

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Российская Академия путей сообщения

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РАСЧЕТУ И ПРИМЕНЕНИЮ НОРМ ЗАКРЕПЛЕНИЯ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА СТАНЦИОННЫХ ПУΤЯХ

Москва 1996

УДК 656.222.5

Министерство путей сообщения РФ
Российская Академия путей сообщения

Официальное издание

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РАСЧЕТУ И ПРИМЕНЕНИЮ НОРМ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА СТАНЦИОННЫХ ПУТЯХ

1. Предварительные замечания

1.1. Изложенный в приложении 2 к Инструкции по движению поездов и маневровой работе (ИДП) порядок расчета и применения норм закрепления подвижного состава на станционных путях в плане практического его выполнения при составлении техническо-распорядительных актов (ТРА) станций и в процессе поездной и маневровой работы вызывает много вопросов и требует значительного количества комментариев:

1.1.1. Исходя из каких условий рассчитаны оптимальная (графа 6 ТРА) и экстремальная (графа 7 ТРА), нормы закрепления, что конкретно обеспечивает укладка соответствующего количества тормозных башмаков и почему столь велика разница этих норм? Имеются в виду графа 6 п.3.10.1 (24) ТРА, в которую записываются нормы, рассчитанные по формуле:

$$K_{\sigma} = \frac{n}{200}(1,5i + 1)$$

и графа 7 этого же пункта ТРА, куда заносятся нормы, рассчитанные по формуле:

$$K_{\sigma} = \frac{n}{200}(4i + 1),$$

где n - количество осей в составе (группе вагонов),
 i - величина уклона в тысячных.

1.1.2. Какую конкретно величину уклона принимать в расчет количества осей, соответствующего одному, двум, трем и так далее тормозным башмакам. Именно этого требует порядок заполнения граф ТРА. И в этом плане запись в приложении 2 к ИДП о том, что "нормы закрепления составов поездов или групп вагонов, находящихся в пределах полной длины путей, исчисляются по среднему значению профиля", а "если вагоны устанавливаются на отдельных отрезках путей, то их закрепление... должно производиться по нормам, соответствующим фактической величине уклона данного отрезка", хотя в общем случае и является правильной, но мало что дает практически для работника, производящего эти расчеты.

Во-первых, полное занятие пути составом поезда или группой вагонов (имеется в виду полное занятие полезной длины пути) является частным случаем и скорее исключением, чем правилом, так как поезда, тем более группы вагонов при маневрах, бывают самой разной длины, и расчетный уклон зависит еще и от того, в какой части пути этот состав (группа) располагается.

Во-вторых, сам порядок заполнения граф ТРА уже предполагает как бы деление пути на участки, соответствующие длине групп вагонов, закрепленных одним, двумя, тремя и так далее тормозными башмаками, причем каждый из этих участков включает в себя предыдущие, начиная с начала полезной длины пути с четной (или нечетной) стороны станции (парка). В

п.4 приложения 2 к ИДП под “отдельными отрезками пути” понимается совсем другое (что следует из самого текста).

В-третьих, при выпуклом профиле пути (“гора”) нормы, рассчитанные по среднему значению профиля, в ряде случаев могут не гарантировать от ухода вагонов, так как в этих случаях тенденция к уходу в ту или иную сторону будет зависеть еще и от соотношения масс частей состава, расположенных по разные стороны от главного перелома профиля, что не учитывается расчетными формулами, включающими в себя только общее количество осей в составе и величину уклона (согласно ИДП, среднюю).

1.1.3. В ИДП отсутствует также указание о том, как рассчитывать среднее значение профиля даже по всей длине пути, не говоря уже об участках (расчетных) для одного, двух, трех и так далее тормозных башмаков. Между тем, средние значения уклонов на этих участках могут значительно отличаться от среднего значения уклона по всей длине пути.

1.2. Исходя из изложенного в пп. 1.1.2 и 1.1.3, следует, что практически на большинстве станционных путей нормы закрепления должны рассчитываться отдельно для составов четных и нечетных поездов и соответственно для групп вагонов, оставляемых в четном и нечетном конце пути.

1.3. Ответить на эти и некоторые другие вопросы, связанные с расчетом и применением норм закрепления подвижного состава тормозными башмаками является целью настоящей работы.

2. Основные формулы расчета и некоторые практические выводы.

2.1. Расчет оптимальной нормы.

$$K_6 = \frac{n}{200} (1,5i + 1)$$

Эта норма может применяться во всех без исключения случаях, если закрепляется однородная по весу группа вагонов (груженых или порожних), или тормозные башмаки в смешанной (разнородной по весу) группе укладываются под вагоны с нагрузкой на ось не менее 15 тонн брутто или под самые тяжелые вагоны в группе.

Если технология работы станции обеспечивает своевременную передачу достоверных сведений дежурному по станции (ДСП) или другому смениному командиру, руководящему и контролирующему закрепление, о количестве осей и расположении вагонов в составе с указанием веса груза (нетто), то прибавив вес тары (в среднем 22 т) и разделив на 4 (для четырехосного вагона), получим нагрузку на ось. Тару 6-ти и 8-миосных полу-вагонов в расчет можно принимать равной соответственно 30 и 40 тонн, 6-тиосных цистерн равной 36 тонн, 8-миосных цистерн - 50 тонн и делить общий вес брутто соответственно на 6 и 8.

Указанные данные содержатся в натурном листе любого поезда, а при маневрах составитель может руководствоваться характером груза, весом груза, указанным на упаковке (например, на ящиках погруженных на платформах грузов) и другими внешними признаками загрузки вагона до полной грузоподъемности.

В этом плане все зависит от руководства станции, которое обязано организовать технологический процесс соответствующим образом.

Трудности могут возникнуть только в тех случаях, когда вагоны, под которые требуется укладывать тормозные башмаки, находятся не в начале (конце) пути, а где-то в середине состава, в то время как посты сигналистов (операторов, дежурных стрелочного поста и др.), как правило, расположены в горловинах парков.

Но и в этих случаях можно, например, установить запираемые ящики для тормозных башмаков на междупутьях в глубине парка и тем самым избавиться от укладки значительно большего количества башмаков по экстремальной норме.

Физический смысл оптимальной нормы закрепления.

При закреплении разнородной по весу группы вагонов укладка тормозных башмаков под вагоны с нагрузкой на ось не менее 15 тонн брутто полностью гарантирует от ухода, независимо от того, какая средняя нагрузка на ось в остальной части состава, под вагоны которой тормозные башмаки не уложены.

Чтобы понять, почему экстремальная норма закрепления намного превосходит оптимальную, нужно знать условия, исходя из которых она (т.е. экстремальная норма) установлена.

2.2. Расчет экстремальной нормы.

$$K_6 = \frac{n}{200} (4i + 1)$$

Эта норма установлена, исходя из экстремальных, т.е. самых неблагоприятных условий, когда тормозные башмаки укладываются под абсолютно порожние вагоны (или с неизвестной нагрузкой на ось), а средняя нагрузка на ось в остальной части состава, под вагоны которой башмаки не уложены, предельно допустимая (в расчет принято 23 т/ось). Такая ситуация в современных условиях маловероятна, и укладка такого количества тормозных башмаков практически во всех случаях будет излишней. Отсюда, следует на практике избегать применения экстремальной нормы за исключением случаев, когда уложить тормозные башмаки под вагоны с нагрузкой не менее 15 т/ось по каким-либо причинам невозможно или невозможно установить вес вагонов брутто, код которые укладываются тормозные башмаки.

Само существование таких случаев весьма сомнительно и может иметь место, как правило, при неудовлетворительной организации технологического процесса работы станций. Поэтому все дальнейшее изложение мето-

дики расчета норм закрепления будет исходить из оптимальной нормы, хотя все это будет, в принципе, применимо и к экстремальной норме.

2.3. Общий порядок расчета норм закрепления при составлении ТРА станции.

Практически при составлении ТРА рассчитывается не потребное количество тормозных башмаков для закрепления определенного количества осей, а максимальное количество осей, которое может быть закреплено одним, двумя, тремя и так далее тормозными башмаками.

