

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040593**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.30

(51) Int. Cl. **E01B 27/16** (2006.01)
B06B 1/18 (2006.01)

(21) Номер заявки
202000146

(22) Дата подачи заявки
2018.11.20

(54) **СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ШПАЛОПОДБИВОЧНОГО АГРЕГАТА ПУТЕВОЙ МАШИНЫ, А ТАКЖЕ ШПАЛОПОДБИВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ЩЕБЁНОЧНОЙ ПОСТЕЛИ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ И ПУТЕВАЯ МАШИНА**

(31) **A 493/2017**

(56) **WO-A1-2017129215**
GB-A1-2451310
WO-A1-2014102401
EP-A1-3239398
AT-B1-515801

(32) **2017.12.21**

(33) **AT**

(43) **2020.09.11**

(86) **PCT/EP2018/081932**

(87) **WO 2019/120829 2019.06.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПЛАССЕР ЭНД ТОЙРЕР ЭКСПОРТ
ФОН БАНБАУМАШИНЕН ГМБХ
(AT)

(72) Изобретатель:
Филипп Томас (AT)

(74) Представитель:
Курышев В.В. (RU)

(57) Способ эксплуатации шпалоподбивочного агрегата путевой машины, а также шпалоподбивочное устройство для уплотнения щебёночной постели рельсового пути и путевая машина В способе эксплуатации шпалоподбивочного агрегата (8) путевой машины (1) готовят сначала путевую машину (1) с шпалоподбивочным агрегатом (8) на щебёночной постели (21) рельсового пути. Шпалоподбивочный агрегат (8) перемещается относительно щебёночной постели (21) рельсового пути. Определяют действующее усилие привода (F_A) на шпалоподбивочный агрегат (8), которое необходимо для его перемещения, а также ускорение (a_z), действующее на шпалоподбивочный агрегат (8). Действующее усилие в щебне (F_S) между шпалоподбивочным агрегатом (8) и щебёночной постелью (21) рельсового пути определяется и оценивается на основании усилия привода (F_A) и ускорения (a_z).

B1

040593

040593

B1

Область техники

Изобретение касается способа эксплуатации шпалоподбивочного агрегата путевой машины и далее шпалоподбивочного устройства для уплотнения щебёночной постели рельсового пути, а также путевой машины.

Область техники

Перемещающиеся по рельсовому пути путевые машины предназначены для ремонта щебёночной постели рельсового пути. Такие путевые машины имеют для уплотнения щебёночной постели рельсового пути шпалоподбивочное устройство с подвижным шпалоподбивочным агрегатом. Шпалоподбивочный агрегат во время его работы постоянно перемещается между исходным положением, в котором шпалоподбивочный агрегат располагается вне щебёночной постели, и положением внедрения, в котором шпалоподбивочный агрегат внедряется в щебёночную постель. При этом воздействуют высокие статические и динамические нагрузки на шпалоподбивочный агрегат. Для сохранения возможности функционирования сильно нагруженных элементов шпалоподбивочного агрегата проводятся регулярно работы по контролю и обслуживанию агрегата, требующие значительных затрат времени и средств.

Краткое описание изобретения

В основе изобретения лежит задача - предложить способ эксплуатации шпалоподбивочного агрегата путевой машины, который повышает производительность и экономичность шпалоподбивочного агрегата.

Эта задача решается благодаря способу с признаками, описанными в п.1 формулы изобретения. В соответствии с изобретением было выявлено, что действующее между шпалоподбивочным агрегатом и щебёночной постелью, в частности вдоль направления перемещения шпалоподбивочного агрегата, усилие в щебёночной постели является существенным для нагрузки на шпалоподбивочный агрегат и что оно может точно определяться на основании усилия привода и ускорения.

Благодаря определению и оценке действующего усилия в щебёночной постели можно эффективно и экономично эксплуатировать шпалоподбивочный агрегат. Например, можно идентифицировать нагруженные элементы и правильно учитывать нагрузку на них и обслуживать их. Можно к тому же выполнять обработку щебёночной постели таким образом, обеспечивая хорошие соотношения между скоростью обработки и расходом энергии, и, с учётом действующих усилий в щебёночной постели как существенно важных для износа элементов шпалоподбивочного агрегата, что уменьшаются ожидаемые периоды простоя из-за проводимых работ по обслуживанию. Благодаря определению и оценке действующих усилий в щебёночной постели могут, тем самым, повышаться производительность и экономичность путевой машины.

Перемещение шпалоподбивочного агрегата относительно щебёночной постели происходит, по крайней мере, в частности, исключительно в вертикальном направлении. Перемещение шпалоподбивочного агрегата происходит преимущественно между исходным положением и положением внедрения. В исходном положении шпалоподбивочный агрегат поднят и находится за пределами щебёночной постели. В частности, может шпалоподбивочный агрегат в исходном положении располагаться в вертикальном направлении таким образом, что он размещается полностью выше железнодорожных шпал и/или рельсового пути. Преимущественно имеет шпалоподбивочный агрегат, в частности по крайней мере четыре подбивочных инструмента. В положении внедрения погружает шпалоподбивочный агрегат, в частности по крайней мере два подбивочных инструмента в щебёночную постель. В положении готовности к работе, в котором шпалоподбивочный агрегат находится между исходным положением и положением внедрения, вступает шпалоподбивочный агрегат в контакт с щебёночной постелью. Уплотнение щебёночной постели рельсового пути может происходить во время перемещения из положения готовности к работе до положения внедрения.

Для определения действующего усилия в щебне определяется усилие привода, оказываемое на шпалоподбивочный агрегат и необходимое для его перемещения. Под усилием привода понимается такое усилие, которое необходимо для перемещения шпалоподбивочного агрегата между исходным положением и положением внедрения, в частности в вертикальном направлении. Усилие привода может, например, регистрироваться с помощью датчика усилия. Усилие привода может регистрироваться на шпалоподбивочном агрегате и/или на держателе агрегата и/или на приводном устройстве, расположенном между шпалоподбивочным агрегатом и держателем агрегата.

Для определения действующего на шпалоподбивочный агрегат ускорения может использоваться сенсор ускорения. Ускорение может регистрироваться на шпалоподбивочном агрегате и/или на приводном устройстве.

