежде всего оградить занесенное место щитами, будь то место ранее щитами не огражденное, или место, на котором щиты упали или совершенно заработаны. После ограждения производят самую расчистку заноса, причем, если он не глубокий, то сразу на всю требуемую ширину; если же занос глубокий, то, чтобы скорее пропустить поезд, расчистку ведут без разделки, т.-е. роют траншею такой ширины, чтобы можно было только поезду пройти, а именно, согласно чертежа 83, т.-е. траншею шириной 1,70

сажени (3,5 метра). Примерно через каждые 10 саженей (20 метров) роются ниши в шахматном порядке для того, чтобы в этих шахтах могли укрыться рабочие при проходе поезда. Чтобы стенки траншеи не обваливались при очень глубоких заносах, траншею следует рыть уступами, как это показано на чертеже 83 слева. Место заноса ограждается зелеными сигналами.



Черт. 83.

Если поезд застрял в заносе, то освобождение его производится помощью вспомогательного поезда, состоящего из вагонов с рабочими, инструментами и со щитами. Приехав на место заноса, следует прежде всего оградить место, где застрял поезд, щитами; затем производят самую расчистку заноса: расчищают путь перед паровозом застрявшего поезда саженей на 20 (метров на 40); а также расчищают снег с боков и из под паровоза и тендера; затем паровоз отцепляется от поезда и идет на расчищенное место; начинается расчистка вагонов, которые вытаскиваются паровозом застрявшего поезда; помощь в этой работе оказывает также и паровоз вспомогательного поезда. Чтобы вспомогательный поезд, остановившийся вблизи застрявшего в заносе поезда, сам не был занесен во время стоянки в течение производства работ по освобождению занесенного поезда, необходимо продвигать вспомогательный поезд взад и вперед и не давать ему стоять на одном месте.

Выше было изложено об очистке пути зимой. Весной до начала таяния, во избежание размыва балластного слоя и просадки шпал, снег должен быть очищен с верхнего строения пути, при чем с каждой стороны пути вырываются две

канавы:—одна по кювету, а другая на откосе балласта, при чем из последней делаются выпуски в первую помощью поперечных траншей через каждые 10 саженей (20 метров), чер. 84.

Если прилегающая к пути местность имеет наклон к пути, во избежание внезапного прорыва скопившейся за снежным валом воды, необходимо снеговые валы прорывать поперечными траншеями, чтобы вода постепенно сходила в кюветы, а не хлынула сразу на путь.



Черт. 84.

Для предохранения искусственных сооружений от повреждний весенними водами принимается ряд мер, как-то: прорытие русел и других, описанных ниже в § 25 и § 26

На станциях для стока воды от тающего снега должен быть также обеспечен хороший отвод воды помощью прорытия с осени канавок между шпалами. Если эти канавки в некоторых пониженных местах получатся настолько глубокими, что будут грозить устойчивости шпал, то нужно стенки шпальных ящиков укрепить досками, расперев их надлежащим образом.

Весной, когда минует опасность заносов, щиты убираются—сортируются и складываются в штабеля. В средней полосе России опасность заносов можно считать миновавшей в начале апреля.

III. РЕМОНТ НИЖНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ.

ГЛАВА VI.

Ремонт земляного полотна.

§ 21. Признаки в порядке содержащегося земляного полотна.

Нижнее строение пути, т. е. земляное полотно, на котором расположены балласт, шпалы и рельсы, должно, в правильно содержащемся пути, быть в таком же порядке, как и верхнее строение: размеры и конфигурация земляного полотна должны вполне соответствовать утвержденным чертежам; откосы насыпей и выемок иметь надлежащие, в порядке содержащиеся, укрепления дерновкой, мощением или другим, зависящим от местных условий, способом и т. д.

С течением времени приведенное в правильное состояние земляное полотно выходит из такового. Внешние агенты, как-то: различные стихийные силы природы и силы, действующие на путь при движении поездов, постепенно, а иногда и внезапно расстраивают земляное полотно и таковое должно быть исправляемо.

Исправление или, так называемый, ремонт земляного полотна составит предмет нижеследующего изложения, при этом будут рассмотрены, как обыкновенный периодический текущий ремонт земляного полотна, так и ремонт, вызванный внезапным повреждением полотна, например, от ливневых и весенних вод и заключающийся в приведении разрушенного пути в кратчайший срок в такое состояние, чтобы можно было пропустить по разрушенному полотну поезда, а затем в приведении полотна в нормальное, совершенно правильное состояние.

Рассмотрим сначала общие признаки правильно уложенного и в порядке содержащегося земляного полотна. Признаки эти нижеследующие:

a) Поперечное сечение земляного полотна в насыпи имеет вид призмы, причем ширина полотна по верху на магистральных линиях русских железных дорог для одного пути=5.60 метр.

Ширина полотна по верху в выемке равна 5,60 метр.

b) Откосы насыпей и выемок имеют известный наклон к горизонту, причем величина угла наклона зависит от рода и качества грунта, именно, при выборе указанного угла наклона имеют в виду: 1) угол естественного откоса грунта; 2) силу сцепления частиц грунта; 3) высоту земляного полотна; 4) нагрузку; 5) сотрясение (скорость движения поездов); 6) влияние воды (наличие водоносных слоев); 7) влияние мороза, уменьшающего силу сцепления и задерживающего выход воды из полотна и, следовательно, способствующего накоплению воды внутри полотна; 8) выветривание грунта; 9) наличие укреплений откосов.

Обычно откосы земляного полотна из землистого грунта делаются полуторные, т. е. при высоте насыпи h, заложение—1½ h. Откосы насыпей из скалистых грунтов делаются одиночные и круче. Откосы выемок из очень твердых пород могут быть весьма крутые, почти отвесные.

Для предохранения откосов земляного полотна от разрушений, именно: от обвалов, от размывов ливневой или весенней водой, от тающего снега и других причин, откосы укрепляются, именно помощью: a) обсеменения травами, овсом, рожью и др., b) дерновкой (сплошной и крестами), c) посадкой кустарников, d) мощением одиночной или двойной мостовой на мху или на навозе, e) плетнями в клетку, именно, в откосы вбиваются колья (желательно ивовые, свежие, которые могли бы прорасти); колья переплетаются прутьями, согласно чертежа 85. Длина кольев, примерно, 0,6—2 метра; толщина 4—10 сантиметров; длина клетки 1,2—5 метра.

Внутри полученных таким образом клеток делается иногда каменная наброска.

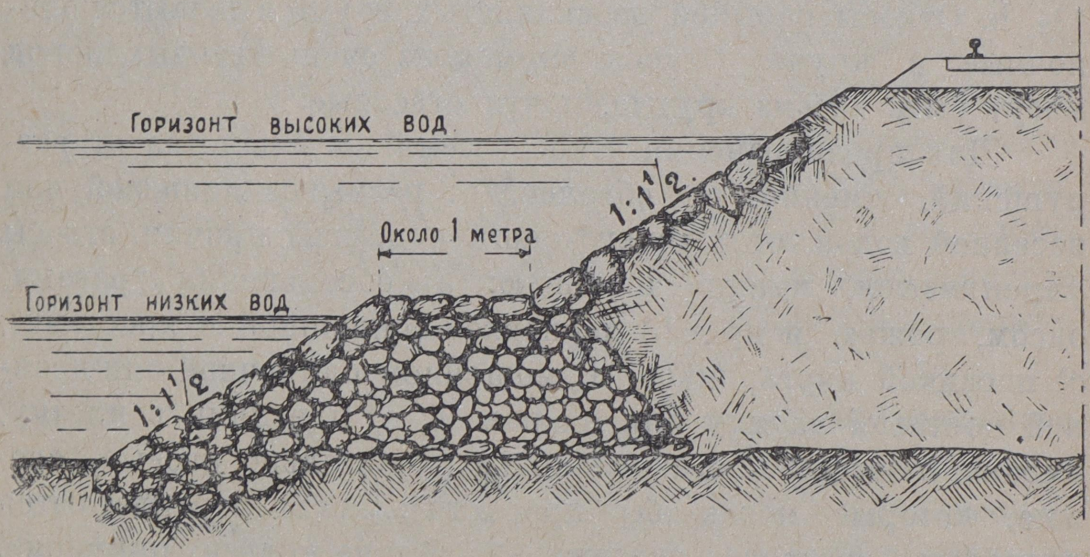
Тот или иной способ укрепления откосов диктуется местными условиями, т. е. величиной и характером сил.

действующих на полотно и его разрушающих, материалом из которого сделано земляное полотно и крутизной откосов полотна. Так, например, если насыпь омывается водой, то часть ее, непосредственно соприкасающаяся с водой, делается



Черт. 85.