Это требуется для правильного заполнения граф 4, 6 и 7 пункта 3.10.1 (24) ТРА. Для этой цели основная расчетная формула должна быть преобразована следующим образом:

для одного тормозного башмака:

$$I = \frac{n}{200} (1,5i + 1), \text{ откуда } n = \frac{200}{(1,5i + 1)};$$

для двух тормозных башмаков:

$$2 = \frac{n}{200} (1,5i + 1), \text{ откуда } n = \frac{400}{(1,5i + 1)};$$

для трех тормозных башмаков:

$$3 = \frac{n}{200} (1,5i + 1), \text{ откуда } n = \frac{600}{(1,5i + 1)};$$

соответственно для четырех башмаков:

$$n = \frac{800}{(1,5i + 1)}$$

для пяти башмаков:

$$n = \frac{1000}{(1,5i + 1)} \text{ и т.д.}$$

Например, расчетный уклон составляет 2%.

Тогда один тормозной башмак:

$$n = \frac{200}{(1,5 \cdot 2 + 1)} = \frac{200}{4} = 50 \text{ осей};$$

два тормозных башмака:

$$n = \frac{400}{4} = 100 \text{ осей};$$

три тормозных башмака:

$$n = \frac{600}{4} = 150 \text{ осей и т.д.}$$

В случае, если получается дробное или нечетное количество осей, нужно округлить его в меньшую сторону до целого четного числа, так как

дробным количеством осей быть не может, а вагонов с нечетным числом осей на сети практически нет.

Округление в меньшую сторону необходимо для гарантии безопасности.

Например, при уклоне 2,3‰ для одного тормозного башмака получается:

$$n = \frac{200}{2,3 \cdot 1,5 + 1} = 44,9 \approx 44 \text{ оси.}$$

Проставленное в графе 6 число 44 означает, что одним тормозным башмаком может быть закреплена группа вагонов до 44 осей включительно.

46 осей должно закрепляться уже двумя тормозными башмаками.

3. Расчетная длина пути.

3.1. Оставляемые на пути составы поездов и отдельные группы вагонов должны размещаться в пределах полезной длины пути.

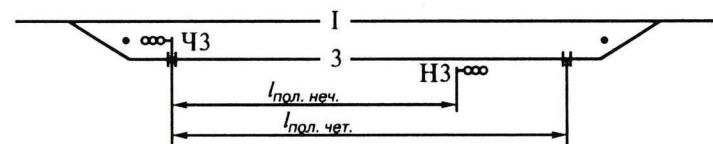
При отсутствии электрической изоляции пути полезная длина равна расстоянию между предельными столбиками в обоих концах пути.

Если при этом имеется выходной (маршрутный, маневровый) светофор с этого пути, то полезная длина исчисляется от этого светофора до предельного столбика в противоположном конце пути.

При наличии электрической изоляции пути полезная длина определяется расстоянием от светофора до изолирующего стыка в противоположном конце пути, а при отсутствии светофоров - расстоянием между изолирующими стыками в обоих концах пути.

При этом полезная длина пути в четном и нечетном направлениях может быть различной, и если эта разница составляет по длине один и более одного условного вагона (14 м), то это отражается в п.1.5 (3) ТРА.

Схема 1.



С точки зрения закрепления составов поездов существенна не сама по себе полезная длина пути в метрах, а вместимость пути, причем не в вагонах, а в осиях.

Если путь специализирован для приема и отправления грузовых поездов со смешанным подвижным составом (по родам вагонов), то вместимость пути определяется следующим образом: полезная длина за вычетом длины обращающегося на участке локомотива делится на 14 и умножается

на 4. При этом получается вместимость пути в осях, до величины которой производится расчет норм закрепления:

$$n_{\max. \text{ осей}} = \frac{(l_{\text{пол}} - l_{\text{лок}}) \cdot 4}{14}$$

где $l_{\text{пол}}$ - полезная длина пути в метрах;

$l_{\text{лок}}$ - длина локомотива в метрах;

14 - длина условного вагона в метрах.

Если же путь специализирован для размещения вагонов исключительно одного рода, например, пассажирских, то для определения его вместимости в осях в знаменателе вместо числа 14 должно быть число 24,5 (длина пассажирского вагона равна 24,5):

$$n_{\max. \text{ осей пасс.}} = \frac{(l_{\text{пол}} - l_{\text{лок}}) \cdot 4}{24,5}$$

Для прочих (не приемоотправочных путей) длина локомотива из полезной длины не вычитается, так как на этих путях при маневрах вагоны могут оставляться "по предел", т.е. до предельного столбика, маневрового светофора или до изолирующего стыка ("по изоляцию").

Для правильного определения вместимости пути в осях нужно требовать, чтобы в выдаваемых на станцию продольных профилях путей была привязка к плану станции, т.е. указаны координаты предельных столбиков, светофоров и изолирующих стыков.

4. Определение расчетных уклонов.

4.1. Этот вопрос является самым сложным ввиду самого разнообразного характера продольных профилей путей.

4.2. Общий принцип расчета среднего (приведенного) уклона пути (отдельного отрезка пути).

В самом общем случае, когда инструментальные отметки точек пути в продольном профиле зафиксированы с различными интервалами по длине, приведенный профиль определяется как средневзвешенная величина по формуле:

$$i_{\text{пр.}} = \frac{\sum i \cdot l}{\sum l}$$

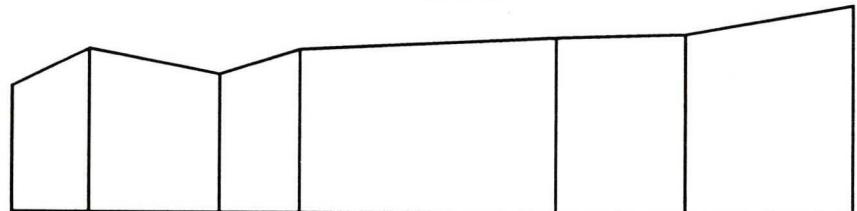
где i - приведенный уклон в тысячных,

$\sum i \cdot l$ - сумма произведений величин уклонов в тысячных на длину соответствующих участков в метрах,

$\sum l$ - сумма длин всех участков (включая участки с нулевым уклоном), т.е. длина пути, на которой располагаются вагоны, в метрах.

В числителе каждая величина уклона берется со знаком плюс или минус, в зависимости от направления спуска (схема 2).

Схема 2.



Б

4,6	3,8	4,0	1,5	0	2,3
100	150	100	300	150	200

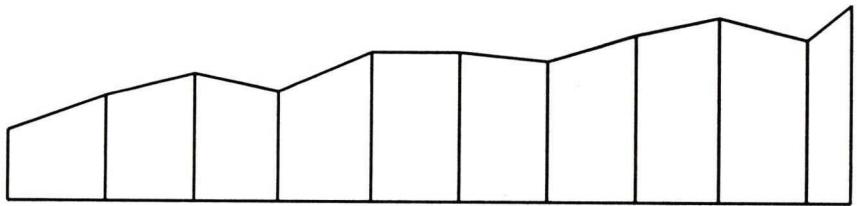
$$i_{\text{пр.}} = \frac{4,6 \cdot 100 - 3,8 \cdot 150 + 4,0 \cdot 100 + 1,5 \cdot 300 + 0 \cdot 150 + 2,3 \cdot 200}{100 + 150 + 100 + 300 + 150 + 200} = \frac{1200}{1000} = 1,2 \%$$

$$\frac{1,2}{1000}$$

Расчет упрощается, если отметки точек зафиксированы с одинаковым интервалом (50 или 100 м). В этом случае это расстояние выносится за скобки, а в скобках остается алгебраическая сумма величин уклонов (схема 3).

При наличии геодезических отметок средний уклон в тысячных может быть определен следующим образом: разницу отметок крайних точек пути в метрах разделить на длину пути в метрах и умножить на 1000.

Схема 3.



Б

3,7	3,5	3,8	3,8	0	2,5	3,6	3,4	3,6	6
100	100	100	100	100	100	100	100	100	50

$$i_{\text{пр.}} = \frac{100 \cdot (3,7 + 3,5 - 3,8 + 3,8 \pm 0 - 2,5 + 3,6 + 3,4 - 3,6) + 6,0 \cdot 50}{950} = \frac{1110}{950} = 1,17 \approx 1,2 \%$$

$$\frac{1,2}{950}$$

5. Малые уклоны.

5.1. Согласно п.1а приложения 2 к ИДП, уклоны от 0 до 0,5‰ (исключительно) рассматриваются как площадка, и любая группа вагонов закрепляется на таких путях (отрезках путей) по одному тормозному башмаку с обеих сторон или одним ручным тормозом в любой части состава (группы вагонов).

