

**ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В ГЛАДКОКАТАННЫХ
ИЗДЕЛИЯХ МЕЛКОСОРТНЫХ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ**

В. К. ЖУКОВ, А. М. ПАНАСЮЧЕНКО, Б. А. ДОБНЕР

(Представлена объединенным научно-техническим семинаром кафедры информационно-измерительной техники и сектора электромагнитной дефектоскопии научно-исследовательского института электронной микроскопии)

Для современного промышленного производства исключительное значение приобретает проблема резкого повышения качества всей продукции, увеличение надежности выпускаемых машин и аппаратов. Применение в промышленности новых высокопроизводительных технологических процессов с большими удельными нагрузками на детали машин и установок, бурное развитие новых отраслей техники, включая освоение космического пространства и ядерной энергии, потребовало массового применения исключительно высококачественных материалов и деталей с гарантированной надежностью. Однако большинство существующих технологических процессов в металлургии еще таково, что в получаемых материалах и деталях могут возникать различные опасные дефекты в виде нарушения сплошности (трещины, раковины, различные неметаллические включения, расслоение в прокате, непровары), а также отклонение геометрических размеров. В связи с этим контроль качества проката мелкосортных станков является важной задачей.

Технологическая линия мелкосортного прокатного стана представляет сложный комплекс. Первоначально заготовка, имеющая примерные размеры $80 \times 80 \times 10500$, подается в печь, где нагревается до температуры 1000°C , после чего пропускается через прокатные клетки, максимальное количество которых может достигать семнадцати. При обжатии меняются как геометрические размеры, так и структура металла. От последней клетки прокат по рольгангу подается в холодильник, остывает, режется на пакеты нужной длины, увязывается в бунты и поступает на склад готовой продукции.

Подобная технология позволяет вести контроль качества изделий только на участке между последней клетью и холодильником и вот почему. Конструкция холодильника и всех последующих агрегатов не позволяет разделить изделие на отдельные штуки, так как они идут партиями по 10—20 штук. Вести контроль перед прокаткой, т. е. контролировать заготовку, значит не решить поставленной задачи полностью, поскольку во время прокатки часть дефектов заваривается и исчезает, и в то же время могут образовываться новые.

Контроль проката после последней клетки связан со значительными трудностями из-за высокой температуры изделия (штуки), которая достигает 1000°C , значительной скорости — до 20 м/сек и осевых смещений, которые никогда не удается устранить полностью. Все это резко сужает

круг методов контроля, которые можно применить в данном случае. Все контактные методы, а также ультразвуковой, который, по сути дела, является контактным, неприменимы. Радиационные методы из-за больших скоростей потребовали бы слишком мощных источников излучения, что нежелательно. Наиболее приемлемым в данном случае является токовихревой метод, а наиболее удобным датчиком — проходной.

Из-за жестких условий в зоне контроля к датчику предъявляются особые требования. Во-первых, он должен обладать высокой механической прочностью, так как при заходе в датчик начала штуки, обладающей большой массой и высокой скоростью, он подвергается сильным механическим ударам. Поэтому корпус датчика необходимо изготавливать из металла, предпочтительно немагнитной нержавеющей стали, и снабжать воронкообразным заходом. Для того, чтобы электромагнитное поле проникало внутрь датчика, корпус необходимо разрезать по образующей для устранения короткозамкнутого витка. Из-за высокой температуры штуки, даже при отсутствии контакта между ней и корпусом датчика, последний подвергается значительному нагреву за счет теплоизлучения, что может привести к нарушению нормальной работы всего устройства в целом. Поэтому необходимо охлаждать корпус датчика. Были разработаны и испытаны как воздушная, так и водяная системы охлаждения. На рис. 1 изображен датчик с воздушной системой охлаждения. Датчик набран из отдельных секций, каркасы которых изготовлены из меди и имеют разрез по образующей. Заход 3 выполнен из нержавеющей стали. Секции между собой и с заходом соединяются при помощи стяжных болтов. Сжатый воздух подается снизу и, обдувая каркасы, охлаждает их. Данная система охлаждения показала себя во