Действующее усилие в щебне определяется на основании усилия привода и ускорения. Под действующим усилием в щебне подразумевается такое усилие, которое воздействует между щебёночной постелью рельсового пути и шпалоподбивочным агрегатом, в частности по крайней мере на два подбивочных инструмента и ориентировано вдоль направления перемещения между исходным положением и положением внедрения, в частности в вертикальном направлении. Благодаря учёту, как усилия привода, так и ускорения шпалоподбивочного агрегата можно надёжно и точно определять действующее усилие в щебне несмотря на жёсткие условия эксплуатации.

Способ по п.2 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. Положение шпалоподбивочного агрегата, в частности, в вертикальном направлении может регистрироваться особенно надёжно и уверенно. Могут использоваться для определения положения шпалоподбивочного агрегата при его перемещении позиционные сенсоры, благодаря чему отпадает необходимость в использовании дополнительных сенсоров. Регистрация ускорения становится, тем самым, особенно экономичной. Положение может регистрироваться на приводном устройстве. Положение может регистрироваться на подшипниковом устройстве, с помощью которого шпалоподбивочный агрегат располагается относительно держателя агрегата. Положение может регистрироваться с помощью позиционного сенсора, в частности путевого датчика или датчика вращения, в виде потенциометра или датчика Холла или датчика длины троса. Для регистрации временного изменения положения может составляться функция временной кривой положения с помощью вычислительного блока, дифференцированного по времени, или изменение положения может определяться в дискретные промежутки времени. На основании временного изменения положения, то есть скорости, определяется ускорение как временное изменение скорости. Преимущественно регистрируется положение и, тем самым, ускорение относительно держателя агрегата. С учётом земного ускорения может определяться абсолютное ускорение шпалоподбивочного агрегата.

Способ по п.3 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. С учётом зависимых сил инерции от массы может особенно точно определяться действующее усилие в щебне. Масса шпалоподбивочного агрегата может быть взвешена до монтажа в путевой машине или на путевой машине. Как альтернатива масса шпалоподбивочного агрегата может быть определена в исходном положении путём регистрации усилия привода. При отсутствии ускорения может определяться вес и, тем самым, и масса шпалоподбивочного агрегата на основании усилия привода.

Способ по п.4 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. Приводимое с помощью жидкости приводное устройство является надёжным в работе и обеспечивает подачу необходимой мощности для обработки щебёночной постели. Определение усилия привода путём регистрации, по крайней мере, одного давления жидкости, воздействующего на приводное устройство, может осуществляться особенно надёжно. Благодаря применению сенсоров давления, необходимых для регулирования давления, может особенно экономично изготавливаться шпалоподбивочный агрегат благодаря отсутствию дублирования. Приводное устройство имеет преимущественно, по крайней мере, один гидравлический цилиндр и/или, по крайней мере, один пневматический цилиндр. Направляемый внутри соответствующего цилиндра поршень соединён со штангой и имеет плоскость поршневого кольца, обращенную к штанге, и имеет плоскость поршня, расположенную напротив плоскости поршневого кольца. Преимущественно происходит регистрация давления жидкости путём регистрации давления поршня, оказываемого на плоскость поршня, и/или давления поршневого кольца, оказываемого на поверхность поршневого кольца.

Способ по п.5 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. Во время работы путевой машины подвергается сильной механической нагрузке на шпалоподбивочный агрегат, в частности по крайней мере на два подбивочных инструмента, приводное устройство и устройство подшипника. Действующее усилие в щебне является существенным для нагрузки на шпалоподбивочный агрегат. Благодаря оценке нагрузки на основании действующего усилия в щебне, можно выполнить надёжной путевую машину и эксплуатировать её эффективно и экономично.

Способ по п.6 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. При перемещении шпалоподбивочного агрегата между исходным положением и положением внедрения существенно варьируется действующее усилие в щебне, которое воздействует на шпалоподбивочный агрегат. Благодаря определению нагрузки на основании функции временной кривой действующего усилия в щебне могут учитываться изменения в действующем усилии в щебне. Преимущественно определяется нагрузка на шпалоподбивочный агрегат в течение по крайней мере одного подбивочного цикла. Один подбивочный цикл включает в себя перемещение шпалоподбивочного агрегата из исходного положения в положение внедрения и обратно из положения внедрения в исходное положение. Нагрузка на шпалоподбивочный агрегат может также определяться в течение общего периода эксплуатации шпалоподбивочного агрегата. Преимущественно определяется нагрузка на шпалоподбивочный агрегат, в частности по крайней мере на два подбивочных инструмента, по крайней мере, в течение продолжительности одного цикла подбивки, в частности в течение нескольких циклов подбивки и, в частности, в течение всего периода эксплуатации. Наряду со статической нагрузкой обеспечивает функция временной кривой действующего усилия в щебне также подготовку выводов о динамической нагрузке на шпалоподбивочный агрегат. Благодаря знаниям о динамической нагрузке могут оптимизироваться циклы обслуживания и уменьшаться затраты на обслуживание.

Способ по п.7 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. В зависимости от обрабатываемой щебёночной постели рельсового пути варьируется действующее усилие в щебне как в пределах одного цикла подбивки, так и между различными циклами подбивки. Было определено, что для нагрузки на шпалоподбивочный агрегат имеют существенное значение амплитуды действующего усилия в щебне, т.е. амплитуды переменного действующего усилия в щебне. Для

определения амплитуд действующего усилия в щебне может регистрироваться функция временной кривой действующего усилия в щебне в первой и второй точках измерения, при этом действующие усилия в щебне в первой и второй точках измерения оказываются равными и при этом вторая точка измерения определяется первым повторным достижением этого действующего усилия в щебне. Амплитуда действующего усилия в щебне определяется как разница между максимальным значением действующего усилия в щебне и минимальным значением действующего усилия в щебне.

Способ по п.8 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. Для определения коллективной нагрузки определяется суммарная частота амплитуд действующих усилий в щебне. Преимущественно распределяется ширина диапазона проявляющихся амплитуд действующих усилий в щебне сначала на отдельные участки амплитуд действующих усилий в щебне. Для определения коллективной нагрузки может рассчитываться частота проявляющихся и попадающих на соответствующий участок амплитуд действующих усилий в щебне. Коллективная нагрузка показывает, тем самым, возникающее состояние с величиной и частотой переменной нагрузки, воздействующей на шпалоподбивочный агрегат. Коллективная нагрузка используется, тем самым, в частности, для оценки динамической нагрузки, воздействующей на шпалоподбивочный агрегат.