Начиная с уклона 0,5 и более, закрепление производится со стороны спуска по нормам, рассчитанным по вышеуказанным формулам.

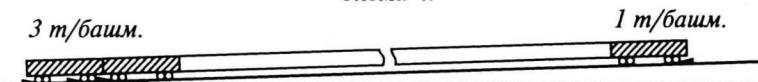
5.2. Согласно п.7 приложения 2, на путях с уклонами от 0,5 до 1,0‰ включительно порожние вагоны закрепляются дополнительно одним тормозным башмаком и со стороны, противоположной спуску. Здесь необходим комментарий.

Во-первых, не уточняется, что считать порожними вагонами - группу из чистого порожняка или смешанную с каким-то количеством порожних вагонов со стороны, противоположной спуску.

Во-вторых, в результате производства различных путевых работ (подъемка, подбивка и прочее) микропрофиль пути может измениться и не соответствовать документальному.

Исходя из этого, следует рекомендовать закреплять со стороны, противоположной спуску, одним тормозным башмаком любую группу вагонов, в том числе и груженых, располагающуюся на пути (отрезке пути) с уклоном до 1,0‰ включительно. Например,

Схема 4.



Группа (состав) в 200 осей расположена на пути с уклоном 1,0‰. Со стороны спуска уложим

$$K_b = \frac{200}{200} (1 \cdot 1,5 + 1) = 2,5 \approx 3 \text{ тормозных башмака.}$$

Со стороны, противоположной спуску, - 1 тормозной башмак.

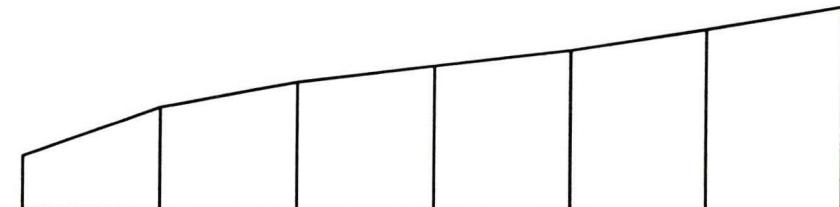
6. Характерные виды продольного профиля путей.

6.1. С точки зрения расчета и применения норм закрепления подвижного состава на станционных путях продольные профили путей можно разделить на следующие виды:

6.1.1. Монотонный профиль. Это такой профиль, когда, начиная с наивысшей отметки высоты в одном конце пути, каждая последующая точка

находится ниже предыдущей, не опускаясь ниже крайней точки в другом конце пути.

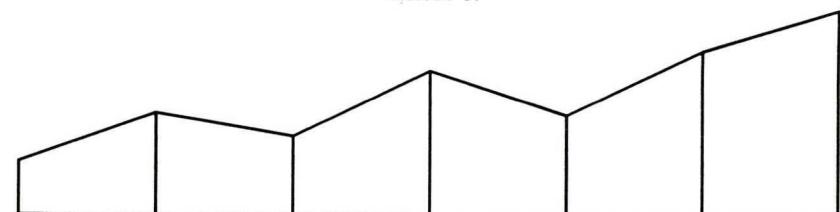
Схема 5.



При таком профиле отдельные отрезки пути могут иметь уклон, равный нулю (площадку).

6.1.2. Пилообразный (ломаный) профиль. При таком профиле отрезки пути могут иметь разные направления спуска, но и в этом случае ни одна промежуточная точка не будет выше наивысшей точки в одном конце пути или ниже низшей точки в другом конце пути.

Схема 6.



И при таком профиле отдельные элементы могут располагаться на площадке.

Для монотонного или пилообразного профиля характерным является то, что средний (приведенный) спуск по всей длине пути (или какой-то части пути, если ее рассматривать отдельно) имеет одно направление.

6.1.3. Выпуклый профиль ("гора"). Выпуклым считается профиль, когда хотя бы одна промежуточная точка находится выше одновременно обеих крайних точек пути.

Схема 7.

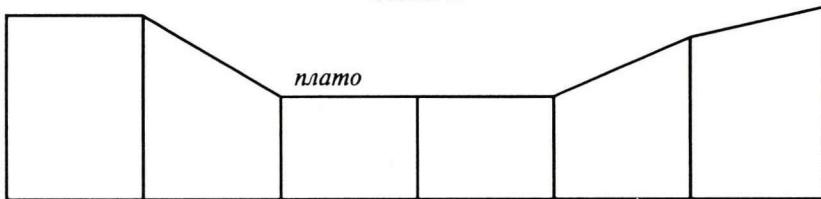


Как частный случай, выпуклый профиль может быть “двувершинным”, когда две соседние наивысшие точки имеют одинаковые отметки, и отрезок пути между ними будет располагаться на площадке (“плато”).

Характерным для выпуклого профиля является то, что части пути, расположенные по обе стороны от точки главного перелома, имеют средний (приведенный) спуск, направленный в разные стороны от этой точки к концам путей (в сторону стрелочных горловин).

6.1.4. Вогнутый профиль (“яма”). При таком профиле хотя бы одна промежуточная точка расположена ниже одновременно обеих крайних точек пути.

Схема 8.



Для вогнутого профиля характерно то, что части пути, расположенные по обе стороны от точки главного перелома (или плато), имеют средний (приведенный) спуск, направленный в разные стороны от концов внутрь пути.

7. Практический расчет норм закрепления при различных видах продольного профиля пути. Применение расчетных норм.

7.1. Суть проблемы и условия ее решения.

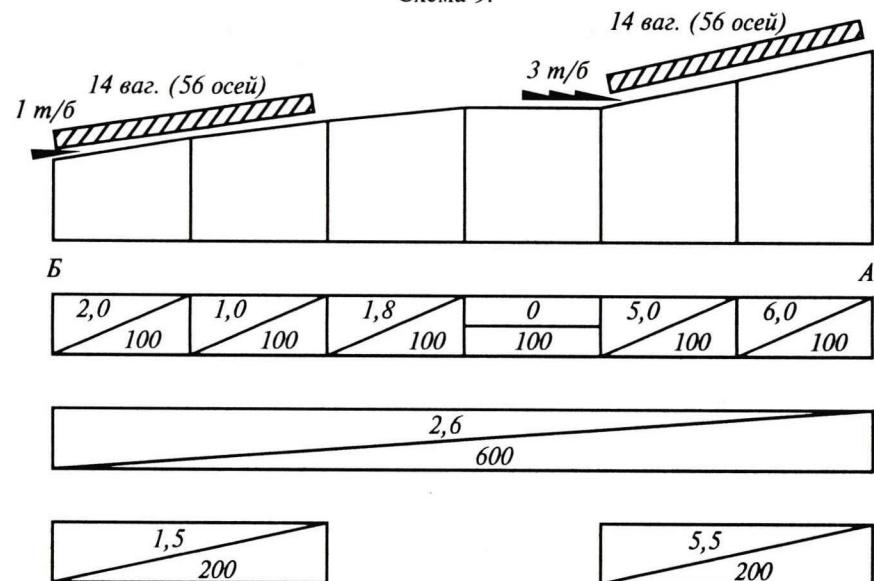
Наиболее благоприятным условием для установления норм закрепления было бы наличие путей, расположенных на площадке (уклоны менее 0,5‰), или имеющих монотонный профиль с относительно небольшими колебаниями крутизны элементов (пусть даже и значительной по абсолютной величине). Однако реально существующие станционные пути, как правило, далеки от этого идеала и имеют более сложный профиль - монотонный с резкими перепадами крутизны, пилообразный (ломаный), выпуклый или вогнутый.

В этих условиях на первый план выступает достоверность документального профиля, его соответствие фактическому. Пункт 3.7 ПТЭ требует, чтобы продольные профили путей (кроме горочных, подгорочных и вытяжных) проверялись не реже одного раза в 10 лет. Но практически этого бывает недостаточно для обеспечения полной достоверности. Поэтому этот же пункт ПТЭ требует, чтобы участки, на которых производятся работы, вызывающие изменение плана и профиля, проверялись исполнителями работ после их окончания с представлением в дистанцию пути и на-

чальнику станции соответствующей документации. Это на практике зачастую не выполняется, и задача каждого начальника станции проявлять в этом вопросе максимум принципиальности, иначе расчеты норм закрепления подвижного состава могут оказаться неверными.

Вторым важным моментом является то, что в абсолютном большинстве случаев расчеты закрепления должны производиться, исходя от обоих концов пути (в четном и нечетном направлениях), что также далеко не всегда выполняется и может приводить к уходу вагонов. Рассмотрим конкретный пример.