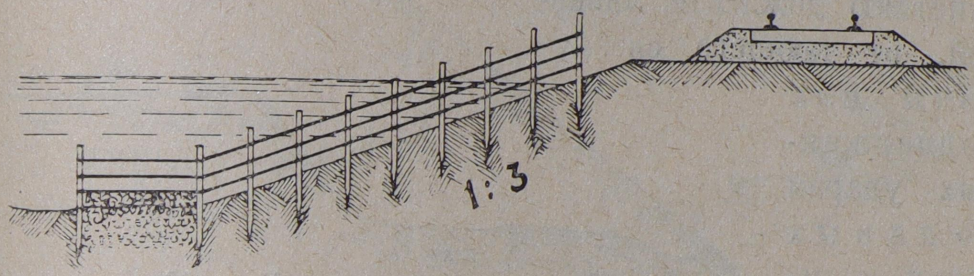
из материала, который водой не размягчается и не размывается, причем особое внимание обращается на подошву насыпи, которая устраивается так, чтобы насыпь была защищена от подмывов; это может быть достигнуто, например, устройством каменной отсыпи, причем, при наличии течения



Черт. 86.

воды, камни должны быть достаточно велики для того, чтобы оказать сопротивление размывающим силам. Каменная отсыпка делается согласно чертежа 86; откос со стороны, обращенной к воде—полуторный; с обратной стороны—одиночный.

Поверх отсыпки устраивается берма шириной около 1 метра, возвышающаяся над горизонтом низких вод. Над отсыпкой откос насыпи, обращенный к воде, укрепляется мощением, которое возвышается над горизонтом высоких вод; мощение делается одиночной или двойной мостовой в зависимости от скорости течения. При недостатке в камне можно вместо каменной отсыпки укладывать фашины; при неимении камня иногда откос укрепляется только дерновкой, но при этом откос делается с уклоном около 1 : 4 или укрепляется плетнями с уклоном откоса около 1 : 3; в нижней части делается банкет из солидных плетней, заполненный гравием. (Черт. 87).



Черт. 87.

Если откос совсем не укрепляется, то рекомендуется делать очень пологие откосы, например, с уклоном 1 : 10. Такие откосы хорошо держатся при наличии размывающих усилий. Но во всяком случае, какой бы тип укрепления откосов не был применен, укрепление это должно содержаться в полном порядке. Кюветы и нагорные канавы должны быть не занесенными грязью и не заросшими травой.

Таковы общие внешние признаки правильно содержащегося земляного полотна.

с) Что касается, до других признаков правильно устроенного полотна, как например, обделка глиняного ядра насыпи ступенями, то о таковых признаках будет упомянуто ниже при рассмотрении вопроса о причинах разрушений земляного полотна. Подробное изложение устройства земляного полотна составляет предмет курса железных дорог.

Переходя к вопросу о ремонте земляного полотна, рассмотрим таковой отдельно для полотна на насыпях, в выемках и на косогоре.

§ 22. Ремонт земляного полотна на насыпях.

Повреждения земляного полотна бывают весьма различны. Заключаются они в разного рода отступлениях от тех признаков, коими отличается правильно и в порядке содержащееся полотно, именно: в повреждениях укреплений откосов, в нарушениях правильной конфигурации земляного полотна, разного рода обрушениях такового и т. д.

Причинами повреждений насыпей могут быть: 1) чрезмерная крутизна откосов; 2) недостаточное укрепление откосов, подверженных действию дождевой, ливневой, от тающего снега воды или подверженных ударам водяных струй и льдин, протекающей рядом реки; 3) устройство насыпи из мокрой или мерзлой земли; 4) устройство насыпи из разнородных грунтов, например, ядра насыпи из глины без уступов, а верхней части—из водопроницаемого грунта; вода, проникшая через этот грунт, например, землю, смачивает глину и земля скользит по скользкой глине (см. черт. 88 и 89). 5) Подсыпка одной части насыпи после того, как другая часть уже осела (неравномерная осадка); 6) устройство насыпи на сильно покатом основании без обделки такового ступеньками или зубцами. (См. чертеж 90 и 91). 7) Наличие наклонных водоносных слоев, например, слоев водопроницаемого песка и земли, расположенных на глине; подтяжестью насыпи пласты земли и песка сжимаются, перемешиваются; с нижней стороны насыпи выпираются в сто-

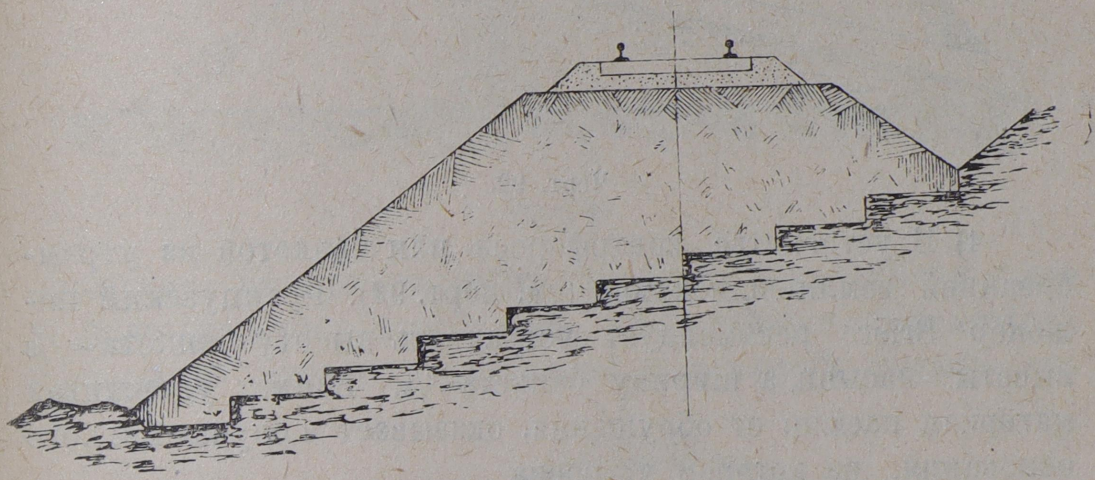


Черт. 88.

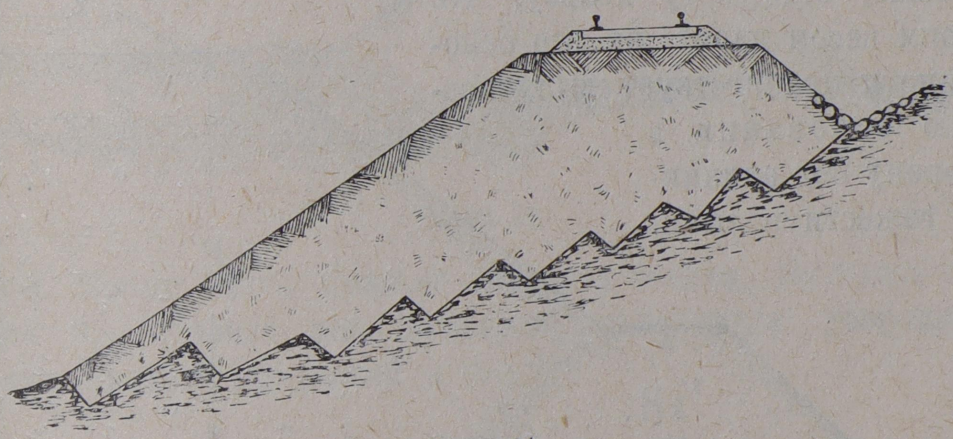


Черт. 89.

рону, налезают один на другой, в результате чего, по словам Винклера, получается картина дикого хаоса, если с верховой стороны насыпи имеется приток воды, то вода эта, не имея выхода, вследствие сжатия водоносного слоя, скопляется около насыпи с верховой стороны, смачивает ее, и насыпь скользит вниз. 8) Основание из мягкого грунта, например, насыпь на болотистом грунте. Под тяжестью насыпи мягкий грунт сжимается, выпирается в стороны из под насыпи; насыпь садится и деформируется; 9) Динамические усилия проходящих поездов, способствующих осадкам насыпей.



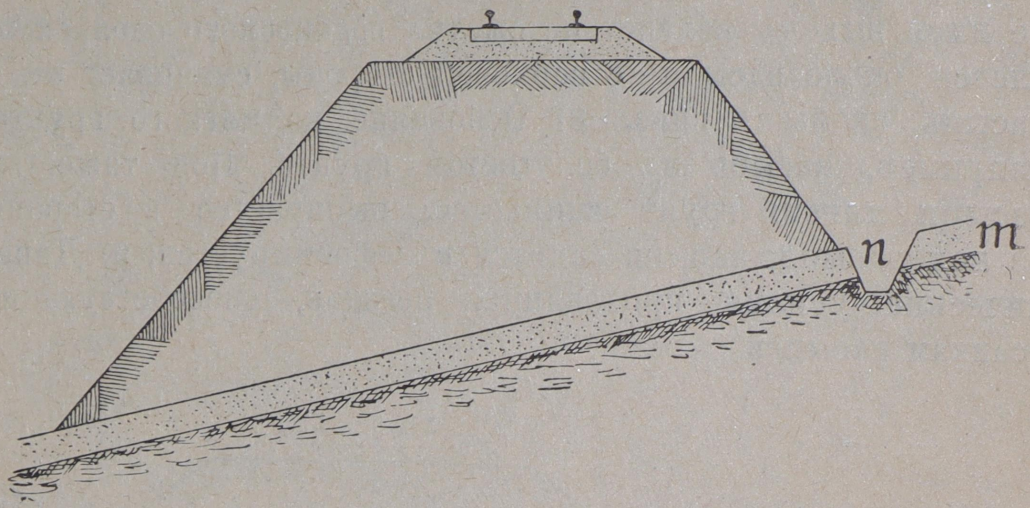
Черт. 90.



