

Особенности выявления металлургических дефектов в заготовках, выполненных литьем, и влияние дефектов на контролепригодность изделий



**Васенев
Юрий
Григорьевич**

Главный специалист по НК
ЗАО «Панатест»,
г. Москва; к. т. н.,
III уровень по
акустическому
виду НК.

При отработке технологий УЗК изделий необходимо учитывать местоположение и ориентацию не только эксплуатационных дефектов материала, но и характеристики дефектов литья в заготовках, из которых изготавливают изделия, и которые влияют на прочностные свойства и контролепригодность изготавливаемых из слитков изделий, в частности, осей колесных пар.

Основными типами дефектов литья стальных заготовок черновых осей колесных пар являются металлургические дефекты типа строчечных скоплений глинозема, шлаковых включений, сульфидов и сульфидоксидов (рис. 1). Как показали результаты УЗК осей с применением прибора MasterScan 380M и металлографические исследования материала, сульфиды

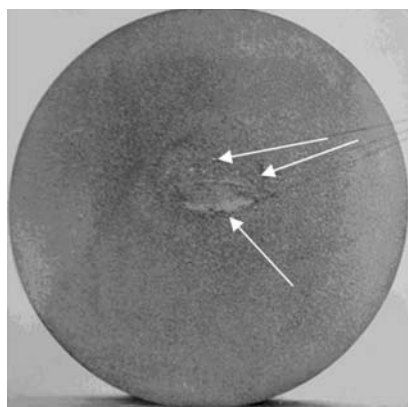


Рис. 1. Фото макрошлифа в поперечном сечении заготовки черновой оси колесной пары: дефекты литья указаны стрелками

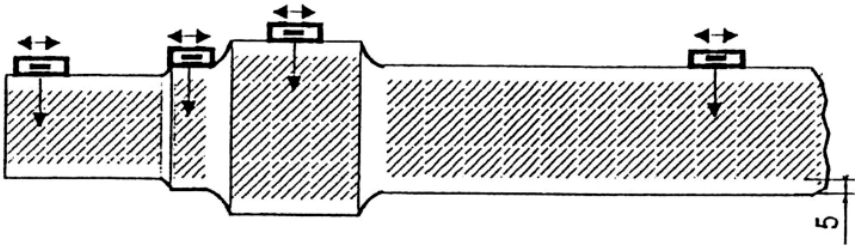


Рис. 2. Схема контроля при вводе ультразвука прямым ПЭП с цилиндрической поверхности чистовой оси колесной пары

и сульфоксиды обладают повышенной хрупкостью, располагаются в центральной части поперечного сечения, ориентированы вдоль оси и могут иметь протяженность, равную длине оси.

Дефекты литья в заготовке черновой оси колесной пары при приемочном УЗК ковального стального слитка, выполняемом прямым ПЭП при его установке на торцевую поверхность заготовки (СТО РЖД 1.11.002–2008), не выявляются. Это обусловлено формой, местоположением и ориентацией дефектов относительно поверхности ввода ультразвука.

При изготовлении осей колесных пар УЗК выполняется прямым ПЭП с торца чистовой оси и наклонным ПЭП с цилиндрической поверхности оси на конечном этапе изготовления осей. Дефекты литья, ориентированные вдоль чистовой оси колесной пары, указанными вариантами контроля также не выявляются.

При вводе ультразвука с цилиндрической поверхности оси (рис. 2), выполняемом на конечном этапе изготовления, дефекты литья в средней части поперечного сечения оси выявляются.

Однако для выявления дефектов литья выполняется большое количество технологических операций, что экономически нецелесообразно. С целью сокращения трудозатрат на изготовление оси, УЗК с целью обнаружения дефектов литья рекомендуется выполнять не на конечном этапе изготовления оси, а после предварительной обработки боковых поверхностей заготовки черновой оси.

При контроле прямым ПЭП с цилиндрической поверхности чистовой оси колесной пары дефекты материала в поверхностном слое изделия могут быть пропущены ввиду наличия так называемых «мертвых» зон, где дефекты не выявляются (рис. 2, не заштрихованный поверхностный слой глубиной до 5 мм).