Схема 9.



Имеем монотонный профиль (по определению) с общим спуском в сторону станции Б.

Приведенный спуск по всей длине пути равен 2,6‰. Для 14 условных вагонов (56 осей) норма закрепления будет:

$$K_B = \frac{56}{200} (2,6 \cdot 1,5 + 1) = 1,37 \approx 2 \text{ тормозных башмака.}$$

Однако при расположении этих 14 вагонов со стороны станции А эта норма недостаточна, так как реально эти вагоны находятся на отрезке пути 200 м с приведенным спуском 5,5‰, и потребное количество тормозных башмаков будет:

$$K_B = \frac{56}{200} (5,5 \cdot 1,5 + 1) = 2,59 \approx 3 \text{ тормозных башмака}$$

Если ту же группу вагонов установить со стороны станции Б, то норма будет завышена, так как реально эти вагоны будут находиться на отрезке пути 200 м с приведенным спуском 1,5‰. Потребное количество башмаков здесь будет:

$$K_B = \frac{56}{200} (1,5 \cdot 1,5 + 1) = 0,91 \approx 1 \text{ тормозной башмак.}$$

Таким образом, в первом случае мы создали прямую угрозу ухода вагонов, а во втором случае заставили исполнителя делать лишнюю работу (ставить лишний башмак). Задача же состоит в том, чтобы расчетные нормы закрепления и их практическое применение в поездной и маневровой работе обеспечивали: а) безусловную гарантию от ухода вагонов; б) исключали бы излишнюю нагрузку на исполнителей из-за требования укладки излишнего количества тормозных башмаков.

Отсюда следует два важных вывода.

- 1) Для путей с переменным профилем (различной величиной уклонов) не может существовать единой нормы закрепления для групп вагонов, установленных на различных отрезках пути. Это же касается и составов поездов, приывающих или выставляемых к отправлению, в четном и нечетном направлениях, если состав не занимает полностью всю полезную длину пути. Для таких путей нужно производить два расчета: начиная с границы полезной длины в четной и нечетной стороны пути.
- 2) В поездной и маневровой работе должны выполняться следующие условия:
 - a) пребывающий на станцию поезд должен быть остановлен так, чтобы локомотив находился непосредственно перед выходным (маршрутным) светофором, и расстояние от этого светофора до головного вагона поезда было не более длины локомотива, так как именно от этой точки начинается расчет норм закрепления;
 - b) состав формируемого (выставляемого к отправлению) поезда должен устанавливаться от границы полезной длины пути (светофора, изолирующего стыка, предельного столбика) на расстоянии не более длины поездного локомотива;
 - c) при маневрах вагоны должны оставляться в том конце пути, где работает маневровый локомотив, а при подстановке дополнительных вагонов (групп) - осаживаться с таким расчетом, чтобы крайний вагон оставался у границы пути. Если этого не соблюдать, может создаться ситуация, подобная показанной на схеме 9. Если возникает технологическая необходимость постоянно оставлять вагоны на каком-то другом участке пути (не в конце пути), то для этого участка должна быть рассчитана отдельно норма закрепления и указана в п.3.10.2 (24) ТРПА станции.

Указанные требования к машинистам поездов, дежурным по станции и руководителям маневров должны быть четко установлены нормативными документами (приказами Н, НОД и ТРПА станций). Порядок приема и отправления поездов, не помещающихся в границах полезной длины пути (длинносоставных, повышенной длины), должен быть установлен специальными инструкциями или отдельно указан в ТРПА станции. В этих случаях нормы закрепления должны быть рассчитаны с учетом занятия составом поезда части стрелочной горловины. Таковы основная задача по расчету и применению норм закрепления подвижного состава на станционных путях и условия ее реализации.

7.2. Расчет норм закрепления на пути с монотонным профилем.

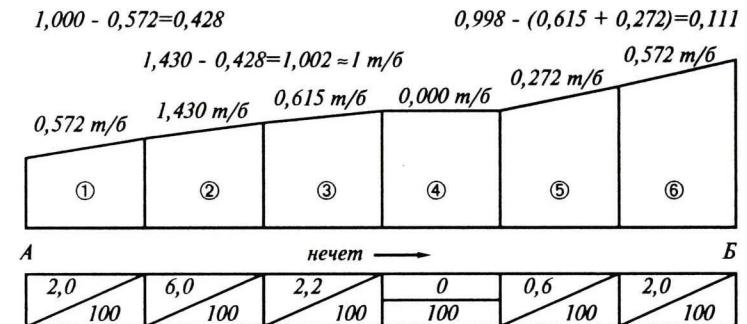
Рассмотрим продольный профиль пути, представленный на схеме 10.

Полезная длина пути составляет 600 м, вместимость 42,85 условных вагона (171,42 ≈ 170 осей). Продольный профиль пути монотонный, спуск от Б к А. Отметки точек документально зафиксированы через каждые 100 метров, всего 6 отрезков, которые пронумерованы. Задача состоит в том, чтобы установить, какое количество осей может быть закреплено одним, двумя, тремя и так далее тормозными башмаками. Причем в двух направлениях: считая от точки А к Б и от Б к А.

Для начала применим "традиционный" метод расчета по среднему (приведенному) профилю и докажем впоследствии, что полученный результат будет совершенно неправильным, и применение его на практике наверняка приведет к уходу вагонов.

Схема 10.

Путь №4



Примечание: Для составов четных поездов расчет начинается от точки А, для нечетных - от точки Б (т.е. в направлении, обратном направлению движения)

Таблица 1.

Уклон, тыс.	$I,5i + I$	Количество т/башмаков	Макс. количество осей	Расстояние, м
0,5	1,75	1	114	399
1,0	2,50	1	80	280
1,5	3,25	1	60	210
2,0	4,00	1	50	175
2,5	4,75	1	42	147
3,0	5,50	1	36	126
3,5	6,25	1	32	112
4,0	7,00	1	28	98
4,5	7,75	1	24	84
5,0	8,50	1	22	77
5,5	9,25	1	20	70
6,0	10,00	1	20	70
6,5	10,75	1	18	63
7,0	11,50	1	16	56
7,5	12,25	1	16	56
8,0	13,00	1	14	49
8,5	13,75	1	14	49
9,0	14,50	1	12	42
9,5	15,25	1	12	42
10,0	16,00	1	12	42
10,5	16,75	1	10	35
11,0	17,50	1	10	35
11,5	18,25	1	10	35
12,0	19,00	1	10	35

Итак, приведенный уклон по всей длине пути будет:

$$i_{np} = \frac{100(2,0 + 6,0 + 2,2 + 0,00 + 0,6 + 2,0)}{600} = 2,13;$$

$$1,5 \cdot i + I = 2,13 \cdot 1,5 + I = 3,19 + I = 4,19$$

$$1 \text{ торм. башмак} - \frac{200}{4,19} = 47,7 \approx 46 \text{ осей.}$$

$$2 \text{ торм. башмака} - \frac{400}{4,19} = 95,4 \approx 94 \text{ осей.}$$

$$3 \text{ торм. башмака} - \frac{600}{4,19} = 143,2 \approx 142 \text{ оси.}$$

4 торм. башмака - до вместимости пути.

Допустим, на основании этого расчета мы заполнили графы 4 и 6 пункта 3.10.1 (24) ТРА и выдали исполнителям (что зачастую так и делается). Что такая запись будет означать для исполнителя (ДСП, ДСЦ, ДСПП, составитель, оператор ПЦ, дежурный стрелочного поста и др.)? То, что, например, 46 осей могут быть закреплены одним тормозным башмаком, а 94 оси - двумя тормозными башмаками, независимо от того, на каком отрезке пути эти оси бы ни располагались.

Насколько это опасно, было уже показано на схеме 9 (п.7.1). Теперь наша задача состоит в том, чтобы найти такой метод расчета, который бы учитывал переменный характер профиля пути, хотя в целом он и является монотонным.

В первом приближении можно пойти по такому пути: учитывая наибольшую крутизну 1 и 2 отрезков (со стороны А), определить количество осей для одного и двух тормозных башмаков.

