

# Шлифование рельсов как мероприятие по предотвращению и устранению шума

*В процессе эксплуатации рельсы подвергаются изменениям, которые ведут к возрастанию шумового воздействия на людей, живущих поблизости от железных дорог. Железные дороги Германии (DBAG) совместно с компанией Schwebbau & Co. RG разработали эффективный метод обработки рельсов, предупреждающий и снижающий уровень шума, — так называемое акустическое шлифование.*

Применение нового метода шлифования разрешено Федеральным бюро железных дорог Германии (ЕВА). Решающий компонент акустического шлифования — обработка поверхности катания рельсов в продольном направлении машиной типа GWM. Метод под названием VüG (особо контролируемый путь) уже несколько лет применяется на DBAG.

## Задачи, решаемые обработкой рельсов

В процессе эксплуатации на поверхности рельсов возникают различные геометрические дефекты (рифли, волнообразный износ, уплощение головки, выступающие сварные швы и др.) или проявляются не обнаруженные ранее повреждения материала (сплющивания, сферические вдавливания, пробоксовины, навар, грат). Дефекты и повреждения способствуют как возникновению повышенных динамических нагрузок на путь и подвижной состав, так и росту уровня шума с увеличением вибраций в подвижном со-

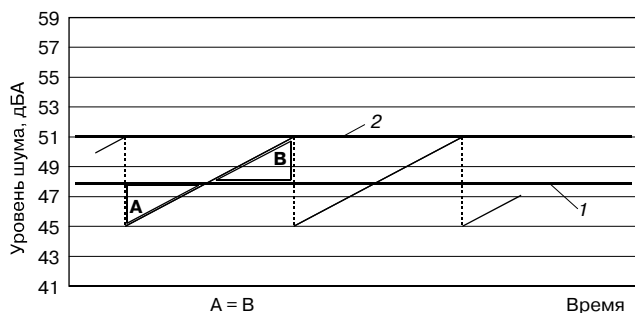


Рис. 1. Изменение уровня шума во времени и применение метода VüG:

1 — порог, определяющий необходимость вмешательства VüG;  
2 — основное значение; A и B — зоны неполной нагрузки

ставе. Повышенный шум оказывает негативное воздействие на население прилегающих к железной дороге районов.

С целью устранения указанных дефектов применяются различные способы обработки: шлифование новых рельсов и восстановительное шлифование уложенных, шлифование с учетом особых требований к линиям, по которым следуют поезда с наклоняемыми в кривых кузовами вагонов, а также шлифование, обусловленное акустическими причинами, т. е. уровнем шума. Все эти работы выполняет компания Schwebbau, располагающая парком высокопроизводительных универсальных машин для обработки рельсов — шлифования (колебательного, статического и ротационного), строгания и фрезерования.

## Шлифование по акустическим причинам

На железных дорогах в диапазоне скорости движения до 300 км/ч уровень шума, излучаемого проходящим подвижным составом, определяется шероховатостью рельсов и колес. Шлифование по акустическим причинам, направленное на обеспечение уровня шума в установленных пределах, осуществляется в местах его возникновения. Это снижает необходимость в активных (например, возведение ограждающих стенок) и пассивных шумозащитных мероприятиях. Шлифование рельсов предотвращает возникновение шума и снижает его уровень. Населенные районы, подверженные шумовому воздействию, включают в соответствующие программы по борьбе с шумом, если его уровень днем превышает 70 дБ(A), а ночью — 60 дБ(A).

Степень ограничения уровня шума от железных дорог регламентируется федеральным законом о защите от вредных воздействий и соответствующей инструкцией DBAG, принятыми в 1990 г. Основное предельное значение уровня шума установлено равным 51 дБ(A). Для метода VüG, иллюстрируемого рис. 1, оправданно значение, уменьшенное на 3 дБ(A), что соответствует 48 дБ(A). Эта величина является средним значением уровня шума после шлифования. Из рисунка следует, что путь необходимо шлифовать до состояния, соответ-

ствующего уровню шума 45 дБ(А), и при достижении значения 51 дБ(А) предусматривать новое шлифование. Это позволит исключить шумовые «перегрузки» населения.

### Метод компании Schweerbau

После многолетних испытаний ЕВА в 1997 г. решило применять комбинированный метод акустического шлифования, представляющий собой сочетание фрезерования, строгания и колебательно-статического шлифования. Для достижения установленного уровня шума головку рельса необходимо обрабатывать как в продольном, так и в поперечном направлении. При этом должен быть исключен двухточечный контакт, обеспечены равномерная ширина, плоскостность и прямолинейность поверхности катания, отсутствие перпендикулярных к направлению движения рисков после обработки. Если поперечный профиль рельса отвечает предъявляемым требованиям, решающим в достижении желаемого низкого уровня шума является колебательно-статическое шлифование рельсов в продольном направлении машиной типа GWM. При этом шум следует снижать не до возможно низкого уровня, а до определенного значения.