Способ по п.9 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. При внедрении по крайней мере двух подбивочных инструментов в щебёночную постель рельсового пути выполняется работа в щебёночной постели между шпалоподбивочным агрегатом и щебёночной постелью рельсового пути. Работа, выполненная в щебёночной постели, соотносится с нагрузкой на шпалоподбивочный агрегат. С помощью работы, выполненной в щебёночной постели, может особенно эффективно определяться нагрузка на шпалоподбивочный агрегат. Для определения работы, выполненной в щебне, могут определяться действующее усилие в щебне и положение после определённых промежутков времени. Наконец, может умножаться изменение положения в течение этих промежутков времени на действующее усилие в щебне, в частности на среднее действующее усилие в щебне, в течение этих промежутков времени. Альтернативно может также интегрироваться действующее усилие в щебне, на положение шпалоподбивочного агрегата.

Способ по п.10 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. Для определения уровня износа может сравниваться нагрузка, воздействующая на шпалоподбивочный агрегат, с максимально допустимой нагрузкой. На основании уровня износа могут быть подготовлены прогнозы, как долго может ещё эксплуатироваться шпалоподбивочный агрегат, пока он не откажет в работе, в частности, некоторые его отдельные детали. На основании уровня износа могут быть сделаны выводы о необходимости проведения ремонтных работ, в частности о замене шпалоподбивочного агрегата. Благодаря знанию об уровне износа может путевая машина, в частности шпалоподбивочный агрегат, эксплуатироваться продолжительнее после истечения действительного срока её службы, в результате чего уменьшаются сроки простоя и уменьшаются эксплуатационные расходы.

Способ по п.11 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. Установка по крайней мере одного процессора параметров для управления шпалоподбивочным агрегатом на основании нагрузки обеспечивает влияние принятых мер на нагрузку шпалоподбивочного агрегата. В качестве параметров, измеряемых процессором, рассматриваются, например, такие как частота и/или амплитуда компонентов вибрации и/или перемещения, передаваемые на по крайней мере один подбивочный инструмент, скорость перемещения шпалоподбивочного агрегата между исходным положением и положением внедрения, ускорение шпалоподбивочного агрегата и давление жидкости, воздействующей на приводное устройство. Преимущественно достигается в результате этого то, что может устанавливаться, по крайней мере, один из параметров процессора как результирующая нагрузка в зависимости от обрабатываемой щебёночной постели рельсового пути и от состояния соответствующей щебёночной постели рельсового пути. В зависимости от щебёночной постели рельсового пути могут, тем самым, оптимизироваться расход энергии и скорость обработки с учётом нагрузки, воздействующей на шпалоподбивочный агрегат.

Способ по п.12 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. Благодаря изменению по крайней мере одного параметра процессора при превышении порогового значения нагрузки можно противодействовать как завышению нагрузки на шпалоподбивочный агрегат, так и значительному уменьшению скорости обработки щебёночной постели рельсового пути. Преимущественно уменьшается по крайней мере один из параметров процессора при превышении порогового значения таким образом, что уменьшается нагрузка на шпалоподбивочный агрегат. При занижении нижнего порогового значения может по крайней мере один из параметров процессора в дальнейшем изменяться, так что нагрузка увеличивается. Преимущественно достигается в результате этого величина разницы между верхним и нижним пороговыми значениями так, что по крайней мере один из пороговых параметров процессора не подвергается постоянному изменению.

Способ по п.13 формулы обеспечивает высокую производительность и экономичность путевой машины. Благодаря установке по крайней мере одного процессора параметров, так что не превышает в дальнейшем граничная величина нагрузки, может надёжно предотвращаться отказ в работе шпалоподбивочного агрегата, в частности по крайней мере двух подбивочных инструментов. Граничной величиной

нагрузки может быть статическая и/или динамическая, в частности экспериментально определённая величина прочности шпалоподбивочного агрегата, в частности его отдельных деталей. По крайней мере один из параметров процессора может изменяться непрерывно на основании нагрузки или изменение может происходить дискретными этапами. Например, частота вибрации по крайней мере двух подбивочных инструментов может изменяться непрерывно между 30 и 50 Гц. Альтернативно составляет частота вибрации в первом режиме 35 Гц и во втором режиме 45 Гц. Шпалоподбивочный агрегат может эксплуатироваться в первом режиме и во втором режиме, при этом можно на основании нагрузки между первым и вторым режимами осуществлять переключение. Шпалоподбивочный агрегат может эксплуатироваться более чем в двух режимах. Каждый режим отличается от другого режима по крайней мере одним параметром процессора.

На основании действующего усилия в щебне и/или нагрузки могут сравниваться между собой шпалоподбивочные агрегаты различных типов и оцениваться. Действующее усилие в щебне и/или нагрузка могут также использоваться для оптимизации шпалоподбивочного агрегата, в частности кинематики, и/или хранения и/или использованных материалов, и/или конструктивных особенностей.

В основе изобретения лежит далее задача - создать шпалоподбивочное устройство для уплотнения щебёночной постели рельсового пути, которое имеет высокую производительность и экономичность.

Эта задача решается с помощью шпалоподбивочного устройства благодаря признакам, описанным в п.14 формулы. Преимущества заявленного шпалоподбивочного устройства соответствуют преимуществам заявленного способа. Шпалоподбивочное устройство может быть выполнено, в частности, с признаками по крайней мере одного из пп.1-13 формулы. Преимущественно располагается шпалоподбивочный агрегат на держателе агрегата с возможностью перемещения в вертикальном направлении. Приводное устройство может иметь один гидравлический цилиндр. Для внедрения в щебёночную постель рельсового пути включает в себя шпалоподбивочный агрегат преимущественно по крайней мере два, в частности по крайней мере четыре подбивочных инструмента. Система сенсоров для регистрации усилия привода может иметь, по крайней мере, сенсор давления и/или, по крайней мере, сенсор усилия. Система сенсоров для регистрации ускорения может иметь по крайней мере один сенсор скорости и/или по крайней мере один позиционный сенсор и/или по крайней мере один сенсор ускорения. Позиционный сенсор может быть выполнен как бесконтактный сенсор. Позиционный сенсор может располагаться между шпалоподбивочным агрегатом и держателем агрегата, в частности на приводном устройстве. Преимущественно выполнен по крайней мере один позиционный сенсор как потенциометр и/или датчик Холла и/или датчик длины троса.