В таблице 1 видим, что при уклоне 2% одному т/башмаку соответствует 50 осей, размещенных на расстоянии 175 м, т.е. эти оси на одном первом отрезке не поместятся, захватывается большая часть второго отрезка с уклоном 6%, при котором на 1 башмак приходится только 20 осей, размещаемых на расстоянии 70 м. Спрямим профиль на первых двух участках, заведомо зная, что полученный уклон будет завышенным, так как большая часть осей, соответствующая одному тормозному башмаку, будет располагаться на первом участке с меньшим уклоном.

Мы здесь ничего не потеряем в плане безопасности, но можем завысить норму закрепления, т.е. нагрузку на работников.

$$\text{Итак, } i_{np} = \frac{100(2,0 + 6,0)}{200} = 4\%$$

$$1 \text{ тормозной башмак} - \frac{200}{4 \cdot 1,5 + I} = 28,57 \approx 28 \text{ осей.}$$

$$2 \text{ тормозных башмака} - \frac{400}{4 \cdot 1,5 + 1} = 57,14 \approx 56 \text{ осей.}$$

Рассуждая аналогичным образом для трех, четырех и т.д. тормозных башмаков, мы можем "нащупь" приближаться к точке Б.

Конечно, такой метод далеко не точен и, применяя его, нужно стремиться к тому, чтобы нигде не занизить величину расчетного уклона за счет заведомо завышенных норм закрепления. Многие так и поступают, вплоть до того, что закладывают в расчет максимальную величину уклона в пределах пути (или какой-то его части).

Запомнив полученные результаты расчета рассмотренными явно негодными методами, применим наиболее точный метод, предлагаемый ВНИИЖТ. Хотя он и является более трудоемким, освоив его в совершенстве, можно производить расчеты довольно оперативно. Важно научиться логические рассуждения переводить на язык математики и действовать последовательно (идем в направлении от А к Б).

1. Поскольку расчетные отрезки пути одинаковы по длине (100 м), определяем количество осей, помещающееся на каждом таком отрезке:

$$n = \frac{100 \cdot 4}{14} = 28,57 \approx 28,6 \text{ осей.}$$

2. Для закрепления 28,6 осей на отрезке 1, имеющем уклон 2,0 %, потребуется количество тормозных башмаков:

$$K_6 = \frac{28,6}{200} (2 \cdot 1,5 + 1) = 0,572 \text{ торм. башмака.}$$

Коэффициент $\frac{28,6}{200} = 0,143$ запомним для дальнейших расчетов, а значение выражения в скобках $(1,5i + 1)$ можно брать по таблице 1, если величина уклона кратна 0,5% или рассчитывать по формуле. Можно заранее составить "готовые" расчетные таблицы, в которых для каждой величины уклона заносить прямо расчетное количество тормозных башмаков для отрезка определенной длины. Однако, если нет возможности это сделать на компьютере, составлять такие таблицы "вручную" вряд ли целесообразно (нужно ведь все это рассчитать для участков различной длины и уклонов с точностью не менее 0,1%).

Представляется более целесообразным вести расчет непосредственно по конкретному профилю с использованием счетной машины (калькулятора).

3. На отрезке 2 с уклоном 6,0% потребное количество башмаков будет:

$$K_6 = 0,143(6 \cdot 1,5 + 1) = 1,430$$

4. На отрезке 3:

$$K_6 = 0,143(2 \cdot 2 \cdot 1,5 + 1) = 0,615$$

5. На отрезке 4 с нулевым уклоном, поскольку вагоны, располагающиеся на этом отрезке должны быть сцеплены с вагонами, располагающимися на отрезках 1, 2 и 3, приращение скатывающей силы будет равно нулю, а следовательно, и дополнительного увеличения количества башмаков не потребуется, т.е. $K_6 = 0$.

6. На отрезке 5:

$$K_6 = 0,143(0,6 \cdot 1,5 + 1) = 0,272$$

7. На отрезке 6:

$$K_6 = 0,143(2,0 \cdot 1,5 + 1) = 0,572$$

8. Теперь рассчитаем максимальное количество осей, которое может быть закреплено одним тормозным башмаком.

На отрезке 1 требуется только 0,572 торм. башмака. До одного башмака не хватает $1,000 - 0,572 = 0,428$ торм. башмака. "Задаем" эту разницу у отрезка 2. Чтобы определить, какое же количество осей из числа расположенных на отрезке 2 нужно добавить до одного целого башмака, составим пропорцию:

$$\begin{aligned} 28,6 \text{ осей} & - 1,430 \text{ торм. башмака} \\ X \text{ осей} & - 0,428 \text{ торм. башмака} \\ X = 28,6 \cdot 0,428 : 1,430 & = 8,56 \text{ осей.} \end{aligned}$$

Таким образом, одним тормозным башмаком можно закрепить максимально $28,6 + 8,56 = 37,16 \approx 36$ осей.

9. Определим теперь максимальное количество осей, которое может быть закреплено двумя тормозными башмаками. В данном случае это количество осей будет практически размещаться полностью на 1 и 2 отрезках:

$0,572 + 1,430 = 2,002$ торм. башмака ≈ 2 торм. башмака, следовательно, количество осей будет: $28,6 + 28,6 = 57,2 \approx 56$ осей.

10. Для трех тормозных башмаков:

$0,572 + 1,430 + 0,615 + 0,272 = 2,889$, не хватает $3,000 - 2,889 = 0,111$ торм. башмака. "Задаем" их у участка 6:

$$\begin{aligned} 28,6 & - 0,572 \\ X & - 0,111 \\ X = 28,6 \cdot 0,111 : 0,572 & = 5,55 \approx 5,6 \text{ осей.} \end{aligned}$$

Тогда для 3-х башмаков максимальное количество осей будет:

$$28,6 \cdot 5 + 5,6 = 148,6 \approx 148 \text{ осей.}$$

11. Общая вместимость пути:

$$28,6 \cdot 6 = 171,6 \approx 170 \text{ осей.}$$

Потребность в торм. башмаках:

$$K_6 = 0,572 + 1,430 + 0,615 + 0,272 + 0,572 = 3,461 \approx 4 \text{ торм. башмака.}$$

Следовательно, 4-х тормозных башмаков будет достаточно для закрепления состава, располагающегося на всей полезной длине пути.

Сравним полученный результат с ранее полученным "приближенным" методом.

a) При расчетах по среднему (приведенному) уклону по всей длине пути мы получили результат:

1 торм. башмак - 46 осей (при точном методе расчета - 36 осей),

2 торм. башмака - 94 оси (соответственно - 56 осей),

3 торм. башмака - 142 оси (соответственно - 148 осей).

Выводы:

1. 2 тормозных башмака укладывать нужно под группу вагонов более 36 осей, а при "приблизительном" методе - только более 46 осей. Прямая угроза безопасности.
2. 3 тормозных башмака требуются уже при составе более 56 осей, а мы получили ранее - более 94 осей. Уход вагонов полностью обеспечен.

б) При "спрямлении" профиля на двух первых отрезках для одного тормозного башмака мы получили максимум 28 осей, в то время как при более точном расчете одним башмаком можно закреплять до 36 осей (разница в два условных вагона). Излишне загружаем исполнителей.

Таким образом, предложенный ВНИИЖТ более точный метод расчета вполне оправдан, и начальники (инженеры) станций должен потрудиться, чтобы освоить и применять этот метод при расчетах норм закрепления. Этим будет обеспечена гарантия безопасности и исключена неоправданно излишняя нагрузка на работников станции.

Итак, мы рассчитали нормы закрепления в одном направлении - от А к Б. Теперь нужно рассчитать эти нормы в направлении от Б к А. Закрепление будет производиться также со стороны А (монотонный профиль с общим спуском в направлении А), но вагоны будут устанавливаться на пути, начиная с конца Б.

1. Суммируем потребное количество тормозных башмаков на отрезках 6 и 5 :
 $0,572 + 0,272 = 0,844$.

Недостаток до одного башмака равен:

$$1,000 - 0,844 = 0,156.$$

"Займем" этот недостаток у отрезка 3:

$$28,6 - 0,615$$

$$X - 0,156$$

$$X = \frac{28,6 - 0,156}{0,615} = 7,25 \text{ осей.}$$

1 тормозной башмак - $28,6 \cdot 3 + 7,25 = 93,05 \approx 92$ оси.

2. Суммируем торм. башмаки на 6, 5 и 3 отрезках:

$$0,572 + 0,272 + 0,615 = 1,459.$$

Недостаток до 2-х торм. башмаков равен:

$$2,000 - 1,459 = 0,541.$$

"Займем" его у участка 2:

$$28,6 - 1,430$$

$$X - 0,541$$

$$X = \frac{28,6 - 0,541}{1,430} = 10,89 \text{ оси}$$

2 тормозных башмака - $28,6 \cdot 4 + 10,89 = 125,29 \approx 124$ оси.