Следует также отметить, что глубина «мертвой» зоны может быть уменьшена путем уменьшения длительности τ зондирующего импульса генератора дефектоскопа. В дальней зоне ПЭП глубина «мертвой» зоны определяется разрешающей способностью импульсного метода контроля, значение которой определяется по формуле $C\tau/2$, где C — скорость распространения ультразвука в материале контролируемого изделия. Поэтому при заказе ультразвукового дефектоскопа следует обращать внимание на значение длительности зондирующего импульса генератора. У прибора MasterScan 380M минимальная длительность зондирующего импульса генератора составляет 30 нс. У большинства отечественных и зарубежных ультразвуковых дефектоскопов она может быть значительно больше. Наличие пропущенного металлургического дефекта в слитке может приводить к пропуску эксплуатационных трещин при УЗК изделия. Так, например, при поиске трещин в подступичной части оси колесной пары ультразвуковая волна может отражаться от пропущенных при изготовлении оси металлургических дефектов литья и не проходить в зону формирования усталостных трещин (рис. 3). На этом рисунке синей пунктирной линией со стрелкой показана предполагаемая траектория распространения ультразвука до трещины, а сплошной синей линией со стрелкой — реальная траектория распространения ультразвука при наличии продольно ориентированного дефекта литья.

Для оценки контролепригодности подступичной части оси колесной пары в условиях ремонтных предприятий целесообразно ввести дополнительную операцию слежения за наличием эхо-сигнала от галтельного перехода подступичной части оси в предподступичную (рис. 4).

Если ультразвуковой импульс отражается от галтели и наблюдается в зоне строга при установке передней грани наклонного ПЭП «2 МГц Ø10 45» в упор к ступице колеса, то подступичная часть оси является контролепригодной (рис. 4а). Если эхо-импульс от галтели в зоне строга отсутствует, то подступичная часть оси контроленепригодна (рис. 4б).

Следует отметить, что более широкие возможности оценки контролепригодности аналогичных изделий может обеспечить ультразвуковой дефектоскоп на фазированных решетках Х-32, который позволяет одновременно следить как за импульсом акустического контакта (импульс от галтели), так и за сигналами от трещин на всей длине зоны контроля (рис. 5).

Результатами исследований, проведенных специалистами ЗАО «Панатест» на предприятии-изготовителе титановых слитков, установлено,

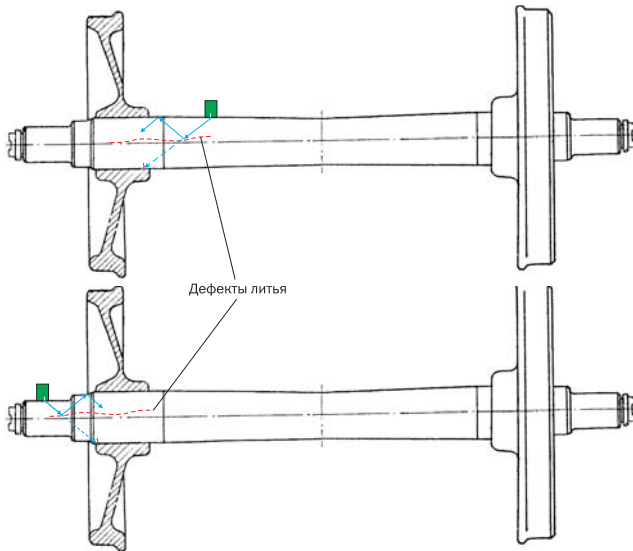


Рис. 3. Возможные случаи расположения эксплуатационной трещины в области ультразвуковой «тени», образуемой дефектом литья в подступичной части оси

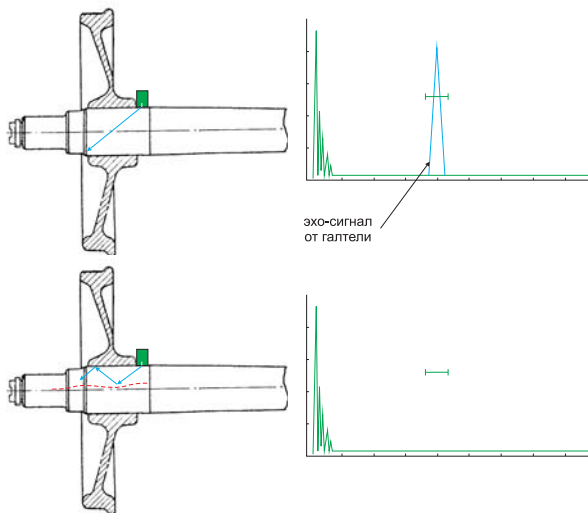


Рис. 4. Рекомендуемая схема оценки контролепригодности подступичной части оси при дефектоскопии колесной пары без выпрессовки колеса