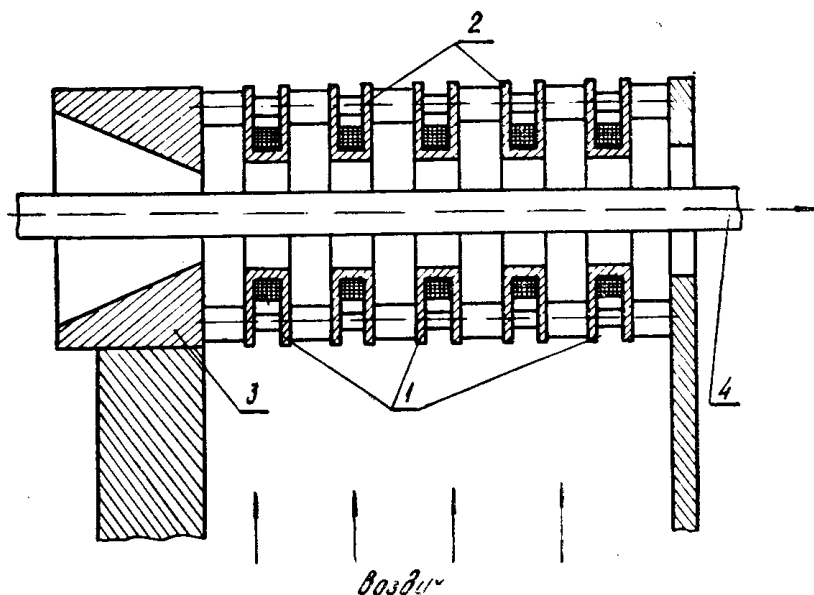


Рис. 1. Датчик с воздушной системой охлаждения: 1) намагничивающие обмотки; 2) измерительные обмотки; 3) заход из нержавеющей стали; 4) контролируемое изделие

время испытания достаточно эффективной, недостатком же конструкции в целом явилась ее малая механическая прочность и возможность забуривания начала штуки в датчике.

Подобных недостатков лишена конструкция, изображенная на рис. 2. Датчик 1 и стакан 2 выполнены из нержавеющей стали и имеют продольный разрез по образующей. Охлаждающая вода подается вместе с контролируемым изделием в заход датчика; чтобы вода не попадала на обмотки, щель, образовавшаяся в датчике после того, как его разре-

зали, заливается эпоксидной смолой. Данный вид охлаждения является наилучшим, а конструкция достаточно прочной. Но подобная система охлаждения имеет тот недостаток, что турбулентности воды при высокой чувствительности схемы улавливаются прибором и регистрируются как дефекты, так как вода имеет вполне определенную проводимость. Чтобы получить ламинарный поток воды, пришлось применить конструк-

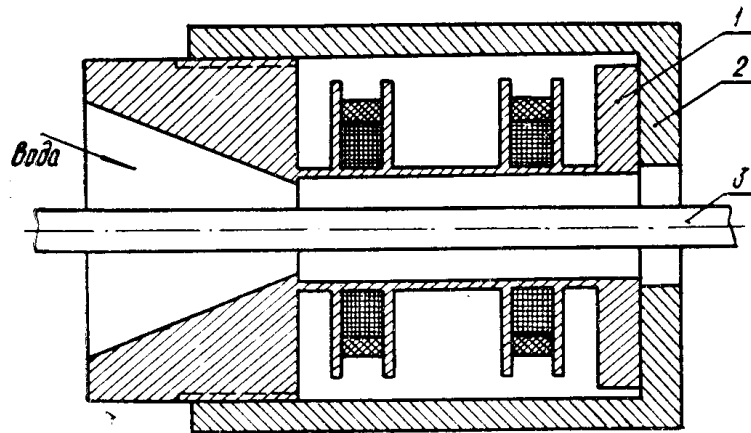


Рис. 2. Датчик с водяным охлаждением: 1) корпус датчика; 2) стакан; 3) контролируемое изделие

цию, изображенную на рис. 3. Датчик 1 и защитный стакан 2 выполнены из нержавеющей стали, каркас катушки 4 изготавливается из фторопласта 4. Для жесткого крепления катушек применены шайбы 3, составленные из двух полуколец, которые стягиваются на датчике при помощи болтов. Вода попадает внутрь стакана снизу, благодаря чему при

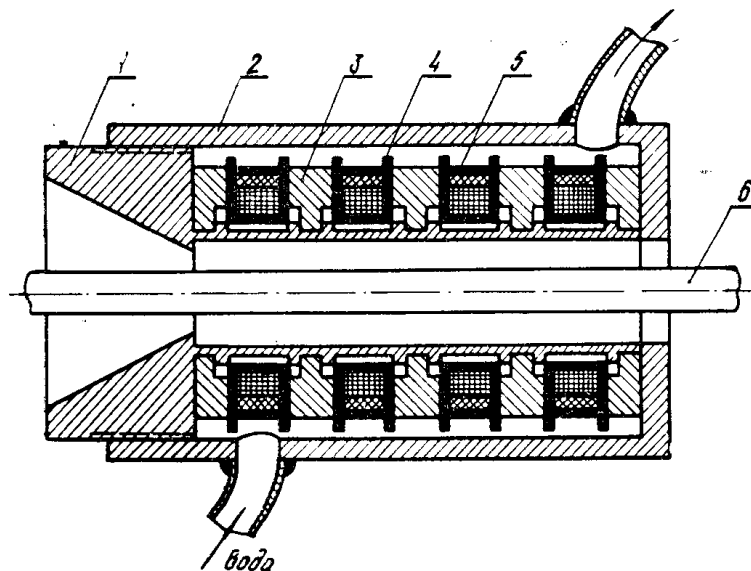


Рис. 3. Датчик с водяным охлаждением, с подачей воды внутрь корпуса; 1. Корпус датчика; 2. Стакан; 3. Шайба; 4. Каркас катушки; 5. Изоляционный слой эпоксидной смолы

достаточно эффективном охлаждении отсутствует турбулентность жидкости. Чтобы вода не попадала на провод обмотки, последняя заливается эпоксидной смолой 5. Данная конструкция совмещает в себе два

дифференциальных датчика, т. е. каждая катушка имеет намагничивающую и измерительную обмотки.