3. Суммируем торм. башмаки на 6, 5, 3 и 2 отрезках:

$$0,572 + 0,272 + 0,615 + 1,430 = 2,889.$$

Недостаток до 3-х торм. башмаков:

$$3,000 - 2,889 = 0,111.$$

"Займем" у участка 1:

$$28,6 - 0,572$$

$$X - 0,111$$

$$X = \frac{28,6 - 0,111}{0,572} = 5,55.$$

3 торм. башмака - $28,6 \cdot 5 + 5,55 = 148,55 \approx 148$ осей.

4 торм. башмака - до вместимости пути.

Проанализируем результаты расчетов в одном и другом направлениях.

При занятии составом всей полезной длины пути результаты одинаковы: 3 башмака - 148 осей, 4 башмака - до вместимости пути. Однако для одного и двух торм. башмаков количество осей совершенно разное: 36 - 92, 56 - 124. Этот пример еще раз наглядно подтверждает необходимость производить расчеты для каждого пути в двух направлениях. Для того, чтобы записать результаты расчетов в ТРА, нам не хватает величины уклона, которая должна проставляться в графе 2 п.3.10.1 (24) ТРА. По результатам расчетов видно, что нельзя проставить какую-то одну величину уклона, даже при монотонном профиле!

Осреднение профиля должно производиться по участкам, на которых размещается максимальное количество осей, подлежащих закреплению одним, двумя, тремя и так далее тормозными башмаками, т.е. против каждого количества торм. башмаков должна проставляться своя величина уклона.

Итак, определим эти величины.

При расчетах от А к Б.

$$K_6 = \frac{n}{200} (1,5i + 1); \quad K_6 = \frac{1,5ni + n}{200}; \quad 200K_6 = 1,5ni + n; \quad 200K_6 - n = 1,5ni;$$

$$i_{тыс} = \frac{200K_6 - n}{1,5n} \text{ - формула для расчета величин уклонов.}$$

$$\text{1 торм. башмак: } i_1 = \frac{200 - 36}{1,5 \cdot 36} = 3,0\%$$

$$\text{2 торм. башмака: } i_2 = \frac{200 \cdot 2 - 56}{1,5 \cdot 56} = 4,1\%$$

$$\text{3 торм. башмака: } i_3 = \frac{200 \cdot 3 - 148}{1,5 \cdot 148} = 2,0\%$$

$$\text{4 торм. башмака: } i_4 = \frac{200 \cdot 4 - 171,6}{1,5 \cdot 171,6} = 2,4\% \text{ (полная вместимость пути).}$$

Расхождение с ранее рассчитанной средневзвешенной величиной уклона ($2,13\%$) на $0,27\%$ объясняется тем, что в расчетную формулу принято 4 тормозных башмака, т.е. дробное число округлено до большего целого.

Поэтому точной величиной среднего уклона по всей длине пути следует считать $2,13\%$.

При расчетах от Б к А.

$$\text{1 торм. башмак: } i_1 = \frac{200 - 92}{1,5 \cdot 92} = 0,8\%$$

$$\text{2 торм. башмака: } i_2 = \frac{200 \cdot 2 - 124}{1,5 \cdot 124} = 1,5\%$$

$$\text{3 торм. башмака: } i_3 = \frac{200 \cdot 3 - 148}{1,5 \cdot 148} = 2,0\%$$

$$\text{4 торм. башмака: } i = 2,13\%.$$

Заполним графы п.3.10.1(24) ТРА:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В четном направлении (для четных поездов)								
4	3,0	со стороны ст.А	1		36			
	4,1	"-	2		56			
	2,0	"-	3		148			
	2,1	"-	4	до вместим.				
В четном направлении (для нечетных поездов)								
4	0,8	со стороны ст.А	1		92			
	1,5	"-	2		124			
	2,0	"-	3		148			
	2,1	"-	4	до вместим.				

Графа 7 заполняется в обязательном порядке. Расчеты производятся аналогично, исходя из общей формулы для экстремальной нормы:

$$K_6 = \frac{n}{200} (4i + 1)$$

При этом в графике 7 будет заполнено большее количество строк, чем в графике 6 ввиду того, что одному, двум, трем и т.д. тормозным башмакам будет соответствовать меньшее количество осей.

7.3. Расчет норм закрепления на пути с пилообразным (ломанным) профилем.

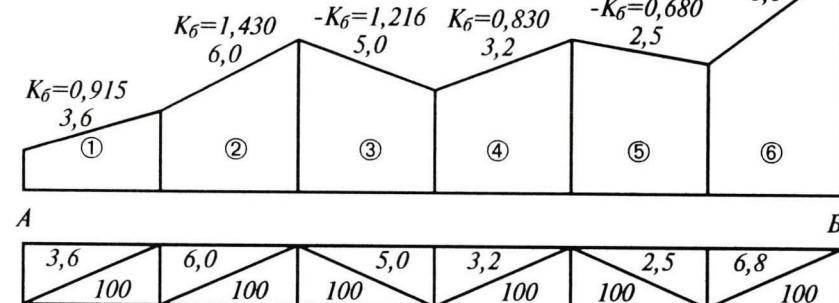
Путь с таким профилем представлен на схеме 11. Поскольку принцип расчета остается тем же, произведем расчет только в одном направлении, имея в виду, что при составлении ТРА расчеты должны производиться во всех случаях в обоих направлениях (четном и нечетном). Условия примем те же: полезная длина пути 600 м, отметки высоты точек - через каждые 100 метров.

В целом пилообразный (ломанный) профиль сложнее монотонного, хотя общий спуск по всей длине пути имеет также одно направление (от Б к А), и закрепление вагонов будет производиться тоже со стороны станции А.

Однако в этом случае указанный в п.7.1 порядок размещения составов поездов и групп вагонов при маневрах должен соблюдаться особенно строго.

$$1,000 - 0,915 = 0,085$$

$$2,000 - 0,915 = 1,085$$



Итак, рассчитаем нормы закрепления в направлении от А к Б.

1. На отрезке 1 требуется 0,915 башмака. Недостаток до одного башмака $1,000 - 0,915 = 0,085$ "займем" у участка 2.

$$28,6 - 1,430$$

$$X - 0,085$$

$$X = 1,7$$

$$1 \text{ торм. башмак} - 28,6 + 1,7 = 30,3 = 30 \text{ осей}$$

$$2. 2,000 - 0,915 = 1,085$$

$$28,6 - 1,430$$

$$X - 1,085$$

$$X = 21,7$$

$$2 \text{ торм. башмака} - 28,6 + 21,7 = 50,3 = 50 \text{ осей}$$

3. Поскольку отрезки 3 и 5 имеют противоположное направление спуска, расчетное количество башмаков на этих отрезках возьмем со знаком минус.

$$0,915 + 1,430 - 1,216 + 0,830 - 0,680 + 1,602 = 2,881 = 3 \text{ торм. башмака.}$$

Полученный результат говорит о том, что трех тормозных башмаков достаточно для закрепления состава, занимающего всю полезную длину пути.

Но при этом нужно помнить, что первый вагон состава со стороны закрепления должен находиться в начальной точке А, и все вагоны в составе должен быть сцеплены между собой! Те же условия должны соблюдаться и при расчете от исходной точки Б.

Отдельные же группы вагонов должны устанавливаться так же, начиная от указанных точек (в одном или другом направлениях). Точки А и Б - границы полезной длины пути, как они определены в п.3.1.

Следует еще раз напомнить, что оставлять вагоны в других частях пути (не в концах пути) можно разрешить только при наличии такой техноло-

гической необходимости (у грузовых фронтов и в других случаях) и при условии, что для соответствующих участков пути рассчитаны нормы закрепления и записаны в п.3.10.2 (24) ТРА станции.

На сортировочных путях, где производится роспуск вагонов с горок (вытяжек), порядок предотвращения ухода вагонов в стрелочные горловины должен быть точно установлен в ТРА и горочных инструкциях.

Запись норм закрепления в ТРА делается так же как и при монотонном профиле.