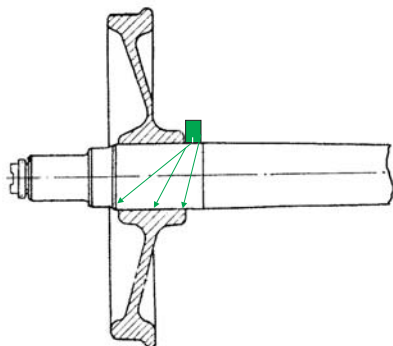


Рис. 5. Предлагаемая схема контроля подступичной части оси ультразвуковым дефектоскопом с качающимся лучом, например, дефектоскопом с ПЭП на фазированных решетках типа X-32, без выпрессовки колес в условиях ремонта колесных пар



Рис. 6. Изображение на экране дефектоскопа MasterScan 380M при обнаружении усадочной раковины в средней части поперечного сечения титанового слитка

что основными типами **металлургических дефектов в титановых слитках**, как правило, являются усадочные раковины и нитриды титана. Последний из указанных типов дефектов растворяется после третьего переплава. Усадочные раковины могут образовываться при каждом переплаве. В процессековки слитка, имеющего раковины или хрупкие инородные включения, могут образовываться внутренние трещины. Это требует удаления несплошностей материала до выполненияковки слитка.

Результаты УЗК свидетельствуют о нахождении усадочных раковин в основном в средней части поперечного сечения цилиндрического титанового слитка на удалении от одного из торцов до 160 мм. С противоположного от дефектного торца титанового слитка нарушение сплошности материала, как правило, не обнаруживается.

Эти усадочные раковины уверенно выявляются дефектоскопом MasterScan 380M и могут также

быть обнаружены другими ультразвуковыми дефектоскопами в контактном варианте эхо-импульсного метода контроля с применением ПЭП совмещенного типа частотой 2 или 4 МГц при его установке на цилиндрическую поверхность слитка. Чистота обработки цилиндрической поверхности слитка должна быть не хуже Rz 40. Условная чувствительность контроля составляла 50 мм по стандартному образцу СО-1 при комнатной температуре. При настройке дефектоскопа, ввиду большого уровня затухания ультразвука в титановых слитках, вводился режим временной регуляции чувствительности.

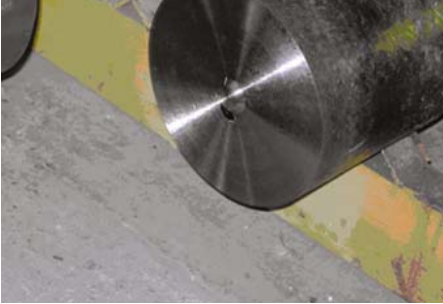


Рис. 7. Фотография усадочной раковины (показана стрелкой), выявленной в титановом слитке дефектоскопом MasterScan 380M

Изображение на экране дефектоскопа, полученное при обнаружении дефекта в титановом слитке $\varnothing$ 330 мм, представлено на рис. 6. Внешний вид усадочной раковины, выявленной при УЗК и подтвержденной после проточки торца титанового слитка, представлен на рис. 7.

Таким образом, внутренние дефекты литья стальных и титановых слитков могут не толь-

ко ослаблять основное сечение изготавливаемых из слитков изделий, но и приводить к контроленепригодности изделий в процессе поиска эксплуатационных дефектов. Указанные факторы требуют введения ультразвукового контроля на предприятиях-изготовителях слитков, а также приемочного контроля слитков на предприятиях-изготовителях изделий до выполненияковки слитков.

Для повышения качества контроля подступичной части оси в условиях ремонта колесных пар без выпрессовки колес в перспективе возможно использовать ультразвуковой дефектоскоп с качающимся лучом, например, дефектоскоп с ПЭП на фазированных решетках типа X-32.