Черт. 91.

Способы исправления указанных повреждений насыпей могут заключаться: 1) в придании откосам насыпей такой крутизны, которая соответствует роду грунта насыпи; 2) в соответственном размывающим силам укреплении откосов; 3) в устройстве дренажей, состоящих из водоотводных канав, отводящих воду из недр насыпи или из насыщенного водой основания или в устройстве канав „n“, расположен-

ных с верховой стороны насыпи, перерезающих водоносный слой „m“ и перехватывающих воду (см. чер. 92).



Черт. 92.

4) В устройстве контрфорсов или банкетов из утрамбованной земли или камня (см. черт. 93). Французский инженер Briére рекомендует устраивать высоту банкета = 1/3 высоты насыпи, а ширину банкета = 2/3. Банкет, удерживая материал насыпи от обрушения, оказывает в случае мягкого основания, на котором устроена насыпь, еще и ту пользу, что своим весом давит на это основание и препятствует выпучиванию основания в сторону под влиянием тяжести насыпи.



Черт. 93.

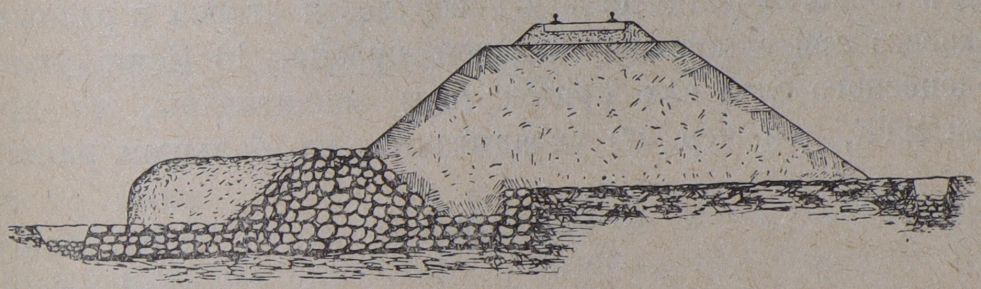
Если банкет сделан из грунта водонепроницаемого, то между насыпью и банкетом следует устроить дренаж из гравия, фашин или камня, как показано на чертеже 94.

Если разрушение произошло вследствие сильной покатости местности, то следует устроить солидный банкет. Если причиной была насыщенность грунта водой и наличие водоносных слоев, то следует вдоль обрушившейся насыпи, с низовой ее стороны, проложить водоотводную канаву, в которую выпустить поперечные дренажи,



Черт. 94.

проложив их под насыпью насколько возможно дальше в тело насыпи; водоносный слой следует перехватить продольной канавой, уложенной с верховой стороны на-



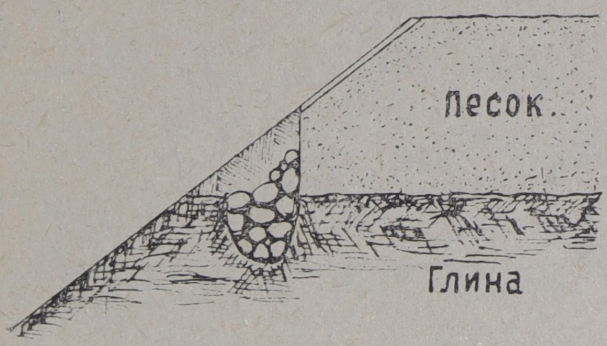
Черт. 95.

сыпи. Кроме сего, полезно устроить банкет, согласно чертежа 95. Иногда под насыпями приходится устраивать целую систему дренажей и штолек.

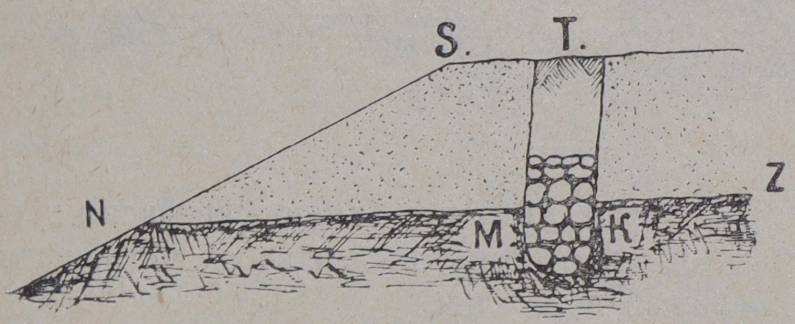
§ 23. Ремонт выемок.

Причинами разрушения выемок могут быть: чрезмерная крутизна откосов, незащищенность откосов от разрушения их водой (дождевой и от тающего снега) и от выветривания; наличие водоносных слоев, влажность и подвижность грунта. Предохранить выемку от разрушения возможно помощью предотвращения перечисленных выше причин, именно

приданием большой пологости откосам, укреплением таковых, перехватыванием воды из водоносных слоев помощью дренажей и осушением грунта. Дренажи применяются самые различные в зависимости от местных условий. Если выемка проходит в неоднородном грунте с водоносными слоями, то а) если уклон водоносного слоя очень невелик и приток воды незначителен, вода водоносного слоя перехватывается дренажем, укладываемым у выхода водоносного слоя на поверхность откоса на расстоянии от этой поверхности на глубину промерзания грунта, как это показано на черт. 96. Благодаря дренажу, вода не выходит на поверхность откоса и не размывает его; при наличии мороза не получается пробки, которая бы закупоривала выход воды и способствовала бы накоплению таковой в большом количестве у поверхности откоса и размыву такового при оттаивании ледяной пробки. b) Если уклон водоносного слоя или приток воды значительны, то дренаж МТК, (см. чер. 97) укладывается на большем расстоянии от откоса, благодаря чему слой осушается на большем протяжении MN, чем в предыдущем случае, и, благодаря чему, получается естественный банкет NSTM, удерживающий грунт от обрушения по скользкой и смоченной поверхности.



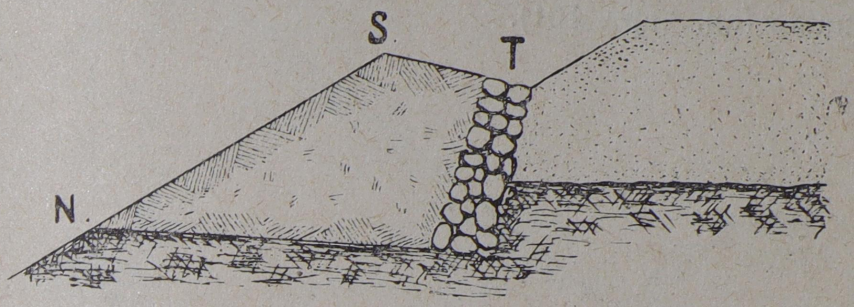
Черт. 96.



Черт. 97.

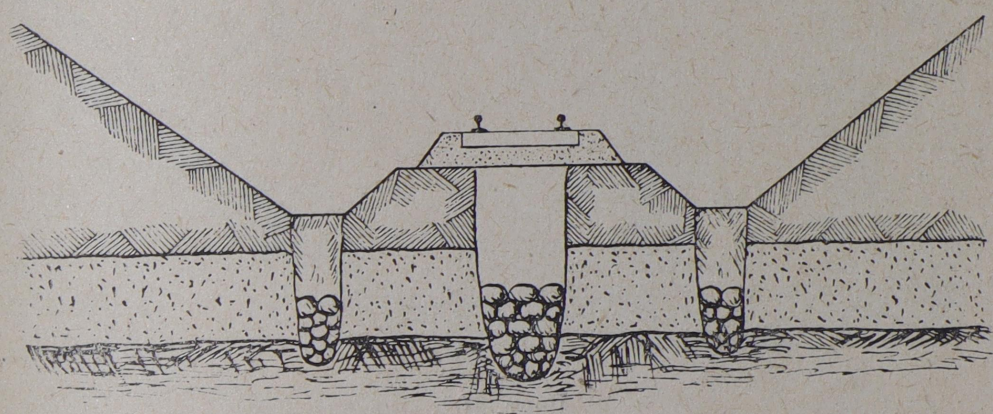
c) При еще более неблагоприятных условиях, (очень значительные наклон и приток воды) устраивается искусственный банкет из утрамбованной земли с приданием подошве банкета обратного уклона около $^1/_{10}$ (см. черт. 98).

d) Если водоносный слой расположен под полотном железной дороги, то дренаж укладывается под полотном и под кюветами, как показано на чертеже 99.