Испытание датчиков производилось совместно с дефектоскопом, блок-схема которого приведена на рис. 4. Задающий генератор Γ питает четыре намагничивающие обмотки датчика. Со вторичных обмоток двух первых катушек, которые включены встречно, сигнал подается на выпрямитель B' . После подавления высокочастотных составляющих

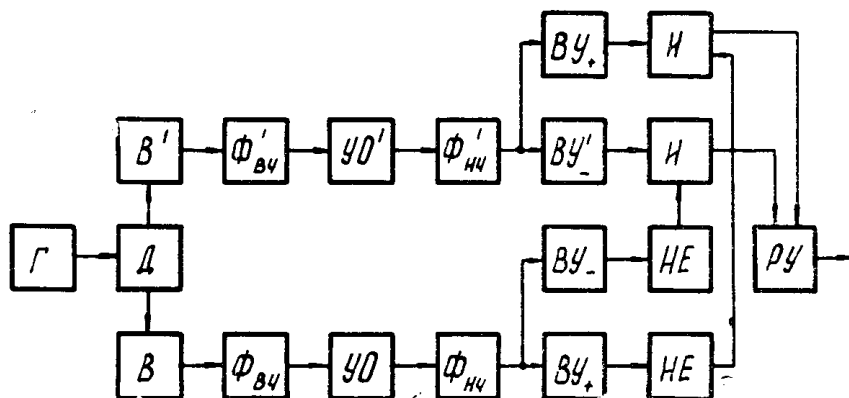


Рис. 4. Блок-схема дефектоскопа

фильтром $\Phi_{вч}$ сигнал поступает на усилитель огибающей $УО$ и фильтр нижних частот $\Phi_{нч}$, подавляющий сигнал от осевых смещений в датчике и наводку 50 $гц$. Выходные устройства $ВУ'$ представляют усилитель в совокупности с ждущим мультивибратором и срабатывают при определенной амплитуде сигнала. $ВУ_+$ срабатывает при появлении на входе схемы положительного сигнала, $ВУ_-$ — отрицательного. Далее сигнал поступает на схемы «И». С двух других вторичных обмоток сигнал поступает на параллельный тракт, который полностью идентичен описанному ранее, за исключением окончательных каскадов. В данном случае сигнал поступает с выходных устройств на схемы «Не» и на вторые входы схемы «И». С выходов схемы «И» сигнал попадает на регистрирующее устройство $РУ$.

Подобное усложнение схемы за счет введения параллельного тракта оправдывает себя, так как в значительной степени возрастает помехозащищенность всего устройства в целом, а именно: все помехи, возникающие в самой электронной схеме, проходят одновременно по обоим трактам, но благодаря логическим схемам сигнал на регистрирующее устройство не поступает. Сигнал от дефекта проходит по трактам с некоторым сдвигом во времени, так как катушки датчиков разнесены на некоторое расстояние и дефект появляется под ними в разное время. Такие, определенным образом сдвинутые во времени импульсы, проходят на регистрирующее устройство, и прибор отмечает наличие дефекта.

Коэффициент усиления каждого тракта равняется ста тысячам, поэтому предъявляются очень жесткие требования к экранировке схемы, особенно входных каскадов и генератора, развязкам по цепи питания и фильтрации как несущей частоты и ее гармоник, так и нижних частот.

В качестве регистрирующего устройства можно применить самопишущий прибор, но при этом задачу обнаружения дефектов нельзя считать полностью решенной, так как диаграмма самописца при применении дефектоскопа для контроля в массовом производстве может дать информацию только о наличии или отсутствии дефектов в прокате без указания места, т. е. устранить эти дефекты — вырезать — и тем

самым улучшить качество проката нельзя. Наилучшим решением проблемы было бы создание маркерного устройства, отмечающего прямо на прокате место дефекта. Механические маркеры, которые деформировали бы прокат в месте дефекта, в данном случае неприменимы, так как возникающие при этом динамические нагрузки привели бы к нарушению нормальной работы стана. Поэтому пришлось пойти по пути нанесения на прокат цветной метки. Большие трудности при решении этой задачи возникали из-за высокой температуры проката, достигающей 1000°C, и больших скоростей прокатки. После длительных исследований была создана краска на основе стекла, имеющая цвет, явно отличный от цвета холодного проката, выдерживающая высокую температуру и хорошо сцепляющаяся с металлом. Краска наносится на прокат специальным распылителем.

На основании проведенных исследований был разработан опытный экземпляр дефектоскопа, испытания которого проводились на Западно-Сибирском металлургическом комбинате. В ходе испытаний было установлено, что конструкция датчика, измерительная схема дефектоскопа и способ маркирования дефектного участка в общем удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям и могут быть положены в основу при разработке промышленного варианта дефектоскопа.