В основе заявленного изобретения лежит задача - создать путевую машину со шпалоподбивочным устройством, которая имеет высокую производительность и экономичность.

Эта задача решается с помощью путевой машины, описанной признаками в п.15 формулы. Преимущества заявленной путевой машины соответствуют преимуществам заявленного шпалоподбивочного устройства. Путевая машина может быть выполнена, в частности, с признаками по крайней мере одного из пп.1-14 формулы.

Краткое описание чертежей

Другие признаки, преимущества и отдельные детали изобретения описываются на примере их выполнения. На чертежах изображено

на фиг. 1 изображена схематически перемещающаяся по рельсовому пути путевая машина с шпалоподбивочным агрегатом для уплотнения щебёночной постели рельсового пути;

на фиг. 2 - схематически вид спереди на шпалоподбивочный агрегат, показанный на фиг. 1, при этом шпалоподбивочное устройство имеет четыре подбивочных инструмента и при этом подбивочный инструмент внедрён в щебёночную постель рельсового пути;

на фиг. 3 - схематически вид сбоку на шпалоподбивочное устройство, показанное на фиг. 1, при этом приводное усилие, инерционное усилие и действующее усилие в щебне воздействуют на шпалоподбивочный агрегат;

на фиг. 4 показаны функции кривых усилия привода, инерционного усилия и действующего усилия в щебне, в течение времени для одного отдельного цикла подбивки;

на фиг. 5 - функция кривой действующего усилия в щебне, в течение времени для шести циклов подбивки;

на фиг. 6 - функция кривой зарегистрированных амплитуд нагрузки под действием действующего усилия в щебне, в течение нагрузочного периода; и

на фиг. 7 - функции кривых положения шпалоподбивочного агрегата, действующего усилия в щебне и работы при внедрении в щебень в течение периода времени.

Описание вариантов выполнения изобретения

Путевая машина 1 имеет машинную раму 2 по крайней мере две оси 3, расположенные на машинной раме 2, привод 4 машины и подбивочное устройство 5 для уплотнения щебёночной постели рельсового пути. Оси 3 расположены на путевой машине 1 на расстоянии друг от друга в горизонтальном направлении. Направление x образует вместе с вертикальным направлением z и горизонтальным направлением y прикрепленную к машине систему координат. На осях 3 расположены вращающиеся и переме-

шающиеся по рельсовому пути колёса 6. Привод 2 машины выполнен для вращения колёс 6 по крайней мере одной из осей 3.

Шпалоподбивочное устройство 5 имеет держатель 7 агрегата и шпалоподбивочный агрегат 8, расположенный относительно него в направлении z . Шпалоподбивочный агрегат 8 включает в себя четыре подбивочных инструмента 8а и уплотняющий привод 8б. Подбивочные инструменты 8а расположены соответственно на держателе 8с подбивочных инструментов и с возможностью вращения вокруг оси 8д держателя. С помощью уплотняющего привода 8б расположены держатели 8с подбивочных инструментов вокруг соответствующей оси 8д держателя.

Шпалоподбивочное устройство 5 расположено с помощью держателя 7 агрегата на машинной раме 2. Шпалоподбивочный агрегат 8 выполнен с возможностью перемещения относительно держателя 7 агрегата. Для этого выполнен линейный подшипник 10 между держателем 7 агрегата и шпалоподбивочным агрегатом 8. Линейный подшипник 10 имеет подшипниковые рельсы 11, расположенные на держателе 7 агрегата, и подшипниковые гильзы 12, соединённые с шпалоподбивочным агрегатом 8.

Шпалоподбивочное устройство имеет далее приводное устройство 9. Приводное устройство 9 включает в себя один гидравлический цилиндр 13. Гидравлический цилиндр 13 воздействует между держателем 7 агрегата и шпалоподбивочным агрегатом 8. В гидравлическом цилиндре 13 расположен гидравлический поршень 14 с расположенной на нём штангой 15, которая может перемещаться в линейном направлении. Гидравлический поршень 14 имеет обращенную к штанге 15 поршня поверхность A_{KR} поршневого кольца, а также поверхность A_K поршня, обращенную в сторону от штанги поршня. Давление поршня p_K под действием гидравлической жидкости, находящейся в гидравлическом цилиндре 13, воздействует при этом на поверхность A_K поршня. Давление поршневого кольца p_{KR} под действием гидравлической жидкости воздействует на поверхность поршневого кольца A_{KR} . На основании действующего на поршневую поверхность A_K поршневого давления p_K и действующего на поверхность поршневого кольца A_{KR} давления поршневого кольца p_{KR} получается передаваемое в общем от поршневой штанги 15 на шпалоподбивочный агрегат 8 рабочее усилие F_A .

Шпалоподбивочное устройство 1 имеет сенсорную систему приводного усилия для регистрации первой замеренной величины p_K , p_{KR} , F_A , корреспондирующей с приводным усилием F_A . Сенсорная система приводного усилия включает в себя сенсор 16 поршневого давления для регистрации поршневого давления p_K и сенсорную систему 17 давления поршневого кольца для регистрации давления p_{KR} поршневого кольца. На основании действующего на поверхность поршня A_K поршневого давления p_K и на основании действующего на поверхность поршневого кольца A_{KR} давления p_{KR} поршневого кольца можно определить в целом приводное усилие F_A , воздействующее через поршневую штангу 15 на шпалоподбивочный агрегат 8. Приводное усилие вычисляется следующим образом:

$$F_A = p_{KR} \cdot A_{KR} - p_K \cdot A_K \quad (1)$$

Шпалоподбивочное устройство 1 имеет сенсорную систему ускорения для регистрации второй замеренной величины, корреспондирующей с ускорением a_z шпалоподбивочного агрегата 8, положения z и/или скорости v_z . Сенсорная система ускорения выполнена конструктивно в виде путевого датчика 18. Путь датчик 18 расположен на держателе 7 агрегата и на шпалоподбивочном агрегате 8. Путь датчик 18 выполнен для регистрации положения z и скорости v_z шпалоподбивочного агрегата 8 относительно держателя 7 агрегата в направлении z .