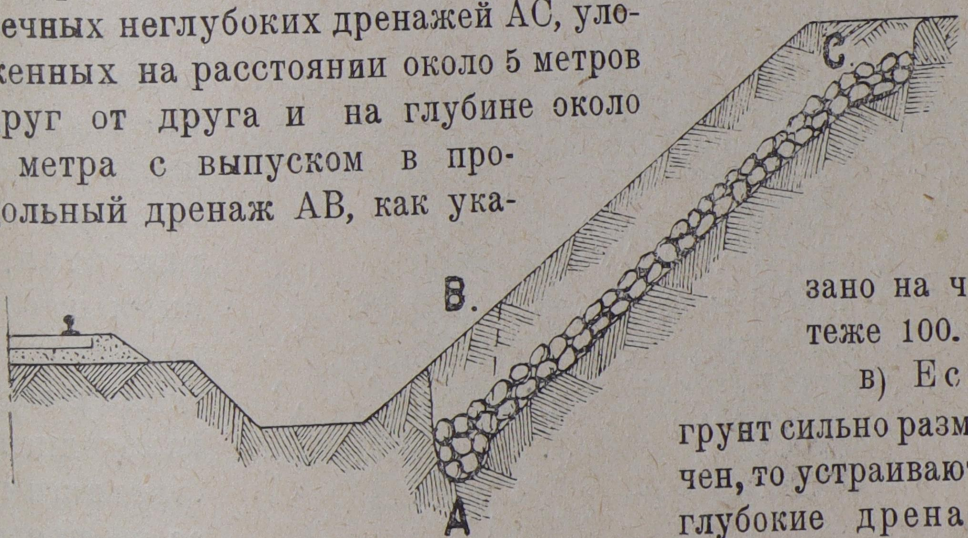
Черт. 98.

Если выемка проходит хотя и в однородном, но сыром и сильно размягченном подвижном грунте, то: а) если



Черт. 99.

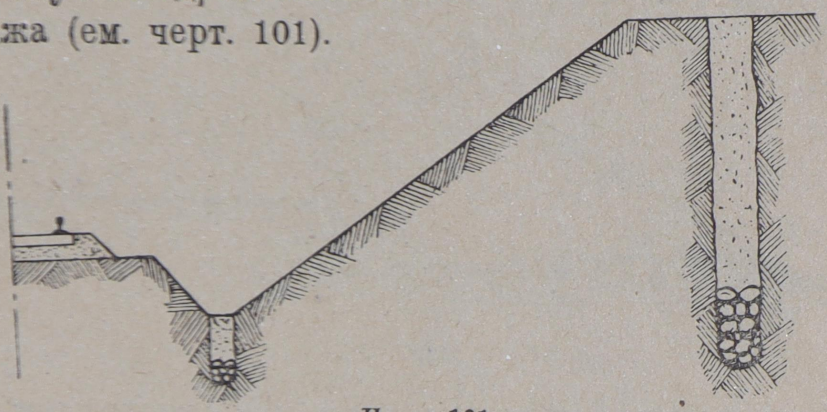
грунт не особенно сильно размягчен, можно ограничиться поверхностным осушением откосов выемки помощью поперечных неглубоких дренажей AC, уложенных на расстоянии около 5 метров друг от друга и на глубине около 1 метра с выпуском в продольный дренаж AB, как указано на чертеже 100.



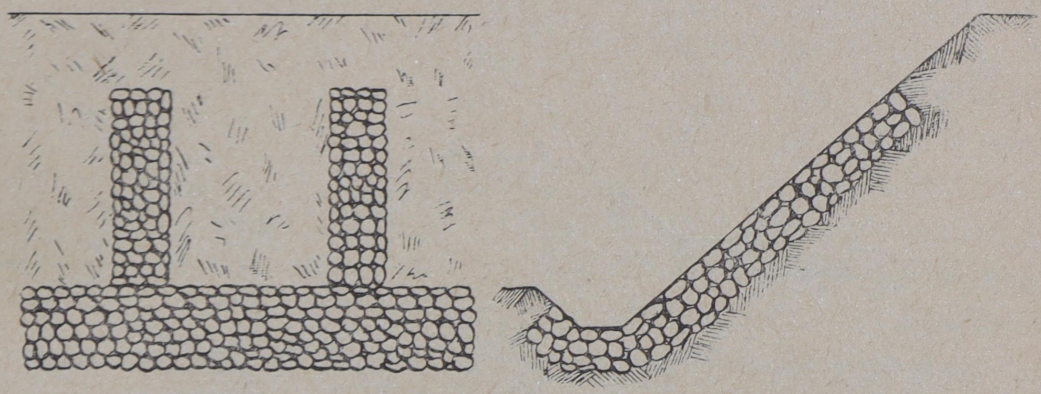
Черт. 100.

в) Если грунт сильно размягчен, то устраиваются глубокие дренажи

или помощью дренажных труб, вставленных в проделанные в откосе на известном расстоянии дыры, или помощью устройства глубокой дренажной канавы и дренажа (см. черт. 101).

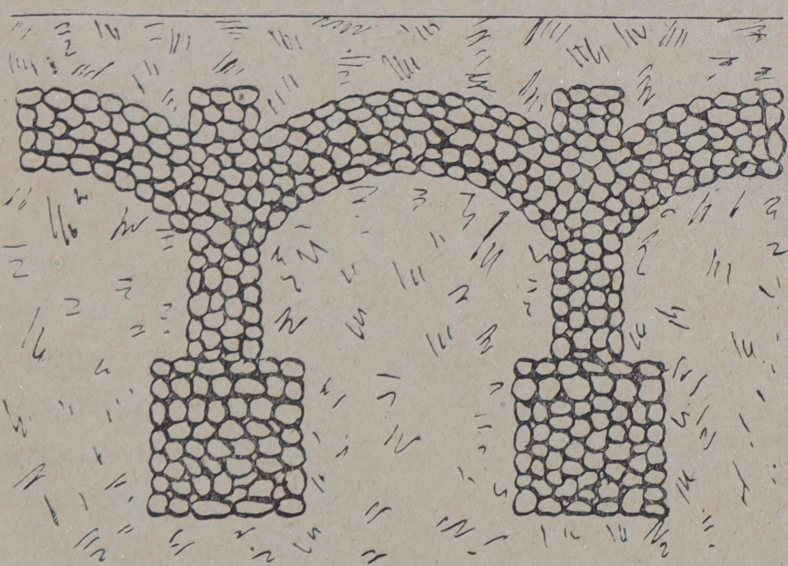


Черт. 101.



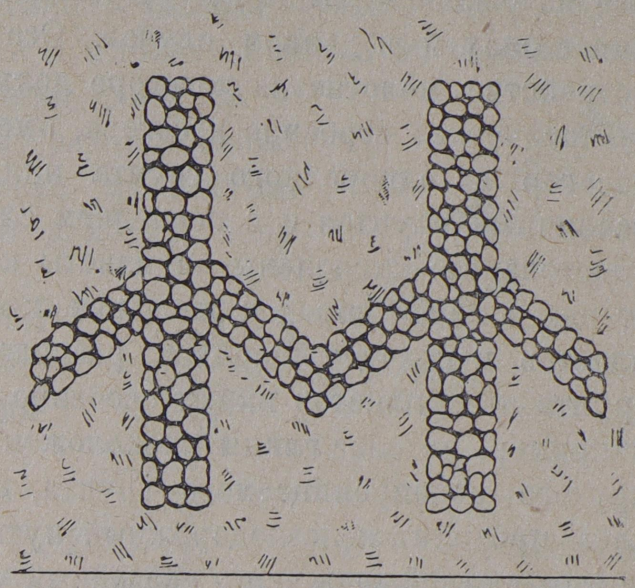
Черт. 102.

е) Если выемка очень глубокая, то вместо очень глубоких дренажных канав, показанных на черт. 101, устраиваются вертикальные колодцы, которые в нижней части соединяются с горизонтальными штольнями, собирающими воду из колодцев и отводящими ее за пределы выемки.