### Фрезерование и колебательно-статическое шлифование

Рельсовая фреза — это машина SF03, укомплектованная черновым и чистовым режущим инструментом. За один проход она устраняет дефекты поперечного и продольного профилей. Если после черновой обработки контур поперечного профиля головки еще имеет вид многоугольника, то после чистовой грани исчезают. Распределение отклонений реального контура от заданного у отфрезерованного рельса (рис. 2) свидетельствует о том, что все поперечные профили отвечают требованиям высокоскоростного движения: отклонения находятся в пределах  $\pm 0,3$  мм. У 85 % профилей эти отклонения составляют  $\pm 0,1$  мм.

Перпендикулярные направлению движения фаски, обусловленные технологией обработки, несущественны для восстановительного шлифования рельсов при скорости движения до 160 км/ч, но важны для акустического шлифования. Их устраняет идущая следом машина GWM. Съем металла рельса при проходе машины обеспечивается колебательными движениями шлифовальных камней, зафиксированных в прямолинейных двухметровых оправках. При этом на поверхности катания рельса дефекты плоскостности остаются хорошо видимыми. Это относится и к очень малым отклонениям, которые не ре-

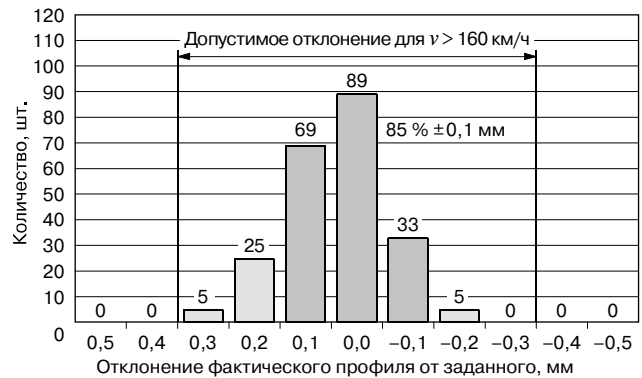


Рис. 2. Распределение отклонений поперечного профиля после обработки машиной SF03:  
v — скорость движения поездов

гистрируются обычными измерительными приборами. В процессе заключительного прохода машины, при котором проводится статическое шлифование, рельс выглаживается. Таким образом достигается высокое качество поверхности катания, что гарантирует минимальный шум при прохождении колес по рельсам.

Машины SF03 и GWM при работе не нарушают габарит, а также не требуют демонтажа путевой аппаратуры железнодорожной автоматики. Оба метода экологичны: при обработке поверхности рельсов отсутствуют искро- и пылеобразование.

### Строгание и ротационное шлифование, совмещенное с колебательно-статическим

Вместо фрезерования для восстановления профиля рельсов может применяться и другой метод. Так, машина SBM 250 за несколько проходов обрабатывает рельсы строганием в продольном направлении. Поверхности резания при этом получаются плоскими, шероховатость не превышает 1 мкм. Однако вопреки ожиданиям требуемый уровень шума не достигается. Возможно, причиной этого является сохраняющийся многоугольный контур поверхности катания, который хотя и не регистрируется обычными измерительными приборами, однако обнаружи-

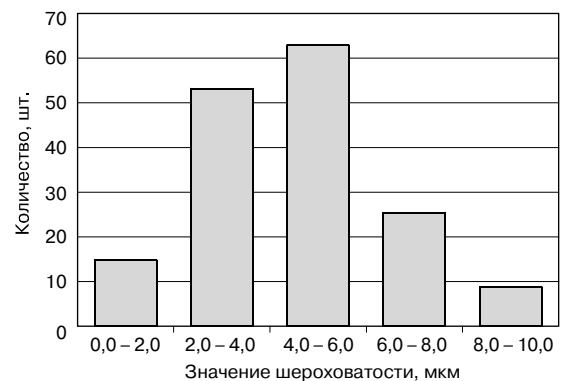
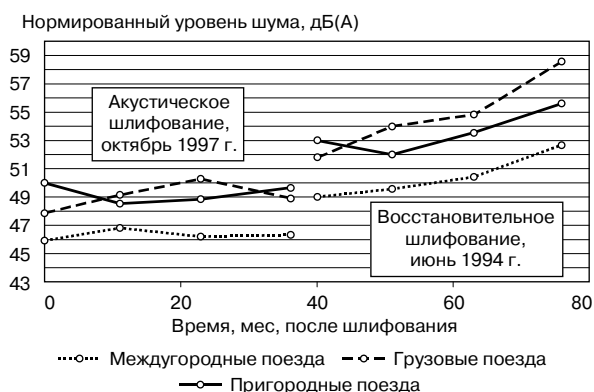