Для определения действующего усилия F_S в щебне, воздействующего на шпалоподбивочный агрегат, включает в себя шпалоподбивочное устройство 5 вычислительный блок 19. Вычислительный блок 19 соединён через сигнал с сенсором 16 поршневого давления, сенсором 17 давления поршневого кольца, а также с путевым датчиком 18. Дополнительно соединяется вычислительный блок 19 через сигнал с регулятором давления 20. Регулятор давления 20 выполнен для регулирования поршневого давления p_K и давления поршневого кольца p_{KR} до заданной величины. Соответствующая заданная величина для поршневого давления p_K и давления поршневого кольца p_{KR} может задаваться с вычислительного блока 19.

Ниже описывается эксплуатация путевой машины 1 и эксплуатация шпалоподбивочного агрегата 8.

Для укладки и/или ремонта щебёночной постели рельсового пути 21 перемещается путевая машина 1 с помощью машинного привода 4 по рельсовому пути 22 вдоль направления x . Средняя ось 23 шпалоподбивочного устройства 5 расположена по центру железнодорожной шпалы 24, расположенной на щебёночной постели 21 рельсового пути и несущей на себе рельсовый путь 22.

Перед началом процесса уплотнения щебёночной постели рельсового пути находится шпалоподбивочный агрегат 8 в своём исходном положении 25. Подшипниковая гильза 12 находится на верхнем конце линейного подшипника 10 и поршневая штанга 15 утопает в гидравлическом поршне 14. Расположенные на шпалоподбивочном агрегате 8 подбивочные инструменты 8а находятся за пределами щебёночной постели 21. Поршневая плоскость A_K нагружается поршневым давлением p_K и плоскость поршневого кольца A_{KR} нагружается давлением p_{KR} поршневого кольца. С помощью вычислительного блока 19 определяется воздействующее под действием гидравлического поршня 14 приводное давление F_A на шпалоподбивочный агрегат 8. Для этого умножаются поршневое давление p_K на поршневую поверхность A_K , и давление p_{KR} , поршневого кольца на поверхность поршневого кольца A_{KR} . Для приводного усилия дейст-

вует, тем самым уравнение

$$F_A = p_{KR} \cdot A_{KR} - p_K \cdot A_K \quad (2)$$

В исходном положении 25 находится шпалоподбивочный агрегат 8 неподвижно относительно держателя 7 агрегата и на шпалоподбивочный агрегат 8 воздействует собственно земное ускорение g . Для ускорения a_z шпалоподбивочного агрегата 8 относительно держателя 7 агрегата действует уравнение a_z и для действующего усилия F_S в щебне, действует уравнение $F_S = 0$. Для уравнивания усилий, действующих вдоль направления z на шпалоподбивочный агрегат 8, действует уравнение

$$\Sigma F_z = F_A + F_T + F_S = F_A - m \cdot (a_z + g) + F_S = 0 \quad (3)$$

С помощью вычислительного блока 19 определяется в исходном положении 25 до начала работы шпалоподбивочного устройства 5 масса m шпалоподбивочного агрегата. С учётом существующих граничных условий в исходном положении 25 действует для массы m уравнение

$$m = F_A/g \quad (4)$$

Значение массы m шпалоподбивочного агрегата 8 накапливается в накопительном элементе вычислительного блока 19.

Уплотнение щебёночной постели 21 рельсового пути распределено на несколько этапов подбивки. Вдоль направления z перемещается шпалоподбивочный агрегат 8 во время цикла подбивки из исходного положения 25 в положение готовности 26 и затем в положение внедрения 27. В положении готовности 26 вступают подбивочные инструменты 8а в контакт с щебёночной постелью 21 рельсового пути, однако не внедряются в неё. В положении внедрения 27 внедряются подбивочные инструменты 8а в щебёночную постель 21 рельсового пути. Цикл подбивки заканчивается, когда шпалоподбивочный агрегат 8 из положения внедрения 27 через положение готовности 26 возвращается обратно в исходное положение 25. Действующее усилие F_S в щебне определяется с помощью вычислительного блока 19 на основании силы инерции F_T и приводного усилия F_A . Для определения силы инерции F_T определяется сначала скорость v_z шпалоподбивочного агрегата 8 относительно держателя 7 агрегата в направлении z как изменение положения z в течение времени t . Ускорение a_z опять определяется как изменение скорости v_z в течение времени t Ускорение a_z вычисляется, таким образом, как

$$a_z(t) = \frac{Dv_z(t)}{dt} = \frac{d^2 z(t)}{dt^2} \quad (5)$$

С началом цикла подбивки начинается оценка действующего усилия $F_S(t)$ в щебне, зависящего от времени t . На основе приводного усилия $F_A(t)$ и ускорения $a_z(t)$, а также данных о массе m и земного ускорения g оценивается действующее усилие $F_S(t)$ в щебне, следующим образом:

$$F_S(t) = -F_T(t) - F_A(t) = m[a_z(t) + g] - F_A(t) \quad (6)$$

Для перемещения шпалоподбивочного агрегата 8 из исходного положения 25 навстречу направлению z включается сначала приводное устройство 9. При этом поршневое давление p_K повышается и давление p_{KR} поршневого кольца понижается. Воздействующее через поршневую штангу 15 на шпалоподбивочный агрегат 8 приводное усилие F_A возрастает навстречу направлению z . На основании приводного усилия F_A получается действующее на шпалоподбивочный агрегат 8 ускорение a_z , которое ориентировано навстречу направлению z и приводит к увеличению скорости v_z шпалоподбивочного агрегата 8 в направлении щебёночной постели 21 рельсового пути. Шпалоподбивочный агрегат 8 перемещается навстречу направлению z . Навстречу приводному усилию F_A действует такой же величины усилие инерции F_T . Действующее усилие F_S в щебне равно нулю перед контактом подбивочного инструмента 8а с щебёночной постелью 21 рельсового пути.