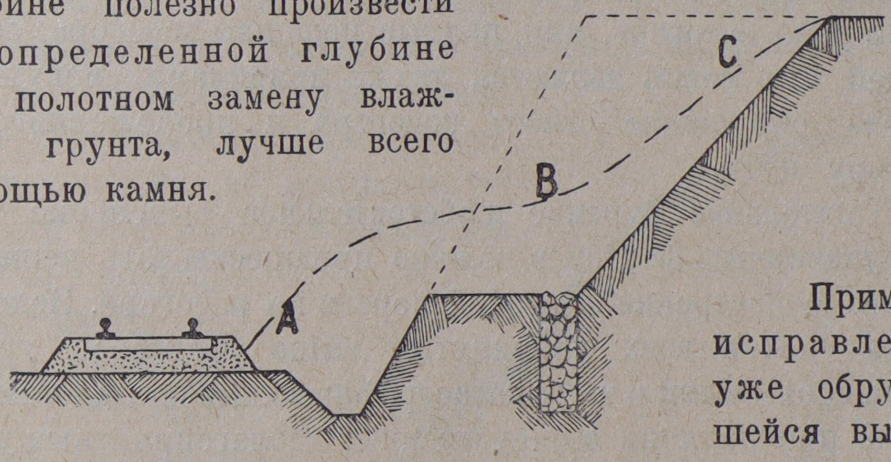


Черт. 103.

f) Если сырой размягченный грунт находится только в нижней части выемки, то устраивают каменные банкеты в нижней части откоса или, если влажность распространяется выше, применяют показанные на чертежах 102, 103 и 104 устройства из камня, служащие отчасти контрфорсами, отчасти дренажами. (Банкеты полезно делать только тогда, когда подошву их можно упереть в твердый грунт). Размеры указанных устройств весьма различны и зависят от местных условий. Если мокрый грунт расположен под полотном железной дороги, то его следует осушить помощью дренажей. При сильной влажности грунта на большой глубине полезно произвести на определенной глубине под полотном замену влажного грунта, лучше всего помощью камня.



Черт. 104.



Черт. 105.

Примером исправления уже обрушившейся выемки может служить нижеследующий способ: обрушившаяся земля ABC удаляется; устраивается банкет, и откосу придается большая пологость (см. черт. 105).

§ 24. Ремонт полотна на косогоре.

Если железнодорожный путь проходит по косогору, то часть полотна состоит из насыпи, часть—из выемки Все изложенное выше об устройстве насыпей и выемок имеет силу и в данном случае. Особенное внимание при устройстве полотна на косогоре должно быть обращено на геологическое строение косогора, именно, на то, состоит ли косогор из однородного грунта или из отдельных пластов различных грунтов и в последнем случае—на характер напластований: наклонены ли пласты к железной дороге или от нее и какой порядок расположения пластов. При наклоне пластов к полотну порядок расположения пластов и род грунта этих пластов имеют особенно важное значение; если, например, на слое глины расположен слой земли, песка или другого водопроницаемого грунта, и по этому последнему слою проходит железнодорожный путь, то при просачивании поверхностной воды через указанный слой и при смачивании ею глины, вышележащий слой песка или земли будет скользить по наклонному скользкому пласту глины и вместе с полотном обрушится и сʻедет под откос.

Наличие водоносных слоев, скопление больших водяных масс в теле косогора, или подмыв подошвы косогора обмывающей его рекой являются также причинами, могущими вызвать обрушение откоса косогора и проложенного по косогору пути.

Тщательное бурение и обстоятельное выяснение всех вышеуказанных факторов должно предшествовать решению вопроса о постройке железной дороги на косогоре. Недостаточная оценка всех упомянутых выше факторов грозит весьма серьезными и часто катастрофическими последствиями. Иногда, при наличии вышеуказанных неблагоприятных условий, проведение железной дороги в другом месте, не на косогоре, является единственным правильным решением вопроса.

При проведении же железной дороги по косогору могут быть принимаемы нижеследующие меры борьбы с указанными вредными явлениями:

1) Устройство каменных подпорных стенок. Пример устройства таковых указан на чертеже 106. Устраивать под-

порные стенки имеет смысл только в том случае, если таковые могут быть основаны на прочном основании, например, на мощном и незыблемом пласте твердой глины.

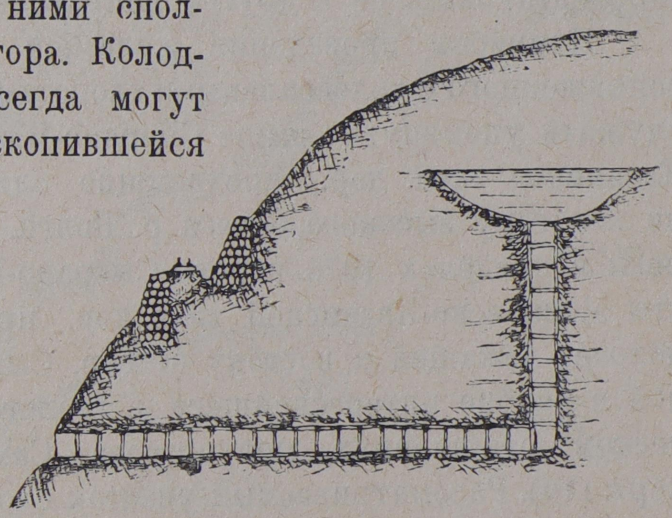
2) Устройство колодцев и штолен для отвода воды при наличии массовых скоплений таковой в теле косогора. Пример устройства колодца и штольни показан на чертеже 107.

3) Защита подошвы косогора от подмыва омывающей его рекой помощью укрепления берега реки фашинными тюфяками, фашинными дамбами, полузапрудами и т. п.



Черт. 106.

Указанные способы являются мерами до известной степени паллиативными и не всегда удобными. Так, при наличии сильно наклоненных к пути водоносных слоев, расположенных на пластах глины, наличии большого веса земляных масс, стремящихся сползти по скользким пластам глины, подпорные стенки оказываются бессильными противостоять давлению со стороны косогора, сталкиваются сползающими и давящими на них земляными массами и вместе с ними сползают под откос косогора. Колодцы и штольни не всегда могут отвести всей массы скопившейся в теле косогора воды; иногда помощью указанных штолен отдельные части косогора удается спасти от обрушений, другие же, соседние с ними участки, продолжают обрушаться. Примером количества воды, отводимой колодцами и штольнями из косогора, может служить цифра 100.000 ведер воды в сутки, которые отводятся штольнями из недр Батракского косогора, по которому,



Черт. 107.

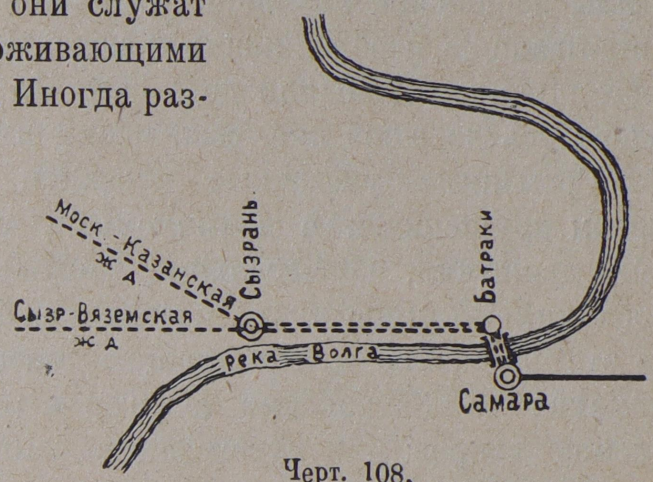
близ станции Батраки проложены две рядом идущие линии: Сызрано-Вяземская и Московско-Казанская. Берегоукрепительные работы в роде дамб или полузапруд могут изменить режим реки, что не всегда допустимо.

Во всяком случае борьба с оползнями косогоров столь сложна, стоимость вышеуказанных предохранительных работ столь велика, эксплоатация железнодорожных путей, проложенных по косогору, иногда сопряжена со столь значительными расходами и неприятностями (ежегодная подсыпка железнодорожных путей в месте оползней Батракского косогора выражается колоссальной цифрой—9.000 куб. саж.), что иногда является целесообразным, выгодным и неизбежным уже проложенные по косогору и эксплоатируемые железные дороги перенести в другое место, совершенно забросив все столь дорого стоившие обустройства на косогоре. Вот почему, при проведении вновь строющейся дороги, с предположением проложения путей по косогору, необходимо самым серьезным и тщательным образом исследовать геологическое строение косогора и выяснить все причины, могущие вызвать оползни. Глубокое бурение, наблюдение за протоком весенних вод, омывающей косогор реки, наблюдение за оцолзнями и т. п. могут дать ответ на вопрос о том, можно ли провести железную дорогу по косогору или следует запроектировать ее в другом направлении, минуя косогор.

Примером проведения железной дороги по косогору, сопряженного с колоссальными хлопотами и расходами могут, служить упомянутые выше Сызрано-Вяземская и Московско-Казанская жел. дор., проходящие близ станции Батраки по косогору высокого берега р. Волги. Указанные жел. дороги в пределах 1078 версты Сызрано-Воземской и 289 версты Московско-Казанской жел. дор. проходят по береговой полосе, лежащей к востоку от гор. Сызрани и расположенной в районе интереснейшего в геологическом и географическом отношениях полуострова—Самарской Луки (см. черт. 110). Рассматриваемый участок сложен из ряда пластов различного петрографического состава и, главным образом, из глины, песков и песчаников, относящихся к отложениям Юрской системы и имеющих некоторый общий наклон к югу. Почти вся часть береговой полосы опоясана широкой зоной оползней и местами двумя зонами—верхних и нижних

оползней. На этих оползнях расположен железно-дорожный путь (см. черт. 109).