Расчетные величины уклонов в данном случае будут:

$$\text{для 1 торм. башмака } i_1 = \frac{200 - 30}{1,5 \cdot 30} = 3,8 \%$$

$$\text{для 2 торм. башмаков } i_2 = \frac{200 \cdot 2 - 50}{1,5 \cdot 50} = 4,7 \%$$

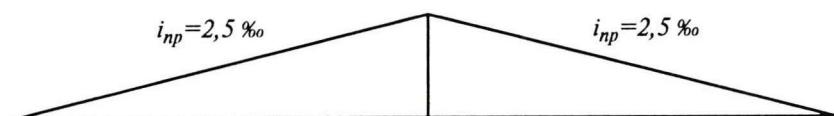
$$\text{для 3 торм. башмаков } i_3 = \frac{100(3,6 + 6,0 - 5,0 + 3,2 - 2,5 + 6,8)}{600} = 2,0 \%$$

(как средневзвешенная величина).

7.4. Расчет норм закрепления при выпуклом профиле ("горе").

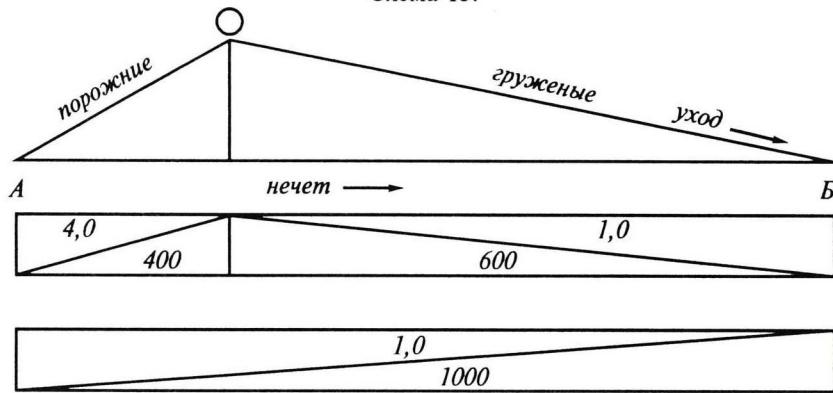
Этот вид профиля является самым неблагоприятным в плане опасности ухода вагонов. К сожалению, он существует на многих станциях, в том числе и на приемо-отправочных путях крупных станций. Даже при идеально симметричной "горе", когда наивысшая точка находится в середине полезной длины пути, и приведенный уклон по всей длине пути равен нулю, укладка по одному тормозному башмаку с каждой стороны не гарантирует от ухода вагонов.

Схема 12.



Все здесь зависит от соотношения масс частей состава, располагающихся на одном и другом "склоне" горы. Вагоны уйдут в ту сторону, где расположена более тяжелая часть состава. То же и при несимметричной горе.

Схема 13.



На пути полезной длиной 1000 м размещается состав в

$$\frac{1000 \cdot 4}{14} = 286 \text{ осей.}$$

Если считать по среднему значению спуска в сторону А, то с этой стороны нужно будет уложить:

$$K_b = \frac{286}{200} (1,5 \cdot 1,0 + 1) = 3,575 \approx 4 \text{ тормозных башмака.}$$

Со стороны Б - 1 тормозной башмак (п.5.1).

На одной из крупных сортировочных станций в парке приема имела место такая ситуация. Однако состав, вопреки направлению приведенного спуска, ушел в сторону Б из-за того, что со стороны А располагались пустые вагоны, а со стороны Б - груженые вагоны. Отсюда следует однозначный вывод, что "гору" считать по приведенному профилю ни в коем случае нельзя.

Расчет норм закрепления нужно производить для каждой части пути, расположенной с одной и другой стороны от точки главного перелома профиля, отдельно.

Каждый "склон горы" может иметь монотонный или пилообразный (ломанный) характер профиля. Как производить расчеты в том и другом случаях, подробно рассмотрено в п.п. 7.2 и 7.3.

В случае "горы" расчеты нужно производить тем же методом, причем обязательно в четном и нечетном направлениях.

Во избежание повторения, примем на обоих "склонах" равномерный (приведенный) профиль, как это показано на схеме 13, но произведем теперь правильный расчет норм закрепления и покажем, какая запись должна делаться в ТРА.

Вначале определим, какое количество осей может быть максимально размещено на каждом склоне горы. Точку главного перелома профиля

(наивысшую точку пути) обозначим буквой "О". На участке О - А разместится количество осей:

$$n_{OA} = \frac{400 \cdot 4}{14} = 114,3 \text{ оси.}$$

На участке О - Б :

$$n_{OB} = \frac{600 \cdot 4}{14} = 171,4 \text{ оси.}$$

Округление количества осей до меньшего целого четного числа будем производить только по получении конечного результата расчета норм закрепления.

Заметим, что фактически на этих участках может размещаться другое количество осей, в зависимости от преобладания того или иного рода подвижного состава. Как правило, осей будет меньше, так как все вагоны имеют коэффициент длины более единицы. Но если состав поезда будет состоять из четырехосных цистерн или хопперов-цементовозов, осей поместится больше, так как у этих вагонов коэффициент длины меньше единицы.

Общие расчетные формулы этой разницы не учитывают, но в отдельных случаях, как это было указано в п.3.1, это можно учесть при расчетах норм закрепления какого-то конкретного рода подвижного состава. Например, на пассажирской станции расчеты на основе длины условного вагона (14 м) будут совершенно неправильными (нужно брать 24,5 м). Итак, будем производить расчеты.

В направлении от А к Б (начало первого вагона в точке А).

Участок ОА (закрепление со стороны А)

$$1 \text{ торм. башмак} - n_{max} = \frac{200}{4 \cdot 1,5 + 1} = 28,6 \approx 28 \text{ осей.}$$

$$2 \text{ торм. башмака} - n_{max} = \frac{400}{7} = 57,1 \approx 56 \text{ осей.}$$

$$3 \text{ торм. башмака} - n_{max} = \frac{600}{7} = 85,7 \approx 84 \text{ оси.}$$

$$4 \text{ торм. башмака} - n_{max} = \frac{800}{7} = 114,3 \approx 114 \text{ осей.}$$

Вместимость участка ОА исчерпана.

Участок ОБ (закрепление со стороны Б).

Расчет начинаем от точки О (продолжение состава).

$$1 \text{ торм. башмак} - n_{max} = \frac{200}{1 \cdot 1,5 + 1} = 80 \text{ осей.}$$

$$2 \text{ торм. башмака} - n_{max} = \frac{400}{2,5} = 160 \text{ осей.}$$

3 торм. башмака - до вместимости участка ОБ.

В направлении от Б к А (начало первого вагона в точке Б).

Участок ОБ (закрепление со стороны Б).

$$1 \text{ торм. башмак} - n_{max} = \frac{200}{2,5} = 80 \text{ осей.}$$

$$2 \text{ торм. башмака} - n_{max} = 160 \text{ осей.}$$

3 торм. башмака - до вместимости участка ОБ.

Участок ОА (закрепление со стороны А)

Расчет начинаем от точки О (продолжение состава).

$$1 \text{ торм. башмак} - n_{max} = \frac{200}{7} = 28,6 \approx 28 \text{ осей.}$$

$$2 \text{ торм. башмака} - n_{max} = 56 \text{ осей.}$$

$$3 \text{ торм. башмака} - n_{max} = 84 \text{ оси.}$$

4 торм. башмака - до вместимости участка ОА.

Однаковые нормы закрепления в обоих направлениях получены только благодаря тому, что в расчет заложены постоянные уклоны обоих участков. Реально же при монотонном (но переменном) или ломаном профиле каждого участка нормы будут разные (как в п.п. 7.2 и 7.3). Главное, на что здесь нужно обратить внимание, это запись в ТРА.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В четном направлении (для четных поездов)								
4	4,0	со стороны ст.А	1		28			
		"—	2		56			
		"—	3		84			
		"—	4		114 и более			
	1,0	со стороны ст.Б	1		от 116 до 196			
		"—	2		от 198 до 278			
		"—	3		от 280 до вмест.			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В нечетном направлении (для нечетных поездов)								
4	1,0	со стороны ст.Б	1		80			
		"—	2		160			
		"—	3		172 и более			
	4,0	со стороны ст.А	1		от 174 до 202			
		"—	2		от 204 до 232			
		"—	3		от 234 до 262			
		"—	4		от 264 до вмест.			