В положении готовности 26 попадают подбивочные инструменты 8а в положение внедрения в щебёночную постель 21 рельсового пути. Между положением готовности 26 и положением внедрения 27 воздействуют через подбивочные инструменты 8а дополнительно частичные действующие усилия F_{S1} , F_{S2} , F_{S3} и F_{S4} , в щебне в направлении z на шпалоподбивочный агрегат 8. Частичные действующие усилия F_{S1} , F_{S2} , F_{S3} и F_{S4} в щебне складываются совместно в виде действующего усилия F_S , в щебне. В результате перемещения между положением готовности и положением внедрения 27 оказывается действующее усилие F_S , в щебне не равным нулю.

Функции кривых приводного усилия F_A , силы инерции F_T и действующего усилия F_S в щебне изображены детально на фиг. 4 как функция от времени в течение одного цикла подбивки. Перемещение шпалоподбивочного агрегата между исходным положением 25 и положением внедрения 27 происходит на фазе готовности 28. На удалении по времени к фазе готовности 26 примыкает фаза исходного положения 29.

В фазу исходного положения 29 возвращается шпалоподбивочный агрегат 8 из положения внедрения 27 через положение готовности 26. Для этого приводное устройство 9 приводится таким образом, что поршневое давление p_K уменьшается и давление p_{KR} поршневого кольца возрастает. Гидравлический цилиндр 13 создаёт, тем самым, приводное усилие F_A , которое ориентировано в направлении z . Шпалоподбивочный агрегат 8 ускоряется в направлении z благодаря приводному усилию F_A . Ускорение a_z ориентировано в направлении z и вызывает в направлении z увеличение скорости v_z и перемещение шпало-

подбивочного агрегата 8 в направлении z . Между положением внедрения 27 и положением готовности 26 действует усилие F_S в щебне, которое воздействует на шпалоподбивочный агрегат 8. Между положением готовности 26 и исходным положением готовности 25 воздействуют собственно приводное усилие F_A , а также равное по величине и ориентированное в противоположном направлении сила инерции F_T на шпалоподбивочный агрегат, при этом действующее усилие F_S в щебне равно нулю.

Во время цикла подбивки подбивочные инструменты 8а приводятся в вибрационное движение в результате включения уплотнительного привода 8b. Для этого приводит уплотнительный привод 8b держатель 8с подбивочных инструментов в основном в горизонтальном направлении, в результате чего держатель 8с подбивочных инструментов и расположенные на нём подбивочные инструменты 8а вращаются вокруг соответствующей оси 8d держателя. Движение подбивочных инструментов 8а вокруг соответствующей оси 8d держателя включает в себя в основном два компонента движения. Компонент вибрационного движения вызывает только незначительную амплитуду вращения подбивочных инструментов 8а вокруг соответствующей оси 8d держателя, при этом частота вибрации f_s составляет значение между 35 Гц и 45 Гц. Компонент вибрационного движения воздействует во время всего цикла подбивки на подбивочные инструменты 8а. Дополнительно к компоненту вибрационного движения нагружаются подбивочные инструменты 8а компонентом движения перемещения. Компонент движения перемещения имеет более высокую амплитуду вращения, чем компонент вибрационного движения и частоту движения перемещения, примерно, 0,5 Гц. В положении внедрения 27 вращаются подбивочные инструменты 8а при этом, таким образом, вокруг соответствующей оси 8d держателя, что подбивочные инструменты 8а, разнесённые между собой, перемещаются последовательно в направлении x . В исходном положении 25 ориентируется компонент движения перемещения таким образом, что подбивочные инструменты 8а опять удаляются друг от друга. Включение подбивочных инструментов 8а для компонента движения перемещения выполняется на фазе перемещения 30. Благодаря наложению включения подбивочных инструментов 8а на компонент движения вибрации и на компонент движения перемещения происходит уплотнение щебёночной постели 21 рельсового пути.

Цикл подбивки заканчивается, как только шпалоподбивочный агрегат 8 находится в исходном положении 25. Для дальнейшего уплотнения щебёночной постели 21 рельсового пути перемещается путевая машина 1 в направлении x , пока средняя ось 23 не будет расположена по центру над ближайшей путевой шпалой 24 в направлении x . В этом положении цикл подбивки повторяется. Кривая действующего усилия F_S в щебне в зависимости от времени t показана для шести следующих друг за другом циклов подбивки на фиг. 5.

С помощью вычислительного блока 19 определяется нагрузка на шпалоподбивочное устройство 5 на основании функции временной кривой действующего усилия F_S в щебне. Нагрузка определяется на основании амплитуды S_{F_S} действующего усилия в щебне. Действующее усилие F_S в щебне является переменной по времени вибрационной нагрузкой. Амплитуда S_{F_S} действующего усилия в щебне определяется как разница между максимальным действующим усилием F_S в щебне и минимальным действующим усилием F_S в щебне в пределах одной вибрации. Дополнительно к амплитудам S_{F_S} действующего усилия в щебне определяется суммарная частота N_{F_S} соответствующей амплитуды S_{F_S} действующего усилия в щебне. Для определения нагрузки определяется коллективная нагрузка на основании суммарной частоты N_{F_S} .

На фиг. 6 показана кривая функции амплитуды S_{F_S} - действующего усилия в щебне при суммарной частоте N_{F_S} . В результате коррекции функции кривой амплитуды - действующего усилия в щебне S_{F_S} при суммарной частоте N_{F_S} с максимально допустимой суммарной частоте N_{F_S} амплитуды - действующего усилия в щебне S_{F_S} определяется состояние износа шпалоподбивочного агрегата 8. Состояние износа определяется как для отдельных деталей шпалоподбивочного агрегата 8, как для подбивочных инструментов 8а, приводного устройства 9 и линейных подшипников 10, так и для всего шпалоподбивочного агрегата 8 в целом.