Верхний край оползней проходит, примерно, на 40 саженей выше уровня низких вод р. Волги; нижний край проходит ниже уровня реки. Оползни загромождают собой русло реки. Иногда они служат контрфорсами, задерживающими дальнейшие оползни. Иногда развитие оползней продолжается, часть горы откалывается, сползает и надвигается на ранее смещенные части. Смещения происходят по нескольким плоскостям, расположенным на разных глубинах от поверхности. Плоскости скольжения, как указано выше, имеют слабый наклон к югу. Породы, слагающие данную местность, состоят из водопроницаемых и водонепроницаемых пластов. В коренных толщах косогора имеется два главных водоносных горизонта: верхний на глубине около 5 саженей от поверхности и нижний, наиболее важный, проходящий на глубине около 30 саженей в толще песков



Черт. 108.



Черт. 109.

над слоем темных водонепроницаемых глин. В зоне оползней вода циркулирует по многочисленным, иногда громадным, трещинам, находящимся как в береговой полосе, так и в массе смещенных и перемещенных пород.

Циркуляция воды здесь непланомерна и не представляет какой-либо правильной картины.

По указанному выше косогору в 1873 г. был проложен железнодорожный путь. С самого начала постройки пути стали обнаруживаться просадки полотна и время от времени обвалы и оползни, являвшиеся причиной обрушения пути и вызывавшие необходимость в передвижке и ремонте пути. Просадки пути доходили до 1 саж. На подсыпку путей расходовалось до 9.000 куб. саж. песка в год.

Громадные указанные просадки пути, связанные с риском крушения и с неминуемыми временными перерывами движения, колоссальные расходы по ремонту пути, необходимость пропускать поезда с небольшой скоростью—все это заставило администрацию дорог обратить серьезное внимание на Батракский косогор и разрешить указанный больной вопрос: или путем такого капитального ремонта и такого радикального лечения косогора, которые бы гарантировали устойчивость пути или, если бы последнее оказалось невозможным,—путем перенесения железнодорожного полотна на другое место.

Для разрешения указанного вопроса были предприняты серьезнейшие геологические исследования косогора. Исследования эти показали, что оползни являются результатом двоякого рода причин: с одной стороны и главным образом, причин характера стихийного, а с другой стороны причин, зависящих от вмешательства человека, нарушившего жизнь и режим косогора.

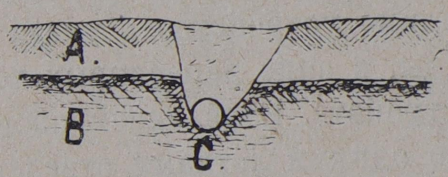
К причинам характера стихийного могут быть отнесены: 1) указанное геологическое строение косогора—наличие наклоненных к югу водопроницаемых и водонепроницаемых пластов, 2) наличие водоносных слоев, 3) скопление в недрах косогора больших водяных масс, 4) подмыв подошвы косогора большой могучей рекой—Волгой, 5) бывшее в 1895 году в Закаспийской области землетрясение, докатившееся, хотя и в слабой степени, до Батракского косогора и, несомненно, послужившее толчком к образованию одного из оползней.

К причинам второго рода относятся: 1) производство выемок для проведения железной дороги, 2) сотрясение от движения поездов, 3) постоянные подсыпки полотна, увели-

чивающие вес земляных масс и нарушающие установившееся равновесие в теле косогора.

Вышеуказанные причины столь серьезны, что борьба с ними помощью мер характера паллиативного не имеет смысла; меры же радикальные столь сложны и столь дороги, что невольно является вопрос о целесообразности перенесения пути в другое место. К этой мысли склоняется и производивший подробное геологическое исследование косогора проф. А. В. Павлов, на таком решении настаивал и бывший Инженерный Совет. До настоящего времени вопрос остается еще не разрешенным, косогор же продолжает ползти, путь дает просадки, поезда двигаются черепашьим шагом, а дорога несет колоссальные расходы по ремонту пути.

Кроме указанных выше мер паллиативного характера лечения оползней косогора можно указать на нижеследующий интересный способ, примененный на одной из железных дорог Пенсильвании и давший хорошие результаты. Водоносный слой А, пролегающий по скользкой поверхности водонепроницаемого грунта В, был причиной постоянных сдвигов и оползней. В слое В были заложены патроны и произведены взрывы. Черт. 110.



Черт. 110.

В образовавшихся от взрывов воронках перемешались грунты А и В; скользкая плоскость скольжения была прервана, воронки стали собирать в себя воду и явились как бы дренажами, перехватившими воду из водоносного слоя. Оползни прекратились.

Полумерой, дающей хорошие результаты при оползнях не столь грандиозного масштаба, как на Батракском косогоре, может служить устройство земляных контрфорсов. Мы видели выше, что в некоторых пунктах Батракского косогора оползни, загромождая реку, образовали как бы контрфорсы, которые остановили дальнейшие оползни. Следуя указаниям самой природы, полезно бывает иногда устраивать искусственные земляные контрфорсы. Устройство подобных контрфорсов дало хорошие результаты на одной из линий Московско-Казанской жел. дор., проведенной по косогору, идущему вдоль р. Оки (Рязань—Шилово).

Указанные контрфорсы не останавливали оползней Батракского косогора в тех местах, где подмывающее действие р. Волги уничтожило эти контрфорсы, размывая их.

§ 25. Исправление полотна, разрушенного ливневыми и весенними водами.

Иногда повреждения железнодорожного пути происходят совершенно внезапно, причем размеры повреждения бывают столь значительны, что происходит перерыв движения поездов. Такого рода повреждения бывают от действия ливневых или весенних вод. Виды нарушения целости земляного полотна бывают при этом различны: если путь идет под уклон, то образовавшийся стремительный поток вдоль пути может размыть бровку балластного слоя, размыть откосы насыпи, откос выемки. Если наклон местности направлен перпендикулярно к пути, то скопившиеся в большом количестве водяные массы с верховой стороны насыпи могут, при отсутствии поперечных отводов воды, промыть и прорвать эту насыпь.

Для предохранения пути от указанного прорыва необходимо устройство в указанных местах поперечных отводов воды, в виде деревянных лотков или других подобных обустройств. Если скопившаяся масса воды столь значительна, что одними лотками отведена быть не может и грозит на большом протяжении повредить полотно, то иногда бывает выгодным умышленно прорвать полотно в каком нибудь одном месте, чтобы выпустить в этот искусственный прорыв всю скопившуюся воду; сделать это возможно, разумеется, временно прекратив движение поездов. Когда ливневая вода схлынет, указанный прорыв временно перекрывается клетками из шпал, и на них восстанавливается разобранное верхнее строение и движение поездов возобновляется.

К наступлению периода ливней (июль месяц) кюветы должны быть прочищены и трава скошена.

Что касается до повреждений полотна весенними водами, то опасные с этой точки зрения пункты на железной дороге известны, зафиксированы и в таких местах заблаговременно могут быть приняты соответствующие предохранительные

меры. Если железнодорожный путь проходит, например, долиной какой либо большой реки, пересекая впадающую в нее какую либо другую речку, то, в случае образования подпора воды в малой речке водами большой реки, в месте слияния указанных рек, вдоль полотна может произойти столь значительное скопление воды, что это может грозить размывом полотна. Мероприятиями для защиты полотна в указанном месте могут служить: солидное укрепление откосов насыпи мощением, ивовые или другого рода посадки, уменьшение крутизны откоса и другие заранее сделанные укрепления; мероприятиями временного характера, принимаемыми в период самого разлива, могут служить: покрытие откосов насыпи настилкой из хвороста, фашинами, мешками, наполненными землей; укладка на поверхности воды снеговых щитов и бревен, привязанных одним концом к свайкам и кольям, забитым в насыпь. Указанные, плавающие на поверхности воды, деревянные материалы являются как бы волноломами, разбивающими ударяющие в насыпь волны и ослабляющие силу их ударов. Таковы меры предохранения от разрушений земляного полотна.

Если полотно уже разрушено, то исправление его может быть произведено нижеследующим образом. Если сплыл откос выемки, то наплывшая на путь земля должна быть немедленно убрана; во избежание дальнейшего сплыва откос выемки укрепляется помощью устройства подпорной стенки из шпал: в откос забивается ряд шпал, которые забираются досками или шпалами; откосу придается меньшая крутизна. При размыве откоса насыпи путь сдвигается в сторону неразмытого откоса. Для возможности производства указанной сдвижки иногда приходится делать подпорную стенку из шпал, забитых в откос и забранных досками и шпалами; иногда делает срезку и опускание пути. По мере опускания пути, ширина полотна по верху увеличивается и, таким образом, является возможность сдвижки пути в сторону. В местах, зафиксированных, как опасные с точки зрения размыва пути, должен быть заготовлен запас кулей и мешков, хвороста, досок, шпал и другого материала, необходимого для борьбы с водой.

ГЛАВА VII.

Ремонт искусственных сооружений.