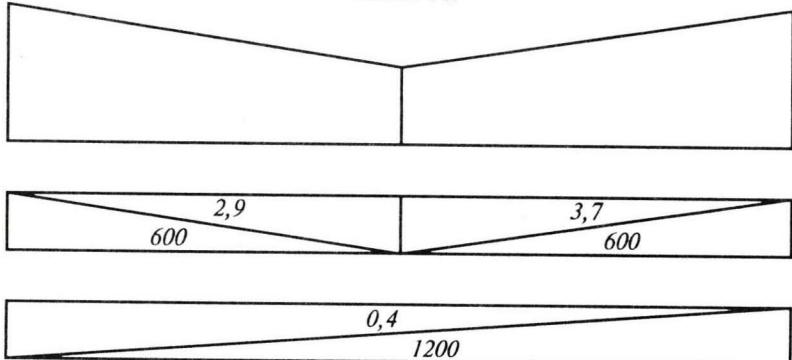
В порядке пояснения:

1. Поезда, прибывающие в четном направлении (или сформированные к отправлению в четном направлении) устанавливаются первым вагоном в точке А, нечетные в точке Б. Поэтому для четных поездов мы вели расчет, начиная с точки А и далее - в нечетном направлении, т.е. противоположном направлении движения. Для нечетных поездов расчеты начинались с точки Б и велись в четном направлении.
2. Для дежурного по станции мы не можем записывать в ТРА нормы закрепления по участкам от точки перелома профиля. Ему нужно конкретно указать максимальное количество осей, которое может быть закреплено одним, двумя, тремя и т.д. тормозными башмаками, причем отдельно для четных и нечетных поездов. Из приведенной выше записи, например, следует, что составы четных поездов со стороны станции А закрепляются по нормам до длины 114 осей, а начиная со 116 осей они закрепляются также со стороны станции Б, причем диапазоны количества осей указаны не начиная от точки перелома профиля, а от начальной точки А (голова состава). Точно так же и для составов нечетных поездов. Указанные в ТРА нормы закрепления для составов четных и нечетных поездов применяются также и для групп вагонов, выставляемых на путь при маневрах, в зависимости от того, с какого конца пути они выставляются (начиная от точки А или от точки Б).

7.5. Закрепление вагонов при вогнутом профиле ("яма").

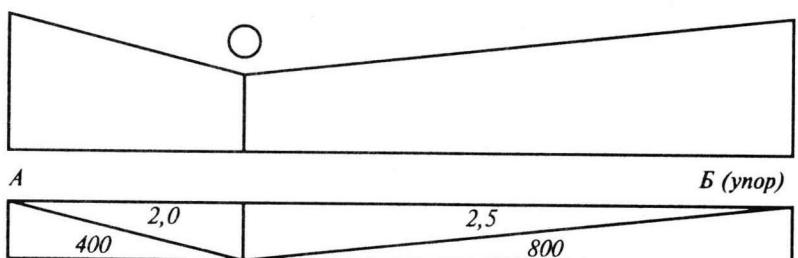
Вогнутый профиль является более благоприятным, чем выпуклый, а в случае относительно симметричной "ямы" такой профиль даже лучше монотонного или ломаного с односторонним спуском, так как при полном заполнении пути скатывающие силы, действующие на обе части состава, направлены внутрь пути и взаимно уравновешиваются.

Схема 14.



При полном заполнении пути, если приведенный спуск менее 0,5‰, состав закрепляется по одному тормозному башмаку с обеих сторон. Но это при полном заполнении пути. Расчеты же должны производиться для одного, двух и т.д. башмаков, т.е. для групп вагонов, не "уравновешенных" вагонами, стоящими на другом склоне "ямы". К тому же, "ямы" бывают, как правило, несимметричными, что усложняет расчет. Оба склона "ямы" могут также иметь сложный профиль, но мы примем уклоны постоянными.

Схема 15.



На участке АО помещается - $\frac{400 \cdot 4}{14} = 114,3$ осей,

На участке ОБ - $\frac{800 \cdot 4}{14} = 228,6$ осей.

Предположим, что путь тупиковый, Тогда постановка вагонов на путь возможна только со стороны А, и расчет нужно производить в одну сторону - от А к Б.

Подобные пути имеются в парке отправления, например, станции Песово (четная система).

Начнем расчет. Закрепление со стороны "Б" (до нижней точки "ямы").

$$1 \text{ торм. башмак} - n_{max} = \frac{200}{2 \cdot 1,5 + 1} = \frac{200}{4} = 50 \text{ осей}$$

$$2 \text{ торм. башмака} - n_{max} = \frac{400}{4} = 100 \text{ осей}.$$

3 торм. башмака - от 102 до 114 осей.

При дальнейшем удлинении состава укладывать дополнительные тормозные башмаки со стороны Б нет смысла, так как скатывающей силе, действующей на вагоны, расположенные на участке АО, начнет противодействовать скатывающая сила, действующая на вагоны, размещенные на участке ОБ. В этом случае направление равнодействующей будет также зависеть от соотношения масс частей состава, расположенных на одном и другом склонах "ямы". До какого-то соотношения длин частей (количества осей) на склонах "ямы" тенденция к самопроизвольному движению состава в сторону А будет отсутствовать, а с какого-то момента она может появиться.

Поскольку фактор веса расчетными формулами не учитывается, остается применять такой способ расчета. Со стороны А во всех случаях должно укладываться не менее одного тормозного башмака. При этом следует еще произвести проверку "на максимум". Определим потребное количество тормозных башмаков для закрепления части состава, занимающей весь участок ОБ, как если бы вагоны на участке АО отсутствовали:

$$K_6 = \frac{228}{200} (2,5 \cdot 1,5 + 1) = 5,4 \approx 6 \text{ торм. башмаков.}$$

Округленно, для закрепления части состава на участке ОБ требуется на 3 торм. башмака больше, чем для части состава на участке АО.

Разделим вместимость участка ОБ на 3 равные части: $228 : 3 = 76$ осей.

Установим нормы закрепления со стороны А:

1 торм. башмак - до $114 + 76 = 190$ осей;

2 торм. башмака - до $114 + 76 + 76 = 266$ осей;

3 торм. башмака - до $114 + 76 + 76 + 76 = 342$ оси.

Такие нормы закрепления со стороны А могут быть несколько завышенными. Но для гарантии безопасности нужно предполагать самый неблагоприятный вариант в плане большого превосходства в весе части состава, расположенной на участке ОБ. В официальных документах методы расчета норм закрепления при "яме" (как, между прочим, и при "горе") не опубликованы. Поэтому, опираясь на настоящие рекомендации, при разработке ТРА следует учитывать и конкретные местные факторы, в частности, конкретный профиль склонов "горы" и "ямы", род подвижного состава и прочие.

8. Заключение.

Настоящие рекомендации основаны на официальных требованиях, изложенных в приложении 2 к ИДП, в части расчета норм закрепления. Применение расчетных формул должно гарантировать достаточность устанавливаемых ТРА норм закрепления подвижного состава от ухода со станционных путей.

Однако поскольку эти формулы не учитывают фактический вес частей составов и отдельных вагонов, расчетные нормы будут, как правило, выше чисто физической потребности в тормозных башмаках для закрепления реальных составов и групп вагонов, даже при расчетах по формуле для оптимальной нормы закрепления.

Это подтверждается исследованиями, проводимыми ВНИИЖТ, где в настоящее время разрабатываются компьютерные программы, позволяющие с максимальной степенью точности в оперативном порядке определять потребное количество тормозных башмаков для закрепления каждого конкретного состава поезда с учетом всех его характеристик согласно натурному листу. Это будет большой прогресс в данной области, однако потребуется немало времени и средств для поэтапного введения в действие таких программ на станциях сети.

На сегодняшний же день необходимо руководствоваться методами расчета и условиями применения норм закрепления подвижного состава на станционных путях, изложенными в настоящих рекомендациях.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Предварительные замечания	3
2. Основные формулы расчета и некоторые практические выводы	4
3. Расчетная длина пути	7
4. Определение расчетных уклонов	8
5. Малые уклоны	10
6. Характерные виды продольного профиля путей	10
7. Практический расчет норм закрепления при различных видах продольного профиля пути. Применение расчетных норм.	12
8. Заключение	32

Выпуск подготовил А.Ф. Краснощеков
Ответственный за выпуск С.Е. Макушев

Оригинал-макет подготовлен
компьютерной группой

SAM-graphics

тел. 972-9429

Отпечатано с оригинал-макета в ТОО "ГТ-ПРИНТ" тел. 254-9964