В зависимости от нагрузки устанавливается по крайней мере один параметр процессора r_k , r_{KR} , f_s для работы шпалоподбивочного агрегата 8 с помощью вычислительного блока. Для этого находится вычислительный блок 19 в соединении через сигналы для управления частотой вибрации f_s с уплотнительным приводом 8b и с регулятором давления 20 для управления поршневым давлением r_k и давлением r_{kr} поршневого кольца. При превышении порогового значения SW нагрузки изменяется по крайней мере один из параметров r_k , r_{KR} , f_s . С помощью вычислительного блока 19 сравнивается при этом действующее усилие F_S в щебне с пороговым значением SW , при этом изменяется по крайней мере один из параметров процессора r_k , r_k , r_{KR} , f_s при превышении верхнего порогового значения SW таким образом, что уменьшается усилие F_S в щебне, при превышении нижнего порогового значения SW_2 , изменяется по крайней мере один из параметров процессора r_k , r_{KR} , f_s , таким образом, что действующее усилие F_S в щебне возрастает. Действующее усилие F_S в щебне уменьшается в результате повышения частоты вибрации f_s , а также в результате уменьшения разницы давления между поршневым давлением r_k и давлением поршневого кольца r_{KR} и в случае обратного воздействия возрастает. Параметры процессора r_k , r_{KR} , f_s изменяются в дальнейшем с помощью вычислительного блока 19 так, что получается оптимальное значение между малой нагрузкой на шпалоподбивочный агрегат 8 и высокой скоростью обработки щебёночной постели 21 рельсового пути.

Для определения нагрузки может альтернативно определяться для определения коллективной нагрузки также работа W_S , выполненная в щебне, с помощью вычислительного блока 19. Работа W_S , выполненная в щебне, определяется на основании действующего усилия F_S в щебне и изменения положения z шпалоподбивочного агрегата 8. Работа W_S , выполненная в щебне, соответствует работе, произведённой в щебёночной постели 21 рельсового пути подбивочными инструментами 8а. Изменение положения z регистрируется при этом дискретной продолжительностью времени. Это изменение положения z умножается затем на действующее усилие F_S в щебне. Работа W_S , выполненная в щебне, представляется как сумма значений из усилия F_S в щебне и изменений положений z .

На фиг. 7 нанесены функции кривой положения z , действующего усилия F_S в щебне, и работы W_S , выполненной в щебне, для одного цикла подбивки в течение времени t . Работа W_S может представляться также как площадь под функцией кривой действующего усилия F_S в щебне над положением z .

Благодаря определению действующего усилия F_S в щебне, которое воздействует на шпалоподбивочный агрегат 8, с помощью вычислительного блока 19 можно делать выводы о нагрузке на шпалоподбивочный агрегат 8. Определение действующего усилия F_S в щебне с учётом приводного усилия F_A и дополнительно ускорения a_z оказывается существенно точнее по сравнению с исключительным рассмотрением приводного усилия F_A для определения действующего усилия F_S в щебне. Нагрузка на шпалоподбивочный агрегат 8 может, тем самым, определяться надёжно и состояние износа шпалоподбивочного агрегата 8 может определяться надёжнее. Согласование по крайней мере одного параметра процессора p_K, p_{KR}, f_S в зависимости от нагрузки позволяет эксплуатировать путевую машину эффективно и экономично. При этом достигается, в частности, благодаря оптимизации высокая скорость обработки, меньший расход энергии и уменьшенная нагрузка на шпалоподбивочный агрегат 8.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ эксплуатации шпалоподбивочного агрегата путевой машины, включающий в себя следующие этапы:

готовят путевую машину (1) с шпалоподбивочным агрегатом (8) на щебёночной постели (21) рельсового пути;

перемещают шпалоподбивочный агрегат (8) относительно щебёночной постели (21) рельсового пути;

определяют приводное усилие (F_A), действующее на шпалоподбивочный агрегат (8) и достаточное для его перемещения;

определяют ускорение (a_z), действующее на шпалоподбивочный агрегат (8);

определяют на основании приводного усилия (F_A) и ускорения (a_z) действующее усилие (F_S) в щебне, которое воздействует между шпалоподбивочным агрегатом (8) и щебёночной постелью (21) рельсового пути;

оценивают действующее усилие $F_S(t)$ в щебне в зависимости от времени (t) на основании приводного усилия $F_A(t)$ и ускорения $a_z(t)$, а также данных о массе шпалоподбивочного агрегата m и земного ускорения g .

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что ускорение (a_z) определяют путём регистрации временного изменения положения (z) шпалоподбивочного агрегата.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что для определения действующего усилия (F_S) в щебне определяют силу инерции (F_T), действующую на шпалоподбивочный агрегат (8) на основании ускорения (a_z).

4. Способ по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что выполняют перемещение шпалоподбивочного агрегата (8) с помощью приводного устройства (9), приводимого жидкостью, при этом для определения приводного усилия (F_A) регистрируют по крайней мере одно давление жидкости (p_K, p_{KR}), действующее на приводное устройство (9).

5. Способ по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что выполняют оценку таким образом, что определяют нагрузку, действующую на шпалоподбивочный агрегат (8), на основании действующего усилия (F_A) в щебне.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что определяют нагрузку на основании временной функции кривой действующего усилия (F_A) в щебне.

7. Способ по п.5 или 6, отличающийся тем, что определяют нагрузку на основании кривой функции действующее усилие - амплитуды (S_{F_S}) действующего усилия (F_S) в щебне.

8. Способ по п.7, отличающийся тем, что для определения нагрузки определяют коллективную нагрузку на основании суммарной частоты (N_{F_S}) функции действующее усилие в щебне - амплитуды (S_{F_S}).

9. Способ по одному из пп.5-8, отличающийся тем, что для определения нагрузки определяют работу, выполненную в щебне (W_S) на основании действующего усилия в щебне (F_S) и изменения положения (z) шпалоподбивочного агрегата.

10. Способ по одному из пп.5-9, отличающийся тем, что на основании нагрузки определяют степень износа шпалоподбивочного агрегата.

11. Способ по одному из пп.5-10, отличающийся тем, что устанавливают по крайней мере один параметр процессора ($f_S, v_z, a_z, p_K, p_{KR}$) для управления шпалоподбивочным агрегатом (8) в зависимости от

нагрузки.

12. Способ по п.11, отличающийся тем, что изменяют по крайней мере один из параметров процессора ($f_s, v_z, a_z, p_k, p_{KR}$) при превышении или при занижении порогового значения нагрузки.

13. Способ по п.11 или 12, отличающийся тем, что устанавливают по крайней мере один из параметров процессора ($f_s, v_z, a_z, p_k, p_{KR}$) таким образом, что нагрузка не превышает граничное значение.