§ 26. Характер повреждений искусственных сооружений и способ их исправления.

Искусственными сооружениями, как известно, называются такие обустройства (мосты), которые служат для проведения железной или обыкновенной дороги над рекой, оврагом, железной или обыкновенной дорогой. Мосты, проведенные над оврагом, обыкновенной или железной дорогой, называются путепроводами или виадуками и отличаются от собственно „мостов", т. е. от мостов, проведенных над реками, тем, что не имеют подводных частей. Мосты, устроенные для проведения по ним воды, называются акведуками. Мостовые сооружения, покрытые, засыпанные сверху земляной насыпью, называются трубами. В мосту отличаются следующие существенные части: пролетная часть, образующая продолжение дороги и опоры поддерживающие пролетную часть. Мосты бывают деревянные, каменные, металлические, железобетонные. В больших существующих мостах, перекидываемых через большие реки, пролетные части (фермы) обычно бывают металлические, а опоры каменные. Трубы бывают чугунные, каменные, бетонные и железобетонные. Искусственные сооружения, также как и земляное полотно, и верхнее строение, должны быть вполне исправными и содержаться в полном порядке. Всякаго рода повреждения должны исправляться, ремонтироваться.

К числу повреждений относятся: неудовлетворительное состояние окраски металлических ферм мостов; наличие ржавчины металлических частей; дребезжание заклепок; треснувшие или лопнувшие элементы (раскосы, стойки и т. п.); ухудшение качества металла (чрезмерная хрупкость, недостаточная тягучесть и эластичность, являющаяся результатом перерождения, усталости металла, своего рода склероз металла); загнивание и износ деревянных частей деревянных мостов; выкрашивание; трещины и разрушение облицовки стенок и сводов каменных мостов и труб; трещины и разрушения железобетонных мостов; подмыв и

осадки опор; размыв конусов устоев, лотков, дамб и т. п. Для обнаружения указанных выше дефектов устанавливаются надзор и наблюдения за искусственным сооружением— периодические осмотры сооружений и испытания мостов. Все замеченные при осмотре повреждения, а также все произведенные затем исправления заносятся в так называемые формуляры искусственных сооружений—в особые ведомости с подробным описанием каждого сооружения и его состояния.

Испытания мостов заключаются в определении величины прогибов ферм под действием статической и динамической нагрузки паровозом и поездом; в определении напряжений различных элементов (раскосов, поясов, стоек) помощью особых приборов (Рабю). Качество металла испытывается в лабораториях (образцы, вырезанные из различных элементов моста, испытываются на растяжение). Состояние заклепок испытывается выстукиванием. Положение опор (наличие осадок) испытывается нивеллировкой. Другие повреждения искусственных сооружений обнаруживаются подробным и тщательным осмотром таковых.

Обнаруженные повреждения должны быть исправляемы. Неудовлетворительная окраска мостов возобновляется. Поврежденные или дребезжащие заклепки срубаются и заменяются новыми. Треснутые, проржавленные или лопнувшие отдельные элементы заменяются новыми. Если же при испытании моста помощью приборов Рабю или, если путем расчета обнаружено, что некоторые элементы моста работают с напряжением материала, превосходящим допускаемые нормы (например, вследствие пропуска новых более мощных паровозов), то такие элементы должны быть усилены. Способы усиления мостов излагаются в курсе мостов и описание такового выходит за пределы настоящего изложения. Фермы, качество материала каковых не удовлетворяет установленным требованиям или фермы слишком слабые для пропуска новых более мощных паровозов, заменяются новыми.

Смена ферм может быть произведена без перерыва движения и с временным перерывом такового на однопутной линии или с временным установлением однопутного движения в пределах моста (пилотаж) на двухпутной линии. Если благодаря интенсивности движения перерыв движения недопустим,

то смена ферм производится путем устройства временного деревянного моста рядом с существующим и путем временного перевода пути с существующего моста на временный. Если по условиям движения возможно установить на кратчайший срок перерыв движения на время производства работ по самой смене заранее собранных ферм, то работа по смене может быть произведена различными способами в зависимости от местных условий: новые фермы могут быть собраны на подмостах, устроенных рядом с существующим мостом, старые фермы на катках сдвинуты на насыпь или разрезаны пламенем ацетилена на отдельные куски и опущены на стоящие под мостом баржи, а новые фермы передвинуты с подмостей на существующие опоры. Новые фермы могут быть собраны на берегу и затем вдвинуты на опоры после сдвижки старых ферм на устроенные рядом подмости. Новые фермы могут быть подвезены на шаландах (баржах) и с шаланд установлены на опоры или, наконец, каким либо другим способом. Во всяком случае план производства самой смены должен быть заранее подробно, во всех деталях разработан таким образом, чтобы он действительно мог быть выполнен в отведенное для смены время.

Обнаруженные дефекты в опорах исправляются следующим образом: если обнаружены небольшие трещины в облицовке, то таковые должны быть немедленно заделаны цементным раствором. Если этого не сделать, то вода, попав в трещины во время осенних дождей и увеличившись в об'еме при заморозках, будет способствовать дальнейшему разрушению облицовки. Если облицовка сильно повреждена, то она должна быть заменена новой или может быть исправлена нижеследующим образом: в тело устоя или быка забиваются в шахматном порядке костыли в заранее просверленые дыры так, чтобы они несколько выступали над поверхностью облицовки; эти выступающие части обматываются проволокой, образуя каркас, который затем заделывается бетоном. В результате получается новая железобетонная облицовка. Выветрившиеся, сильно выкрошившиеся, изобилующие пустотами своды и стенки труб и мостовых устоев с успехом могут быть отремонтированы путем нагнетания цементного раствора нижеследующим образом: на поверхности ремонтируемой кладки в шахматном порядке просвер-

ливаются дыры, в которые нагнетается жидкий цементный раствор. Нагнетание помощью обыкновенного насоса производится следующим образом: в одну из дыр вставляется наконечник рукава от насоса; наконечник плотно законопачивается в дыре; дыры, соседние с указанной дырой, закрываются пенькой и помощью насоса начинается нагнетание цементного раствора. Раствор, нагнетаемый таким образом, поочередно во все дыры, заполняет все пустоты кладки. По окончании каждого сеанса, насос должен быть хорошенько промыт водой Более серьезные исправления мостовых опор, как-то: осадки опор вследствие подмывов весенними водами или вследствие других причин производятся во всем согласно выработанного в техническом отделе проекта после тщательного выяснения причин осадки. Описание самого производства такого рода работ делается в курсе строительного искусства и выходит за пределы настоящего изложения.

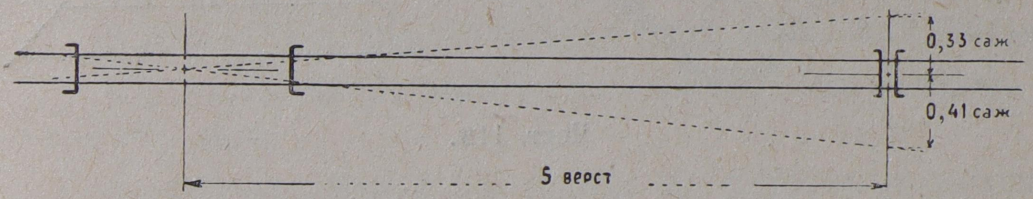
§ 27. Меры для пропуска весенних вод.

Для выяснения результатов прохода весенних вод, подмывов или наоборот наносов песка у опор моста, производятся до прохода и после прохода весенних вод промеры глубин реки в определенных точках под мостом и у моста. Кроме сего, после прохода весенних вод производится тщательный осмотр и освидетельствование всех произведенных этими водами повреждений, как-то: размывов конусов мостовых устоев, откосов земляного полотна, подмывов опор, лотков искусственных сооружений и других.