Рис. 3. Распределение степени шероховатости рельса после шлифования машиной RG 48



**Рис. 4. Изменение нормированного уровня шума во времени по результатам измерения в районе станции Твистринген:**  
1 — междугородные и региональные поезда; 2 — пригородные поезда; 3 — грузовые поезда

вается на ощупь. Как и при фрезеровании (машиной SF03), качество получаемой поверхности отвечает требованиям восстановительного шлифования, но недостаточно для снижения уровня шума. Желаемые результаты достигаются только при совместной работе с машиной GWM, идущей следом.

При обработке поверхности рельсов ротационными машинами, например RG 48 или SPML 16, шероховатость поверхности катания устраняется в

недостаточной мере (рис. 3) и сохраняется многоугольный контур поперечного профиля. Кроме того, на поверхности рельса возникают риски, перпендикулярные направлению движения. Идущая следом машина GWM устраняет отмеченные недостатки, что позволяет добиться желаемого низкого шумоизлучения. Практические доказательства этого получены на нескольких обработанных таким способом участках, где проведены измерения Федеральным бюро окружающей среды (UBA) и DBAG. Можно полагать, что BūG явится ценным дополнением метода, ранее допущенного ЕВА к применению.

#### Колебательно-статическое шлифование как самостоятельный метод

Предельный размер дефекта продольного профиля головки рельса установлен равным 0,1 мм; однако он слишком высок для акустического шлифования. Можно принять, что при таком размере дефекта не является безусловно необходимым изменение профиля, т. е. его восстановление. В связи с этим возможно применение только колебательно-статического шлифования. Практика показала, что таким образом низкий уровень шума можно обеспечить при меньших затратах.

#### Нормированные уровни шума от проходящего поезда

Участок измерения	Уровень шума от проходящего поезда				
	ICE	IC/IR	пригородного		грузового
			А	Б	
Финкенкруг (в направлении Берлина)	—	47,1	51,5	47,2	—
Финкенкруг (в направлении Гамбурга)	—	48,2	52,8	50,2	—
Аппенвайер (в направлении Карлсруэ)	—	47,3	—	—	54,1
Аппенвайер (в направлении Базеля)	41,1	47,2	—	—	54,2
Бушов (в направлении Берлина)	40,5	46,5	—	49,5	—
Иммензен (в направлении Берлина)	40,9	46,5	—	49,5	—
Зотрум — Гамбург	—	47,4	50,5	46,7	50,8
	40,8	47,3	51,6	47,9	53
Целле — Гамбург	41,1	46,3	52,1	—	52,2
Целле — Ганновер	40,6	46,3	51,4	—	50,9
Барнсторф — Оснабрюк	—	46	50,7	—	52,7
	40,9	46,2	51,4	—	51,9
Среднее значение	40,8	47	51,5	47,9	52,5

Примечание. IC — междугородный поезд; IR — региональный поезд; А — с тормозами разных типов; Б — с дисковыми тормозами.

#### Результаты

##### Станция Твистринген

В октябре 1997 г. на линии Бремен — Оснабрюк недалеко от станции Твистринген машинами SF03 и GWM 550 было проведено акустическое шлифование рельсов на пути, реконструированном в апреле того же года. Стационарные измерения шума, проведенные UBA после шлифования, показали, что средний нормированный уровень шума составил для междугородных и региональных поездов 45,9 дБ(А), для грузовых 47,9 и для пригородных 50 дБ(А). Следовательно, применяя метод фрезерование — шлифование, можно обеспечить низкие уровни излучаемого шума. Повторные измерения, выполненные через три года, показали, что уровни шума изменились и составили соответственно 46,4, 49 и 49,8 дБ(А).

На соседнем пути шлифование было выполнено обычным способом в 1994 и 1997 гг., после того как на рельсах появились признаки волнообразного износа. После трех лет эксплуатации измерениями было установлено, что уровень шума для междугородных и региональных поездов равен 49 дБ(А), как видно из рис. 4. Поездки шумоизмерительного вагона DBAG в апреле 2000 г. показали, что на участке, подвергнутом шлифованию, уровень шума составил 48 дБ(А).