14. Шпалоподбивочное устройство для уплотнения щебёночной постели рельсового пути, состоящее из

одного держателя (7) агрегата;

одного шпалоподбивочного агрегата (8), расположенного на держателе (7) агрегата;

одного приводного устройства (9) для создания приводного усилия (F_A) и для перемещения шпалоподбивочного агрегата (8) относительно держателя (7) агрегата;

сенсорной системы усилия привода для регистрации первой замеренной величины (p_k, p_{KR}, F_A), корреспондирующей с усилием привода (F_A);

сенсорной системы ускорения для регистрации второй замеренной величины (z, v_z, a_z), корреспондирующей с ускорением (a_z) шпалоподбивочного агрегата; и

вычислительного блока (19) для оценки действующего между шпалоподбивочным агрегатом (8) и щебёночной постелью (21) усилия в щебне (F_S) на основании задаваемой вычислительным блоком (19) заданной величины.

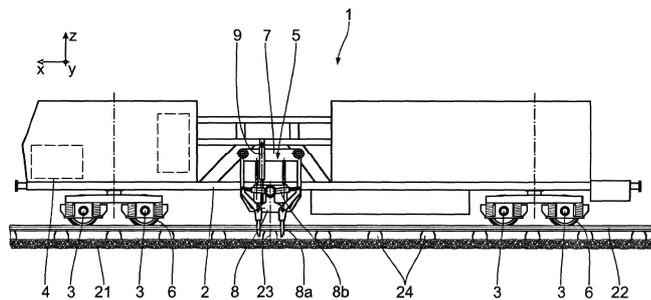
15. Путьевая машина, состоящая из

одной машинной рамы (2);

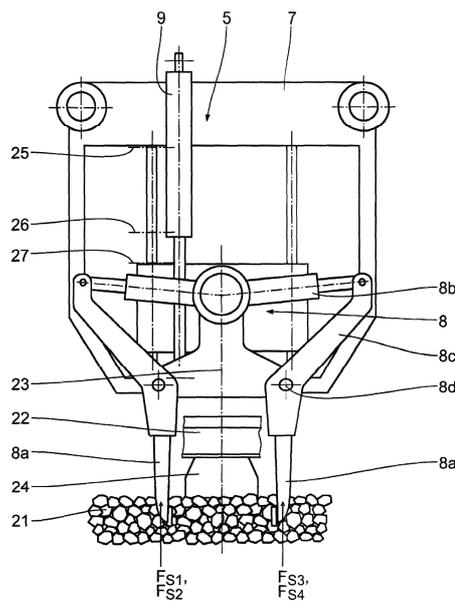
по крайней мере двух осей (3), расположенных на машинной раме (2), с установленными на них колёсами (6), которые могут двигаться по рельсам;

машинного привода (4) для приведения во вращение колёс (6) по крайней мере одной из осей (3); и

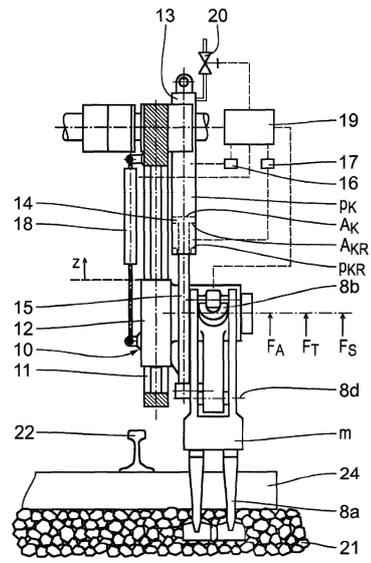
по крайней мере одного шпалоподбивочного устройства (5) согласно п.14 формулы, закреплённого на машинной раме (2).



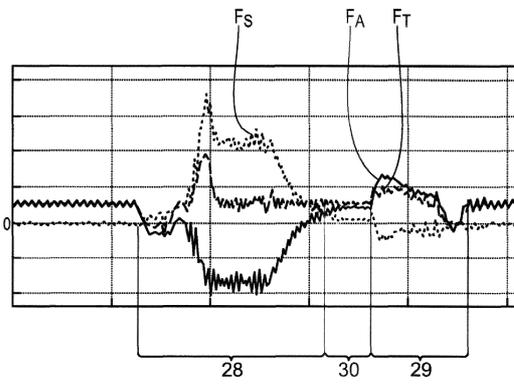
Фиг. 1



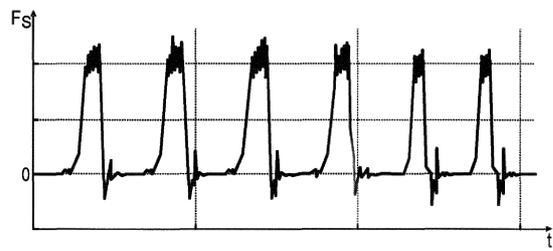
Фиг. 2



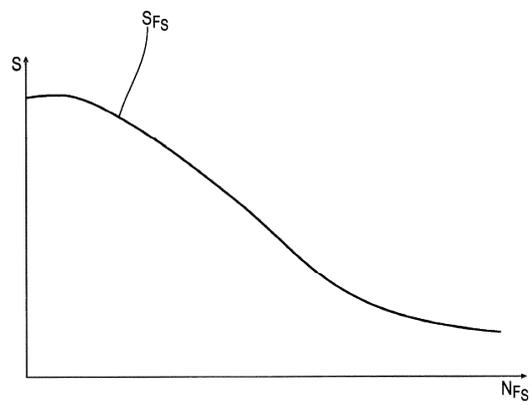
Фиг. 3



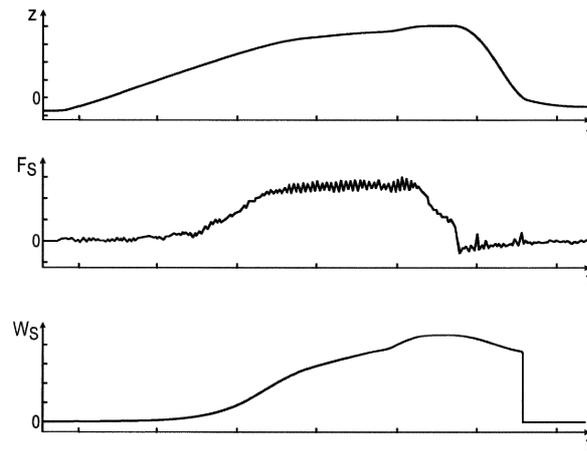
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