Для предохранения искусственных сооружений от повреждений весенними водами, принимается ряд мер, к которым относятся: прорытие и очистка снега, кюветов и русел; расколка льда под мостом и на расстоянии 10 метров от моста для предотвращения образования заторов льда и, следовательно, подпора у моста, наблюдение за проходом льдин под мостом; рабочие, стоя на мосту, помощью длинных шестов направляют льдины; защита конусов устоев, а также полотна близ отверстий искусственных сооружений помощью укладки мешков, наполненных землей, помощью хвороста и камня, фашинами. Особенное внимание

на проход весенних вод следует обратить при наличии так называемых разгрузных мостов. При разливе большой реки часто является вопрос, по какому направлению пойдет во время разлива главная масса воды: пойдет ли она по главному руслу или изберет другое направление и следует ли в зависимости от этого делать только одно отверстие на главном русле или еще дополнительные на разливе. Относительно того, следует ли устраивать по разливу только один мост или несколько—существуют различные мнения. Во всяком случае вопрос этот очень серьезный и устройство дополнительных мостов (Ponts de dècharge) требует крайней осмотрительности. Если наибольшее количество воды во время разлива направляется по главному руслу, и на этом последнем может быть устроен мост достаточного отверстия, то второго моста на разливе делать не следует. Если же наибольшее количество воды во время разлива идет по суходолу и, в то же время, местные условия (свойства грунта) таковы, что на главном русле не представляется возможным увеличить живое сечение, как например, на Дону близ Ростова, где Дон прходит в высоких крутых берегах из твердого глинистого грунта, то приходится устраивать второе отверстие по разливу, так как в противном случае при направлении всех вод под один мост на главном русле, перед этим мостом получится большой подпор и громадные скорости. Вообще же желательно избегать устройства дополнительных мостов (ponts de dècharge) и желательно это потому, что устройство их не всегда бесопасно. Оно безопасно только тогда, когда существует безусловное разделение расхода воды между двумя мостами. В противном случае оно не безопасно и не безопасно во первых потому, что к одному мосту может устремиться большее количество воды, чем предусмотренное расчетом, а во вторых потому, что поперечный профиль поверхности разлива, взятый с верховой стороны полотна, представляет поверхность, постепенно возвышающуюся в обе стороны от моста, с низовой же стороны полотна—поверхность, понижающуюся в обе стороны. Вследствие этого разность горизонтов воды около самого полотна выше и ниже второго дополнительного моста, построенного на разливе, может быть столь значительна, подпор и скорости воды могут

получиться настолько великими, что появится опасность размыва полотна и моста. На реке Припяти, на Полесских железных дорогах, уровень воды выше полотна постепенно повышался от моста, построенного на главном русле, и достигал своего максимум, на пятой версте от моста именно величины 0,33 саж.; понижение уровня воды против этого места ниже полотна равнялось 0,41 саж. (см. чертеж 111).



Черт. 111.

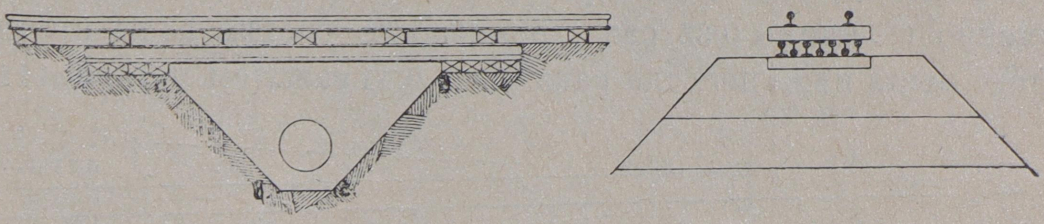
На главном русле был мост отверстием 150 саж., в пяти верстах от этого моста был мост отверстием в 5 саж. Вследствие разности горизонтов воды выше и ниже этого моста образовался подпор в 0,74 саж. который развил под мостом такую скорость воды, что мост был снесен.

В настоящее время дополнительный мост уничтожен. Имея в виду вышеизложенное, за местами с разгрузными мостами должно быть во время прохода весенних вод установлено зоркое наблюдение и приняты возможные меры для предотвращения описанных выше явлений, сопряженных с большими расходами и с перерывом движения.

§ 28. Ремонт искусственных сооружений без перерыва движения.

Всякий, даже незначительный перерыв движения на эксплоатируемой железной дороге весьма нежелателен, и потому многие и подчас большие работы, как например, по исправлению разрушенного или даже иногда по устройству искусственного сооружения под существующими путями— (прокладка новой трубы) желательно вести без перерыва движения поездов. Одним из способов такого рода производства работ может служить нижеследующий способ помощью устройства так называемого „сплошного потолка“ из рельсов. То место в насыпи, где под существующим путем требуется проложить, например, чугунную трубу, покрывается

сплошь рядом уложенными рельсами, поверх которых укладываются шпалы и путевые рельсы, как это показано на чертеже. Концы рельсов, составляющих сплошной потолок, опираются на несколько, рядом уложенных шпал. Рельсы



Черт. 112.

потолка укладываются так, что, если головка одного направлена вверх, то соседнего с ним вниз. Под сделанным таким образом потолком вырывается траншея а в с д, в которой и производятся работы по укладке труб без перерыва движения. Чертеж 112.

ИСТОЧНИКИ.

W. M. Camp. Notes on track. 1903.

A. Schau. Der Eisenbahnbau. 1920.

Boedecker. Die Wirkungen zwichen Rad ünd Schiene.

Marié. Traité de stabilité du materiel des chemins de fer. Paris 1924.

Hayachi. (Япония) О балках на упругом основании. 1921.

К. Ю. Цеглинский. Курс железных дорог.

Его же. Железнодорожный путь в кривых.

Проф. Васютынский. Доклад XVI С'езду Инж. Сл. Пути.

Проф. Карейша. Руководство по сооружению и исправлению ж. д.

Его же. Надзор за путем и его ремонт на основании данных, представленных девятой сессии международного Конгресса в Риме в апреле 1922 г.

Проф. Дмоховский. О новейших достижениях в деле изучения снежных заносов.

Проф. Оппенгейм. Успехи заграничной техники и новейшие течения в области устройства рельсового пути. 1922.

К. Э. Кюнер. Проблемы усиления верхнего строения пути в связи с явлением угона и действием температуры.

Манос И. Я. Содержание и ремонт пути и сооружений на участках, которые не могут быть содержимы в нормальных условиях исправного состояния, вследствие падения движения поездов, в зависимости от недостатка материальных и отпускаемых денежных средств.

Стаханов А. Н. Верхнее строение железнодорожного пути и его ремонт. 1913.

Любимов Л. Н. Наставление к производству весенних, летних и зимних путевых работ.

Харламов Н. В. Содержание рельсового пути и переводов. 1923 г.

Веденисов Б. Н. Механическая подбивка шпал (Техника и Экономика. Ноябрь 1923 г.).

Кнопф. Повышение наружного рельса. Нормы для уширения пути.

Попов И. В. Механический износ шпал.

Доклады С'езду Инж. Сл. Пути Лазаревского А. А.; Дитриха К. К.; Бурлюка Л. Г., Миленгаузена К. К.; Голтекова; Смоляка Б. А.; Сабинина и друг.

Многие чертежи заимствованы из труда А. Н. Стаханова. Верхнее строение железнодорожн. пути и его ремонт.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Стран.

Введение 3

ОТДЕЛ I.

Общие сведения.

ГЛАВА I. Правильно уложенный железнодорожный путь и его конструктивная особенность—упругость опор.

§ 1. Признаки правильно уложенного пути 5

§ 2. Упругость опор железнодорожного пути 7

ГЛАВА II. Силы, действующие на путь.

§ 3. Стихийные силы природы 9

§ 4. Силы, появляющиеся при движении поездов:

A. Условия движения железнодорожных экипажей по рельсовым путям 9

B. Классификация сил, появляющихся при движении поездов 13

ГЛАВА III. Деформации пути.

§ 5. Характер и классификация деформаций:

A. От действия стихийных сил природы 13

B. От действия сил, появляющихся при движении поездов. 14

§ 6. Способы обследования деформаций 19

ОТДЕЛ II.

Ремонт верхнего строения пути.

ГЛАВА IV. Летний ремонт верхнего строения.

§ 7. Общие сведения о ремонте пути 23

§ 8. Перешивка пути 24

§ 9. Исправление переуклонки или разуклонки рельса . . 30

§ 10. Рехтовка пути 32

§ 11. Разгонка прозоров 33

§ 12. Исправление ненадлежащего уровня рельсов . . . 42

Исправление пути в кривых 49

§ 13. Смена скреплений 51

§ 14. Смена рельсов 54

§ 15. Смена шпал и смена брусьев на мостах 61

§ 16. Ремонт стрелочных переводов 69

§ 17. Ремонт балласта 70

ГЛАВА V. Зимний ремонт верхнего строения.

§ 18. Характеристика зимнего пути, скованного морозом . 77

§ 19. Ремонт пучин:

A. Причины появления пучин и их классификация . . 80

B. Исправление пучин помощью понижения горба или под'емки пути на подкладках. 81
C. Исправление пучин помощью замены грунта . . 88
§ 20. Борьба со снегом:
A. Условия попадания снега на путь 89
B. Защита пути от снега:
a) Помощью переносных щитов 97
b) Помощью живой изгороди 107
c) Помощью постоянных заборов 108
C) Очистка пути от снега и расчистка заносов . . . 112

О Т Д Е Л III.

Ремонт нижнего строения пути.

ГЛАВА VI. Ремонт земляного полотна.
§ 21. Признаки в порядке содержащегося земляного полотна. 120
§ 22. Ремонт насыпей. 124
§ 23. Ремонт выемок 127
§ 24. Ремонт полотна на косогоре 132
§ 25. Исправление полотна, разрушенного ливневыми и весенними водами 138
ГЛАВА VII. Ремонт искусственных сооружений.
§ 26. Характер повреждений искусственных сооружений и способ их исправления 140
§ 27. Меры для пропуска весенних вод 143
§ 28. Ремонт искусственных сооружений без перерыва движения 145