### Станция Целле

Здесь на двух участках были получены доказательства равноценности методов ротационного и колебательно-статического шлифования. Рельсы обоих участков были отшлифованы в мае 2001 г. Измерения шума, вскоре после этого проведенные UBA, показали, что его средний нормированный уровень составил 46,2 дБ(А) для междугородных и региональных поездов, 51,4 для пригородных и 51,9 дБ(А) для грузовых поездов. Стационарные измерения, выполненные Инженерным бюро, подтвердили эти результаты. Таким образом, еще раз было доказано, что для акустического метода решающим является шлифование рельсов в продольном направлении.

### Измерение уровней шума в 2000 – 2001 гг.

В 2000 – 2001 гг. проводились интенсивные стационарные измерения уровня шума в районе Швербау. Их результаты представлены в таблице. Характерны постоянно низкие значения шума для поездов ICE, не превышающие 40 – 41 дБ(А), и более высокие для поездов IC/IR – 46 – 47 дБ(А). Если на пригородных и грузовых поездах заменить тормозные колодки из серого чугуна композиционными, можно обеспечить снижение шума на 7 дБ(А).

При уменьшении ряда других влияющих факторов уровень шума можно довести шлифованием до 45 и даже 40 дБ(А).

Некоторые примеры успешного применения акустического шлифования рельсов:

- линия городской железной дороги и магистральная на участках между станциями Берлин-Цоологишен Гартен и Берлин-Остбанхоф;
- участок линии между Кобленцем и Бонном.

Шлифование выполнялось в рамках предотвращения и снижения шума. Используемые методы характеризовались (рис. 5):

- надежным обеспечением нижнего предельного значения;
- гарантированным достижением нижнего предельного значения на каждом участке обработанного пути;
- высокой стабильностью результатов, достигнутых шлифованием.

### Дальнейшее совершенствование методов акустического шлифования

Стремление повысить скорость акустического шлифования и снизить колебания уровня шума относительно основного значения, равного 48 дБ(А),

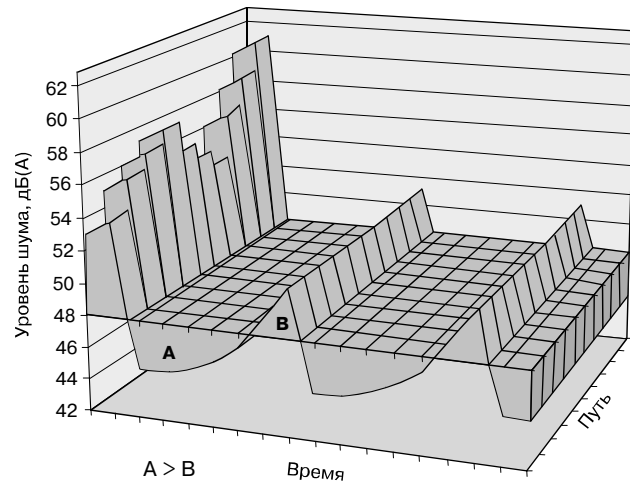


Рис. 5. Признаки метода Schwerbau

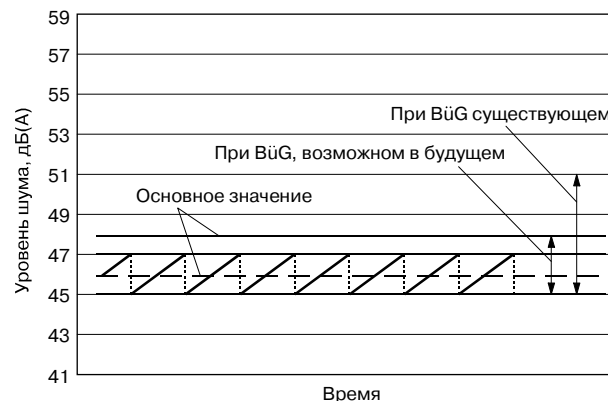


Рис. 6. Снижение интервала колебаний уровня шума при одновременном снижении (возможно в перспективе) основного значения для метода BÜG

можно реализовать, используя статическое шлифование (рис. 6). В одном эксперименте оно выполнялось машиной GWM550, которая с помощью локомотива перемещалась с рабочей скоростью 40 км/ч. При этом требовалось сохранить хорошее состояние рельсов на должном уровне, а не осуществлять восстановительное шлифование. Задача акустического шлифования этим способом не решается.

Впервые статическое шлифование было применено на участке Ландсхут – Фрайзинг в октябре 2002 г. и дало многообещающие результаты. До шлифования уровень шума на участке составлял 45,2 дБ(А). Измерения, проведенные DBAG, показали, что после трех проходов машины он снизился до 40,1 дБ(А), причем колебания уровня происходили относительно меньшего основного значения.

Таким образом, более частое, но менее затратное шлифование ведет к заметному снижению интенсивности шумового воздействия на человека.